

**EVALUACIÓN FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN POZO
INYECTOR**

**MARLHIN AMADA LOPEZ MIRANDA
MONICA LANDINEZ VEGA
CLAUDIA J ARCINIEGAS REYES**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA-UNAB
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS
BUCARAMANGA
2014**

**EVALUACIÓN FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN POZO
INYECTOR**

**MARLHIN AMADA LOPEZ MIRANDA
MONICA LANDINEZ VEGA
CLAUDIA J ARCINIEGAS REYES**

**TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO
DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS**

**DIRECTOR DE MONOGRAFÍA
INGENIERO CESAR ACEVEDO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA-UNAB
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS
BUCARAMANGA
2014**

Dedicatoria y Agradecimientos:

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

Al Ing. Cesar Acevedo por su apoyo incondicional como director de nuestra monografía.

A nuestros padres quienes comparten esta inmensa alegría de ver a sus hijas alcanzar un eslabón más.

*Monica Marcela Landinez Vega
Claudia Juliana Arciniegas Reyes
Marlhin Amada López Miranda*

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. MARCO REGULATORIO | 13 |
| 1.1 LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE COMO DEBER SOCIAL DEL ESTADO | 14 |
| 1.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. | 17 |
| 1.3 DEL PRINCIPIO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE | 19 |
| 1.4 EL CONCEPTO DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL REGIONAL COMPETENTE | 20 |
| 1.5 PERMISOS, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES | 21 |
| 1.6 LAS TASAS RETRIBUTIVAS, COMPENSATORIAS Y POR USO | 21 |
| 1.7 EL PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIAS | 22 |
| 1.8 DE LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE COMO DEBER SOCIAL DEL ESTADO | 22 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 24 |
| 2.1 TENDIDO DE LÍNEAS | 27 |
| 2.2 SISTEMA DE BOMBEO | 28 |
| 2.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PRODUCIDA | 28 |
| 3. MARCO CONTEXTUAL | 30 |
| 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA | 30 |
| 3.2 GENERALIDADES DEL CAMPO COPA | 31 |
| 3.3 GENERALIDADES DE PRODUCCIÓN DEL CAMPO COPA | 32 |
| 3.4 PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DEL CAMPO COPA | 36 |
| 3.5 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN | 39 |
| 3.5.1 Perforación pozo inyector | 39 |
| 3.5.2 Prueba de inyektividad | 41 |
| 3.5.3 Caracterización geológica de la Formación | 42 |
| 3.6 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ACTIVIDADES DE INYECCIÓN | 43 |
| 3.6.1 Organización del proyecto | 44 |
| 3.6.2 Flujograma y cronograma de actividades | 44 |
| 3.6.3 Adecuación del Sitio de las Facilidades de Inyección | 44 |
| 3.6.4 Descripción de la Planta de Tratamiento | 45 |
| 3.6.5 Elementos para el montaje de la Planta de Inyección | 48 |
| 3.7 ESQUEMA DE FACILIDAD POZO COPA PLANTA COMPLETA | 50 |
| 3.8 MONITOREO REQUERIDO PARA INYECCIÓN | 51 |
| 4. EVALUACIÓN AMBIENTAL | 52 |
| 4.1 ESCENARIO SIN PROYECTO | 52 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1 Actividad petrolera en el área del proyecto | 53 |
| 4.1.2 Problemática Ambiental Actual | 53 |
| 4.1.3 Establecimiento de viviendas | 53 |
| 4.1.4 Ganadería | 53 |
| 4.1.5 Remoción de cobertura vegetal. | 54 |
| 4.1.6 Disposición de residuos sólidos y líquidos | 54 |
| 4.2 ESCENARIO CON PROYECTO | 54 |
| 4.2.1 Descripción de Metodología para evaluación de Impactos Con Proyecto | 55 |
| 4.2.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales | 55 |
| 4.2.3 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales | 55 |
| 4.2.3.1 Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA) | 55 |
| 4.2.3.2 Calificación del impacto (jerarquización de impactos) | 59 |
| 4.2.3.3 Frecuencia o probabilidad de ocurrencia (aspectos reales) | 60 |
| 4.2.3.4 Estimación de la Significancia de los Impactos | 61 |
| 4.2.3.5 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales | 62 |
| 4.2.3.6 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales | 62 |
| 4.2.3.7 Resultados de la valoración de la significancia de aspectos e impactos ambientales | 62 |
| 4.2.3.8 Análisis de los resultados de la matriz de impactos | 70 |
| 5. EVALUACIÓN FINANCIERA | 71 |
| 5.1 OPEX SIN PROYECTO | 72 |
| 5.1.1 Descripción de los Costos Operativos Sin Proyecto | 73 |
| 5.2 OPEX CON PROYECTO | 74 |
| 5.2.1 Descripción de los Costos Operativos Con Proyecto | 75 |
| 5.3 INVERSIÓN DEL PROYECTO CAPEX | 76 |
| 5.4 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO | 76 |
| 5.5 DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS | 77 |
| 5.6 SALVAMENTO | 78 |
| 5.7 FLUJO DE CAJA | 78 |
| 5.7.1 Tasa de Descuento o actualización WACC | 82 |
| 5.7.2 Número de periodos a Considerar | 83 |
| 5.7.3 Valor Presente Neto (VPN o VAN) | 83 |
| 5.7.4 Tasa Interna de Retorno (TIR) | 83 |
| 5.7.5 Máxima Exposición Financiera | 84 |
| 5.7.6 Periodo de Recuperación | 84 |
| 5.8 SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO | 84 |
| 5.8.1 Sensibilidad de Financiación | 85 |
| BIBLIOGRAFÍA | 88 |
| ANEXOS | 90 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | Pág. |
|---|-------------|
| Ilustración 1. Esquema del método de eliminación del agua por inyección | 27 |
| Ilustración 2. Bloque Cubiro y sus campos | 30 |
| Ilustración 3. Curvas de producción por plataformas | 34 |
| Ilustración 4. Histórico de producción. Campo Copa | 35 |
| Ilustración 5. Acumulado de producción de agua y aceite. | 36 |
| Ilustración 6. Pronóstico de producción de agua | 38 |
| Ilustración 7. Registros eléctricos | 40 |
| Ilustración 8. Cabezal o árbol de inyección | 41 |
| Ilustración 9. Prueba de inyektividad | 42 |
| Ilustración 10. Adecuación de locación | 45 |
| Ilustración 11. Vista externa e interna del UTA | 45 |
| Ilustración 12. Tanque de recuperación de crudo | 46 |
| Ilustración 13. Tanque de lecho de secado | 46 |
| Ilustración 14. Tanque de almacenamiento de agua tratada | 47 |
| Ilustración 15. Sistema de microburbuja | 47 |
| Ilustración 16. Bomba de inyección | 48 |
| Ilustración 17. Variador de frecuencia | 48 |
| Ilustración 18. Bombas de transferencia y químicos | 49 |
| Ilustración 19. Esquemático de la planta | 50 |
| Ilustración 20. Gráfico de sensibilidad de financiación | 86 |
| Ilustración 21. Flujo de Caja. Escenario: 100% financiación/inversión a 10% E.A | 87 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Marco regulatorio aplicable a Campo Copa | 13 |
| Tabla 2. Parámetros a tener en cuenta en la inyección de agua. | 26 |
| Tabla 3. Propiedades de la roca receptora | 26 |
| Tabla 4. Pozos pertenecientes a Campo Copa | 32 |
| Tabla 5. Histórico de ingreso de pozo a producción | 32 |
| Tabla 6. Pronóstico de producción de agua | 37 |
| Tabla 7. Pronóstico mensual de producción de agua de formación | 38 |
| Tabla 8. Etapas del proyecto | 44 |
| Tabla 9. Monitoreo de Inyección | 51 |
| Tabla 10. Criterios para evaluación de la importancia del impacto ambiental (IMA) | 56 |
| Tabla 11. Rangos de calificación de la importancia del impacto ambiental | 59 |
| Tabla 12. Frecuencia o probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental | 61 |
| Tabla 13. Categorías de significancia según la escala de valores | 61 |
| Tabla 14. Resultados de la valoración de aspectos e impactos ambientales | 63 |
| Tabla 15. OPEX Sin Proyecto | 73 |
| Tabla 16. Costos Operativos SP | 73 |
| Tabla 17. Opex Con Proyecto | 75 |
| Tabla 18. Costos Operativos CP | 75 |
| Tabla 19. Amortización del crédito | 77 |
| Tabla 20. Flujo de Caja | 81 |
| Tabla 21. Sensibilidad de financiación. | 85 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--------------------------------|-------------|
| Anexo 1. Capex Planta | 91 |
| Anexo 2. Capex Pozo | 97 |
| Anexo 3. Capex Flow Line | 98 |
| Anexo 4. Tabla de depreciación | 99 |
| Anexo 5. Flujo de Caja | 100 |

RESUMEN

El agua producida para la industria petrolera se convierte en un problema ambiental, dado que hay que cumplir con ciertas normas para la disposición por vertimiento. Una de las soluciones para mitigar el problema, es inyectar el agua de producción al yacimiento mismo donde se está produciendo, mediante las plantas de tratamiento e inyección que son el resultado de la implementación de proyectos de recuperación secundaria.

El agua de producción, con frecuencia, es tratada mediante procesos físicos, sin embargo, se hace necesario el uso de químicos. Para garantizar la calidad de esta agua se debe tener como base tres etapas de separación fundamentales las cuales son: Etapa de estabilización, de flotación y de filtración.

Para la inyección del agua a la formación receptora se debe asegurar su calidad retirándole algunos componentes que son perjudiciales para el yacimiento, como son los sólidos suspendidos y las grasas y aceites, estos dos parámetros son muy importantes y su remoción total beneficiara tanto la formación donde se está inyectando como la continuidad del proyecto de inyección.

En este trabajo se presenta la evaluación financiera para la implementación de un pozo de inyección de agua a implementar en el Campo Cubiro, con el fin de reducir impactos ambientales y sociales; buscando siempre la optimización de recursos.

INTRODUCCIÓN

En los pozos productores de hidrocarburos, principalmente en los de petróleo; existe una gran producción de agua asociada, en donde la gerencia y el control de la producción de agua constituyen un importante desafío para los ingenieros de producción ya que es un factor limitante que controla la vida productiva del pozo, generando la posibilidad de incrementos en gastos económicos, ya sea por factores sociales, operacionales y/o ambientales.

Con el desarrollo de los campos y la presión ambiental creciente ejercida por las legislaciones de los países cada vez más exigentes, está obligando a las grandes productoras de hidrocarburos, a mejorar sus procesos de disposición final encaminados hacia el uso sostenible de los recursos.

Una de las técnicas que se están implementando cada vez con más frecuencia es la inyección del agua de formación nuevamente a los pozos que se han destinado para este objetivo, llamados pozos “inyectores” tipo Disposal.

La inyección de agua es una técnica que se realiza para dos fines específicos, la primera: Como estimulación de pozos en una misma formación mediante la inyección en pozos adyacentes al pozo productor para mantener la energía del yacimiento y prolongar el periodo de caída natural (recobro secundario) y la segunda: Retornando al subsuelo el agua de formación asociada resultante del proceso de producción de crudo en parámetros ambientalmente acordes con la legislación ambiental vigente.

Es por esta razón que la tendencia cambiante hoy en día en las regulaciones ambientales vigentes promueve la implementación de nuevos métodos y procesos de disposición final que reducen las afectaciones a fuentes hídricas y ecosistemas ambientalmente estables para las zonas de influencia de estos proyectos.

El alcance de las actividades vinculadas al desarrollo de un proyecto de Pozo Inyector; incluye la adecuación de facilidades para realizar el tratamiento del agua a inyectar y la perforación de un pozo. Cuando la producción de agua es incrementalmente dinámica, los pozos disposal (con fines de almacenamiento) forman parte de una solución eficaz para llevar a cabo la disposición final de altos volúmenes de agua en un yacimiento receptor; requiriéndose para ello estudios técnicos, ambientales y económicos.

Específicamente, para el campo Copa perteneciente al bloque Cubiro, la cantidad de agua que es obtenida del petróleo producido por los pozos, una vez separada, se debe tratar de manera adecuada según sea su disposición final basados en la Licencia Ambiental otorgada por el ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales).

Basados en una situación real dada en el campo Copa, más específicamente en la plataforma Copa B del bloque Cubiro (bloque donde se encuentran los pozos de producción con mayor corte de agua) y buscando aprovechar esta situación como una oportunidad de desarrollo de nuestra monografía; se plantea a Pacific Stratus, un proyecto de inversión donde se busca una mejora ambiental, operacional, social y económica mediante la perforación de un pozo de inyección (para inyectar el agua de formación producida asociada al proceso de producción del campo como mecanismo de disposición final) y acondicionamiento de las facilidades requeridas (equipos de superficie como tanques, separadores, piscinas de tratamiento, bombas de inyección, líneas de alta entre otros) para realizar la inyección del agua de formación generada de cuatro plataformas contiguas (Estación Copa, Sahino, Yarumo y Copa B).

Debido a la cantidad incremental de agua asociada a la producción en el bloque Cubiro, las características de empuje natural del bloque y del sistema petrolífero (agua libre), se genera una oportunidad de optimización en el proceso de disposición final del agua asociada de forma distinta a las que se vienen adelantando hoy por hoy; como lo es el transporte de agua hasta la estación Careto para tratamiento e inyección disposal en los pozos de inyección Careto 1 y Morita 1 y riego en vías.

Es importante manifestar que los costos operacionales OPEX del proceso; correspondientes al transporte abarcan un 25% del costo total de levantamiento por barril (18 usd/bls average sin transporte Vs 24 usd/bls average con transporte) con lo cual se lograría minimizar el impacto de las variables operacionales, sociales, económicas y ambientales en el proceso de producción.

Con respecto a los gastos operacionales "OPEX" asociados a la movilización del agua de formación en carrotanques, se plantea realizar una evaluación de proyecto para perforar un pozo para inyección (este concepto se refiere a la utilización de herramientas analíticas que permiten valorar si cada una de las etapas del ciclo del proyecto justifica su realización. Básicamente, consiste en comparar los costos y gastos contra los beneficios que se generan al implementar un proyecto de inversión para así decidir sobre la conveniencia de llevar a cabo las inversiones), disponer de equipos y facilidades para interconectar las

plataformas a la plataforma de Copa B para posteriormente reinyectar el agua de formación en la misma plataforma de manera tal que se elimine el transporte de fluidos hasta la estación careto y la disposición del agua en fuentes hídricas; mejorando las condiciones ambientales y sociales en la región, así como un sistema de producción de petróleo más independiente de factores externos como la comunidad, orden público entre otros.

1. MARCO REGULATORIO

A continuación se relacionan los permisos, licencias y actos administrativos aplicables al bloque CUBIRO de la operadora Pacific Stratus.

Tabla 1. Marco regulatorio aplicable a Campo Copa

| CAMPO CUBIRO | | |
|---------------------|--------------------------------|---|
| RESOLUCIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN / OBSERVACIONES |
| 2147 | <i>Diciembre 23 2005</i> | <i>Por medio de la cual se otorga a la empresa MONTECZ S.A Licencia Ambiental para el proyecto denominado “Bloque Exploratorio Cubiro”, ubicado en jurisdicción de los municipios de Trinidad y San Luis de Palenque, veredas Arenitas y La Nevera en el departamento del Casanare.</i> |
| 2376 | <i>Diciembre 10 2009</i> | <i>“Por la cual se modifica la Resolución 2147 del 23 diciembre de 2005”</i> |
| 0378 | <i>Marzo 5 2008</i> | <i>“por la cual se otorga una licencia ambiental global para “los campos Careto y Arauco” y se toman otras determinaciones”</i> |
| 1313 | <i>Julio 13 2010</i> | “POR LA CUAL SE MODIFICA UNA LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL”. <i>Modificar el Artículo Primero de la Resolución 378 del 5 de marzo 2008, mediante la cual se otorgó Licencia Ambiental Global para el proyecto de explotación de los campos Careto y Arauco, cuyo titular actual es la Empresa ALANGE ENERGY CORP. SUCURSAL COLOMBIA, en el sentido de ampliar el área de explotación autorizada para los Campos Careto y Arauco.</i> |
| 1162 | <i>Junio 17 de 2010</i> | <i>Por la cual se modifica el Artículo Primero de la Resolución 2147 de 2005, en el sentido de establecer las coordenadas del Bloque de Perforación Exploratorio Cubiro y adicionar un (1) área de mayor interés –AMI SAMI</i> |
| 2286 | <i>17 de Noviembre de 2010</i> | <i>Por la cual se modifica el Artículo Primero de la Resolución 2147 de 2005, en el sentido de adicionar dos (2) áreas – Criollo y Turpial.</i> |

| CAMPO CUBIRO | | |
|--------------|-------------------------|--|
| RESOLUCIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN / OBSERVACIONES |
| 0132 | 12 de febrero de 2013 | La autoridad nacional de licencias ambientales ANLA otorga la licencia global para el proyecto campo de desarrollo COPA ubicado en el municipio de San Luis de palenque en el departamento del Casanare. |
| 1201 | 28 de Noviembre de 2013 | Por la cual se autoriza la cesión total de derechos y obligaciones originadas y derivados de las licencias ambientales otorgadas mediante resoluciones 2147 del 23 de diciembre del 2005 y 0378 del 5 de Marzo del 2008 a PACIFIC STRATUS ENERGY COLOMBIAN CORP. |

Para la autorización de la perforación del pozo inyector dentro del campo de desarrollo Copa según **concepto técnico 0217 del 27 de enero del 2013** emitido por el funcionario del ANLA se tiene que:

“El proyecto tiene como objetivo adelantar actividades de explotación de hidrocarburos en el campo de desarrollo Copa, mediante la construcción, adecuación y operación de 25 plataformas multipozo, la perforación de hasta 5 pozos de desarrollo, 1 inyector y 1 de aguas subterráneas, por plataforma multipozo, operación de 2 facilidades permanentes de producción (ampliación y adecuación de la plataforma existente de Copa 1), construcción, adecuación y mantenimiento de vías, operación de líneas de flujo y el uso y aprovechamiento de recursos naturales”.

Es de anotar que en caso tal de incumplir con estas normativas ambientales legales vigentes; la operadora podría ser multada y/o según el grado de afectación podría llegar a perder la licencia y permiso de exploración y explotación del campo.

1.1 LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE COMO DEBER SOCIAL DEL ESTADO

Que el artículo 8 de la constitución política determinó como obligación del estado y las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. A su vez el artículo 79 Ibidem estableció el derecho que tienen todas las personas a gozar de

un ambiente sano y que la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Que el artículo 80 de la constitución Política le impulsó al estado la obligación de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración y sustitución. Además debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Que en relación con la responsabilidad en la conservación y defensa del ambiente, es del caso tener en cuenta lo establecido en el artículo 333 de la constitución política, según el cual, la actividad económica y la iniciativa privada son libres pero "dentro de los límites del bien común" y al respecto la corte constitucional, en la sentencia T-254 del 30 de junio de 1993, ha conceptuado con relación a la defensa del derecho al medio ambiente sano:

"las normas ambientales contenidas en los diferentes estatutos, respetan la libertad de la actividad económica que desarrollan los particulares, pero le imponen una serie de limitaciones y condicionamientos a su ejercicio que tienden a hacer compatibles el desarrollo económico sostenido con la necesidad de preservar y mantener un ambiente sano. Dichos estatutos subordinaban el interés privado que representa la actividad económica al interés público o social que exige la preservación del ambiente, de tal suerte que el particular debe realizar su respectiva actividad económica dentro de los precisos marcos que le señala la ley ambiental, los reglamentos y las autorizaciones que deben obtener de la entidad responsable del manejo del recurso o de su conservación. El deber obtener de prevención, control y deterioro ambiental, mitigación de los impactos, corrección y restauración de los elementos ambientales lo cumple el estado en diferentes formas, entre ellas la exigencia de la obtención de licencias ambientales..."

Que de conformidad con lo anterior, la protección del medio ambiente es uno de los más importantes cometidos estatales y es deber del estado garantizar a las generaciones futuras la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. De ahí la necesidad de crear entidades como el ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible como el organismo rector de la gestión ambiental y de los recursos naturales, al que corresponde impulsar una relación de respeto entre el hombre y la naturaleza y definir la política ambiental de protección, conservación y preservación; y la ANLA, en su calidad de encargada de que los proyectos sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país.

La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, de acuerdo con la ley y los reglamentos, que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, requieren de la autorización del desarrollo de la industria mediante una licencia ambiental. Es por eso, que en este documento se plasman todos los lineamientos a cumplir en el ámbito ambiental donde se garantice la mínima afectación de los recursos naturales.

De esta manera, según el numeral 1 del artículo 52 de la ley 99 de 1993, el ministerio del medio ambiente, hoy ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible otorga de manera privativa la licencia ambiental para la ejecución de obras de explotación, exploración, transporte, conducción y depósito de hidrocarburos.

Adicionalmente, el artículo 8 en su numeral 1 literal c, del decreto 2820 del 2010 establece que el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, hoy ministerio de ambiente y desarrollo sostenible es la entidad competente para otorgar licencia ambiental para *“la explotación de hidrocarburos que incluye, la perforación de pozos de cualquier tipo, la construcción de instalaciones propias de la actividad, las obras complementarias incluidas el transporte interno de fluidos del campo por productos, el almacenamiento interno, vías internas y demás infraestructura asociada y conexa.”*

Al ministerio del medio ambiente se le ha asignado una competencia privativa para otorgar licencias ambientales, atendiendo a la naturaleza y magnitud de la obra o actividad que se pretende desarrollar y naturalmente al peligro potencial que la afectación de los recursos y el ambiente puede tener estas. Es así como corresponde a dicho ministerio, por ejemplo, otorgar licencias para la ejecución de actividades y obras de explotación, transporte, conducción y depósito de hidrocarburos y construcción de refinerías, la ejecución de proyectos de minerías, la construcción de represas o embalses de cierta magnitud física, técnica y operativa, la construcción y ampliación de puertos de gran calado, la construcción de aeropuertos internacionales.

La licencia ambiental consiste en la autorización que la autoridad ambiental concede para la ejecución de una obra o actividad que potencialmente puede afectar los recursos naturales renovables o el ambiente. La licencia ambiental tiene indudablemente un fin preventivo o precautorio en la medida en que busca eliminar o por lo menos prevenir, mitigar o reservar, en cuanto sea posible, con la ayuda de la ciencia y la técnica, los efectos nocivos de una actividad en los recursos naturales y el ambiente.

En este caso, para el desarrollo de cada una de las actividades y obras definidas en la etapa de explotación y extracción de hidrocarburos, será necesario presentar un plan de manejo ambiental, conforme a los términos, condiciones y obligaciones establecidas en la licencia ambiental global.

Dicho plan de manejo ambiental, no estará sujeto a evaluación previa por parte de la autoridad ambiental competente por lo que una vez presentado, el interesado podrá iniciar la ejecución de las obras y actividades, que serán objeto de control y seguimiento ambiental.

1.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El principio de evaluación previa del impacto ambiental, también conocido como principio de prevención, está consagrado en el artículo 17 de la declaración de Rio de Janeiro de 1992, en los siguientes términos:

“Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta, que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente”.

Que la ley 99 de 1993, siguiendo la declaración de rio de janeiro y dentro de los principios generales ambientales previstos en el artículo 1, menciona los siguientes:

“Artículo 1.- principios generales ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales.

Numeral 11. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial”.

Que el artículo 57 de la ley 99 de 1993, en desarrollo del numeral 11 del artículo 1ro establece:

“Artículo 57.-del estudio de impacto ambiental. Se entiende por estudio de impacto ambiental el conjunto de la información que deberá presentar ante la autoridad ambiental competente el peticionario de una licencia ambiental”.

El estudio de impacto ambiental contendrá información sobre la localización del proyecto y los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad, para cuya ejecución se pide, la licencia y la evaluación de los impactos que puedan producirse. Además, incluirá el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos y plan de manejo ambiental de la obra o actividad...”

Que según la normativa anterior, el estudio de impacto ambiental y su posterior evaluación por parte de esta autoridad se constituyen en un instrumento esencial para la determinación de las medidas necesarias para el manejo adecuado del impacto real del proyecto sobre el ambiente. Es precisamente con base en los resultados de la evaluación del impacto ambiental, que esta entidad determina y especifica las medidas que deberá adoptar el solicitante de la licencia ambiental para contrarrestar o resarcir la alteración real que se producirá sobre el ambiente, la salud y el bienestar humano como consecuencia de la implementación de un proyecto determinado.

Así, el ministerio del medio ambiente, es la entidad competente para negar u otorgar la licencia ambiental mencionada para este caso aplicable, ha llevado a cabo la revisión y calificación de la evaluación de impacto ambiental realizada por la sociedad Alange Energy Corp. Y particularmente de las medidas de manejo ambiental propuestas, para verificar si el proyecto efectivamente cumple con los propósitos de protección ambiental y los requerimientos establecidos por la legislación ambiental vigente, en especial los relacionados con la adecuación del EIA a los términos de referencia correspondiente, suficiencia y calidad de la información usada, lineamientos de participación ciudadana, relevancia del análisis ambiental, y pertinencia y calidad del manejo de los impactos ambientales, aspectos exigidos por el decreto 2820 de 2010.

De esta manera, y en observancia del principio de impacto ambiental, está autoridad impondrá las medidas necesarias, bajo criterios de proporcionalidad y razonabilidad, para prevenir, mitigar, corregir o en dado caso compensar el impacto ambiental producido con motivo de la ejecución del proyecto, Campo de Desarrollo Copa. Estas medidas deberán atender al real impacto sobre cada uno de los medios (biótico, físico y socioeconómico) cumpliendo así con finalidades distintas y específicas según sea el medio afectado, pero ante todo garantizando

el adecuado manejo y control ambiental de los impactos y efectos ambientales asociados al proyecto.

1.3 DEL PRINCIPIO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Denominado el principio de desarrollo sostenible, acogido por la declaración de Rio de Janeiro de 1992, hace referencia al sometimiento de la actividad económica a las limitaciones y condicionamiento que las autoridades ambientales y la normativa de esta materia imponen a su ejercicio, de tal manera que el desarrollo a la libertad económica sea compatible con el derecho a un ambiente sano.

En este sentido, la política ambiental adoptada por el estado colombiano, está sustentada en el principio de desarrollo sostenible, el cual implica la obligación de las autoridades públicas de establecer un equilibrio entre la actividad económica y la protección del ambiente y los recursos naturales, a fin de garantizar el desarrollo social y la conservación de los sistemas naturales.

Que en relación a lo anterior, la corte constitucional en la sentencia C-431/00 indicó:

“Cabe destacar que los derechos y las obligaciones ecológicas definidas por la constitución política giran, en gran medida, en torno al concepto de desarrollo sostenible, el cual, en palabras de esta corporación pretende “superar una perspectiva puramente conservacionista en la protección del medio ambiente, al intentar armonizar el derecho al desarrollo – indispensable para la satisfacción de las necesidades humanas – con las restricciones derivadas de la protección al medio ambiente.” Así, es evidente que el desarrollo social y del medio ambiente imponen un tratamiento unívoco e indisoluble que progresivamente permita mejorar las condiciones de vida de las personas y el bienestar social, pero sin efectuar ni disminuir irracionalmente la diversidad biológica de los ecosistemas pues estos además de servir de base a la actividad productiva, contribuyen en forma decidida a la conservación de la especie humana (...).”

Que en el mismo sentido, la sentencia T-251/93, proferida por la corte expresó:

“(...) el crecimiento económico, fruto de la dinámica de la libertad económica, puede tener un alto costo ecológico y proyectarse en una desenfadada e

irreversible destrucción del medio ambiente, con las secuelas negativas que ello puede aparejar para la vida social. La tensión desarrollo económico – Conservación y preservación del medio ambiente, que en otro sentido corresponde a la tensión, bienestar económico – calidad de vida, ha sido decidida por el constituyente en una síntesis equilibradora que subyace a la idea de desarrollo económico sostenible consagrada de diversas maneras en el texto constitucional (...).

Que, en consecuencia, es obligación de esta autoridad dentro del proceso de evaluación y seguimiento ambiental de los proyectos, obras y actividades de su competencia y bajo las facultades otorgadas por la constitución y la legislación ambiental vigente exigir la implementación de las medidas de manejo y control ambiental que sean necesarias para precaver y mitigar los impactos y efectos ambientales que pueden ser generados por los proyectos autorizados, en el entendido de que el desarrollo económico y social es necesario y deseable dentro del territorio nacional pero siempre enmarcado dentro de los límites de una gestión ambiental responsable, sujeta al control social y a las normas establecidas para el efecto.

1.4 EL CONCEPTO DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL REGIONAL COMPETENTE

Que en relación con las licencias ambientales de competencia del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el parágrafo 2 del artículo 25 del decreto 2820 de 2010, ha establecido como una de las obligaciones del interesado, la radicación del estudio de impacto ambiental ante la autoridad ambiental con jurisdicción en el área de desarrollo del proyecto, obra o actividad, a fin de que esta emita el respectivo concepto técnico:

“Parágrafo 2. Cuando se trate de proyectos, obras o actividades de competencia del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, la autoridad o autoridades ambientales con jurisdicción en el área del proyecto en donde se pretenda hacer uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables tendrán un término máximo de 30 días hábiles, contados a partir de la radicación del estudio de impacto ambiental por parte del usuario para emitir el respectivo concepto sobre los mismos y enviarlos al ministerio.

1.5 PERMISOS, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El decreto 2150 de 1995 estableció en su artículo 132 que la licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y concesiones, de carácter ambiental necesarios para la construcción de la obra, industria o actividad, y su vigencia será la misma que la de la licencia ambiental.

Que, en este mismo sentido, el decreto 2820 del 2010 en su artículo 21 dispuso que la licencia ambiental llevará todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

1.6 LAS TASAS RETRIBUTIVAS, COMPENSATORIAS Y POR USO

Los artículos 42 y 43 de la ley 99 de 1993 establecieron las tasas retributivas, compensatorias y por utilización de aguas, en los siguientes términos:

“Tasas retributivas y compensatorias. La utilización directa o indirecta de la atmosfera, del agua y del suelo para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que se han resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas (...).”

“Artículo 43. Tasas por utilización de aguas. La utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el gobierno nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos, para los fines establecidos por el artículo 159 del código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, decreto 2811 de 1974. El gobierno nacional calculará y establecerá las tasas a que haya lugar por el uso de las aguas. (...).”

Que el decreto 3100 de 2003, modificado por el decreto 3440 del 2004, reglamentó las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor

de vertimientos puntuales, en el cual se definen entre otros aspectos la tarifa mínima a pagar, el ajuste regional y los sujetos pasivos de la tasa.

Que el decreto 155 del 2004 reglamentó lo concerniente a la tasa por utilización de aguas, estableciendo q están obligados al pago de aquella todas las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión de aguas la cual será liquidada y cobrada por la autoridad ambiental con jurisdicción en el área donde se lleve a cabo la captación o derivación del recurso hídrico, teniendo en cuenta el volumen del agua efectivamente captada, dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión de aguas.

1.7 EL PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIAS

Que el decreto 321 de 1999 adoptó el plan nacional de contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas, por lo cual la empresa interesada deberá cumplir a cabalidad con el mencionado plan.

Que el artículo 2 del mencionado decreto estableció que: *“El objeto general del plan nacional de contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en agua marinas, fluviales y lacustres que será conocido con la siglas – PNC- es servir de instrumento rector del diseño y realización de actividades dirigidas a prevenir, mitigar y corregir los daños que estos puedan ocasionar, y dotar al sistema nacional para la prevención y atención de desastres de una herramienta estratégica, operativa e informática que permita coordinar la prevención, el control y el combate por parte de los sectores público y privado nacional de los efectos nocivos provenientes de derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en el territorio nacional, buscando que estas emergencias se atiendan bajo criterios unificados y coordinados”.*

1.8 DE LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE COMO DEBER SOCIAL DEL ESTADO

El artículo 8 de la constitución política determinó como obligación del estado y las personas, proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. A su vez el artículo 79 Ibidem estableció el derecho que tienen todas las personas a gozar de un ambiente sano y que la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

El artículo 80 de la constitución Política le atribuyó al estado la obligación de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración y sustitución. Además debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

En relación con la responsabilidad en la conservación y defensa del ambiente, es del caso tener en cuenta lo establecido en el artículo 333 de la constitución política, según el cual, la actividad económica y la iniciativa privada son libres pero “dentro de los límites del bien común” y al respecto la corte constitucional, en la sentencia T-254 del 30 de junio de 1993, ha conceptualizado con relación a la defensa del derecho al medio ambiente sano:

“las normas ambientales contenidas en los diferentes estatutos, respetan la libertad de la actividad económica que desarrollan los particulares, pero le imponen una serie de limitaciones y condicionamientos a su ejercicio que tienden a hacer compatibles el desarrollo económico sostenido con la necesidad de preservar y mantener un ambiente sano. Dichos estatutos subordinaban el interés privado que representa la actividad económica al interés público o social que exige la preservación del ambiente, de tal suerte que el particular debe realizar su respectiva actividad económica dentro de los precisos marcos que le señala la ley ambiental, los reglamentos y las autorizaciones que deben obtener de la entidad responsable del manejo del recurso o de su conservación. El deber obtener de prevención, control y deterioro ambiental, mitigación de los impactos, corrección y restauración de los elementos ambientales lo cumple el estado en diferentes formas, entre ellas la exigencia de la obtención de licencias ambientales...”

De conformidad con lo anterior, la protección del medio ambiente es uno de los más importantes cometidos estatales y es deber del estado garantizar a las generaciones futuras la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. De ahí la necesidad de crear entidades como el ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible como el organismo rector de la gestión ambiental y de los recursos naturales, al que corresponde impulsar una relación de respeto entre el hombre y la naturaleza y definir la política ambiental de protección, conservación y preservación; y la ANLA, en su calidad de encargada de que los proyectos sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país.

2. MARCO TEÓRICO

El proceso de producción da inicio con el bombeo desde el fondo del pozo de los fluidos contenidos en el subsuelo, por lo general, de una mezcla petróleo/agua, ya sea de forma espontánea (cuando la presión del yacimiento es la suficiente como para vencer la presión hidrostática de la columna de fluido y expulsar estos mismos hasta la superficie donde son recolectados y almacenados en tanques para continuar hacia el proceso de separación) o ayudados por un sistema de levantamiento como bombas electro sumergibles, sistemas de bombeo hidráulico, gas lift (estos sistemas de levantamiento son empleados cuando los fluidos contenidos en yacimiento productor no poseen la energía suficiente como para salir a superficie y requieren de un impulso adicional), para posteriormente ser separada en superficie por un compendio sistemático de equipos conformados por gun barrel, separadores, desgasificadores, entre otros, llamados comúnmente baterías de producción o facilidades de superficie separando el agua asociada del hidrocarburo llevado a condiciones de venta y/o comercialización.

Cuando un campo está en crecimiento, el volumen de todos los fluidos producidos tiende a incrementar considerablemente a tal punto que se deben tomar decisiones con respecto a la disposición del agua proveniente de la producción de los pozos de dicho campo. Esta agua asociada a la producción de crudo es conocida como “agua de formación”, o el agua que se produce en el pozo. La mayoría de los yacimientos de petróleo tienen asociada esta capa de agua que se encuentra debajo de los yacimientos de hidrocarburos.

La perforación de pozos exploratorios o desarrollo para el desarrollo de un campo y por ende incremento de producción, plantea un gran reto, al tener que decidir qué hacer con el agua, producto de la producción de los pozos.

La **inyección** es un método que permite la eliminación del agua de producción hacia una formación receptora, éste ha sido utilizado en la industria del petróleo por más de 50 años, y en el transcurrir del tiempo se ha tomado un mayor interés en él, debido a la creciente conciencia pública por la conservación del medio ambiente. De acuerdo a lo anterior se podría decir que la inyección de agua de producción se considera generalmente de menor impacto ambiental y a su vez como el método de disposición más recomendado.

Uno de los objetivos de este proceso es llevar el agua producida en superficie obtenida por las operaciones de producción de crudo, a una formación o

yacimiento diferente a donde se está produciendo. Cabe recordar que antes de realizar esta técnica se debe tratar el agua, de acuerdo con características y propiedades del propio reservorio receptor y según los requerimientos ambientales que rijan para el campo, de forma tal que no se cause daño o pérdida total de la formación receptora.

Otro fin para el cual se realiza la inyección de agua de producción es el de mantener la presión existente dentro del yacimiento, conocido como recuperación secundaria, mejorando el recobro de crudo residual y aumentando la producción acumulada del mismo. Sin embargo, este tipo de disposición no es de estudio para esta monografía ya que esta disposición se realiza en la misma formación productora, diferente a la disposición disposal.

Se dice entonces que con este método no solo se soluciona el problema de los componentes dañinos para el medio ambiente que contiene el agua de producción, sino que además se puede obtener un beneficio adicional desde el punto de vista económico y manutención del campo petrolero, ya que se puede mejorar la producción de crudo al tener donde y como disponer el agua asociada a la producción y/o al menos mantenerla por un periodo mayor.

En términos generales para realizar la inyección de agua, ya sea para recobro o disposición del agua producida, se requiere realizar un estudio detallado de varios factores que influyen directamente en el éxito de este tipo de procedimientos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- ✓ Criterios propios del yacimiento y del pozo inyector.
- ✓ Tipo de agua y características de la misma.
- ✓ Facilidades utilizadas para el tratamiento e inyección del agua.

No todos los yacimientos pueden recibir inyección de agua y este factor debe reconocerse de inmediato; si se inyecta a yacimientos no aptos o incompatibles puede causar el abandono prematuro del pozo y una pérdida económica importante.

Para una mayor seguridad y confiabilidad para realizar la inyección en una formación o yacimiento, se deberá efectuar un estudio completo. En las siguientes tablas, se presentan los parámetros que se deben tener en cuenta en la inyección de agua, para ser analizados.

Tabla 2. Parámetros a tener en cuenta en la inyección de agua.

| PARÁMETROS DEL AGUA DE INYECCIÓN | | | |
|---|-------------|---------------------|------------|
| Parámetros | Copa | DEC. 1594/84 | PMA |
| pH | 7.50 | 5-9 | - |
| Temperatura (°C) | 32.60 | <40 | - |
| Material Flotante | Ausente | Ausente | - |
| Cloruros (mg/L) | 162 | - | < 250 |
| Sólidos suspendidos (mg/L) | 98 | Rem > 80% | - |
| Oxígeno Disuelto (mg/L) | 4.17 | | >4 |
| Aceite en Agua (mg/L) | 98 | Rem > 80% | |
| Turbidez(NTU) | 31 | - | < 75 |
| Conductividad (µS/cm) | - | - | <2500 |
| Fenoles (mg/L) | - | - | < 0,2 |

Tabla 3. Propiedades de la roca receptora

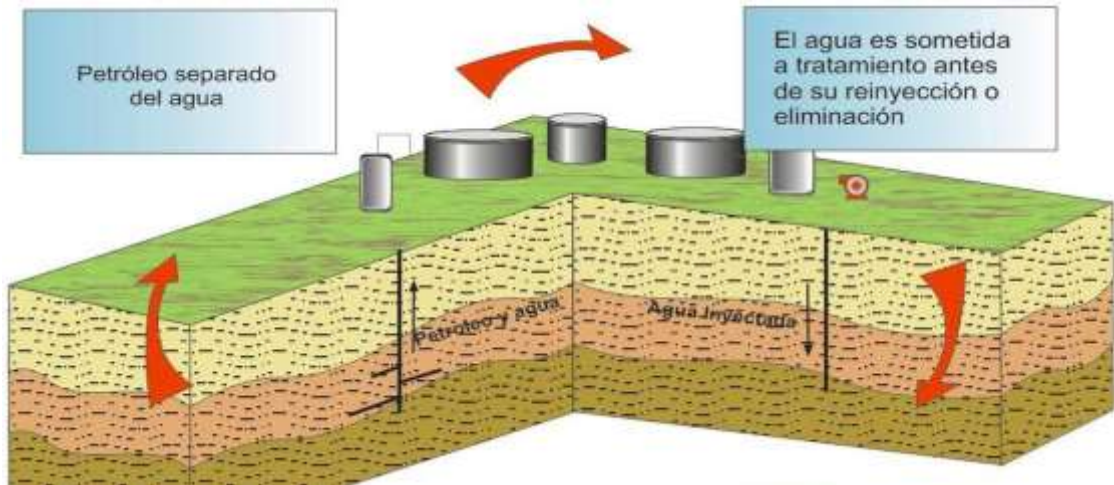
| Propiedades de la roca receptora |
|---|
| ✓ Porosidad |
| ✓ Permeabilidad |
| ✓ Capilaridad |
| ✓ Humectabilidad |

La mezcla de estos factores permite escoger en el pozo inyector, la formación más adecuada para realizar la disposición dentro de todas las formaciones perforadas, las cuales son analizadas geológicamente durante la perforación y construida mediante un análisis de muestras recolectadas donde se describe la columna litológica presentada durante la perforación y los registros eléctricos de hueco abierto tomados, los cuales son analizados mediante petrofísica, minimizando los riesgos que implica la inyección de un fluido en un medio poroso.

Hasta ahora se ha considerado muy poco el factor económico. La decisión de inyectar se basará, por supuesto, en este factor, el cual deberá considerar la operación de producción que se obtendría sin la inyección, e incluyendo el costo de un plan alternativo para la eliminación del agua producida, las diferentes alternativas posibles propuestas por los estudios del yacimiento, y todos los costos de capital y de operación.

Para una mayor comprensión y visualización de este método de eliminación, se presenta en la siguiente figura, un esquema en donde se ve reflejado que después de implementarse la inyección como disposición final del agua de producción el proceso se transforma en un ciclo.

Ilustración 1. Esquema del método de eliminación del agua por inyección



Como una alternativa viable para la disposición de esta agua de formación, está la inyección del agua en pozos perforados (nuevos); esta es una de las opciones rentables desde el punto de vista ambiental, económico, social y operacional. Sin embargo, para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud se deben cumplir una serie de condiciones necesarias para garantizar la disposición del agua sin incurrir en afectación a la producción, entorno y yacimiento sumada a un análisis económico donde se justifique la inversión y a su vez, genere beneficios para la compañía que realice la inversión.

Para la implementación de un sistema de inyección se debe tener en cuenta los equipos y etapas necesarias en el desarrollo de un proyecto que cubra la capacidad de producción de agua actual de las plataformas Estación Copa, Copa B, Yarumo y Sahino.

A continuación, se relacionan los equipos de superficie requeridos para el montaje del sistema de inyección:

2.1 TENDIDO DE LÍNEAS

En la batería de producción se requiere instalar tanques de gran capacidad para recibir el agua producida antes de la derivación hacia el pozo inyector; como segunda medida, se deben interconectar las plataformas de producción mediante líneas para luego llevar el agua a la batería principal donde se encuentran los equipos de tratamiento y el sistema de inyección. Así mismo, se debe construir la

línea de inyección de agua, desde la planta de tratamiento y el arreglo del sistema de bombas de inyección las cuales se encuentran en la batería de producción principal, hasta llevar el agua de formación hacia el pozo inyector y finalmente realizar la disposición en fondo.

2.2 SISTEMA DE BOMBEO

El agua a reinyectar será impulsada por bombas que actúan como booster, para mantener la presión en toda la línea desde la batería hasta el pozo y se realizarán pruebas de bombeo. Finalmente, se instalará el sistema de instrumentación en tanques, líneas y bombas de envío, y se realizarán pruebas del sistema.

En la plataforma del pozo, inicialmente se requiere la construcción de losas para la instalación de bombas horizontales para inyección e instalación de sistemas de control de caudales (Variador). El procedimiento operativo se da inicialmente con la llegada del agua, que pasa primero por un tanque pulmón vertical que sirve de amortiguador de las oscilaciones de presión, estabilizándola permanentemente (la frecuencia operativa debe estar en el orden de 60 Hz.), aquí el sistema llega a una presión determinada, con la que succiona la bomba de inyección horizontal multietápica de alta presión, que en su descarga la eleva, venciendo la presión de la formación e inyectando el agua a través de los poros de la misma.

2.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PRODUCIDA

El agua de producción proviene principalmente de la separación física del fluido procesado en la unidad de estabilización de petróleo; tanto de un separador bifásico como de un filtro.

El sistema de tratamiento primario del agua de producción básicamente consta de una primera separación física del hidrocarburo líquido contenido en ella, el hidrocarburo es separado del agua por diferencia de densidades. Posteriormente, se le añadirá al agua que sale de este tanque un agente químico desemulsificante, con la finalidad de romper la emulsión formada entre el agua y el hidrocarburo líquido residual.

El agua obtenida del proceso anterior es direccionada hacia unos tanques desnatadores o piscinas donde se logra separar la nata de aceite restante del agua y así obtener agua con bajos niveles de concentración de aceites & grasas,

pasando finalmente hacia la planta de tratamiento donde se acondiciona el agua a los parámetros legales exigidos en la normatividad vigente. En estas condiciones es que se toma el agua para reinyectarla al subsuelo.

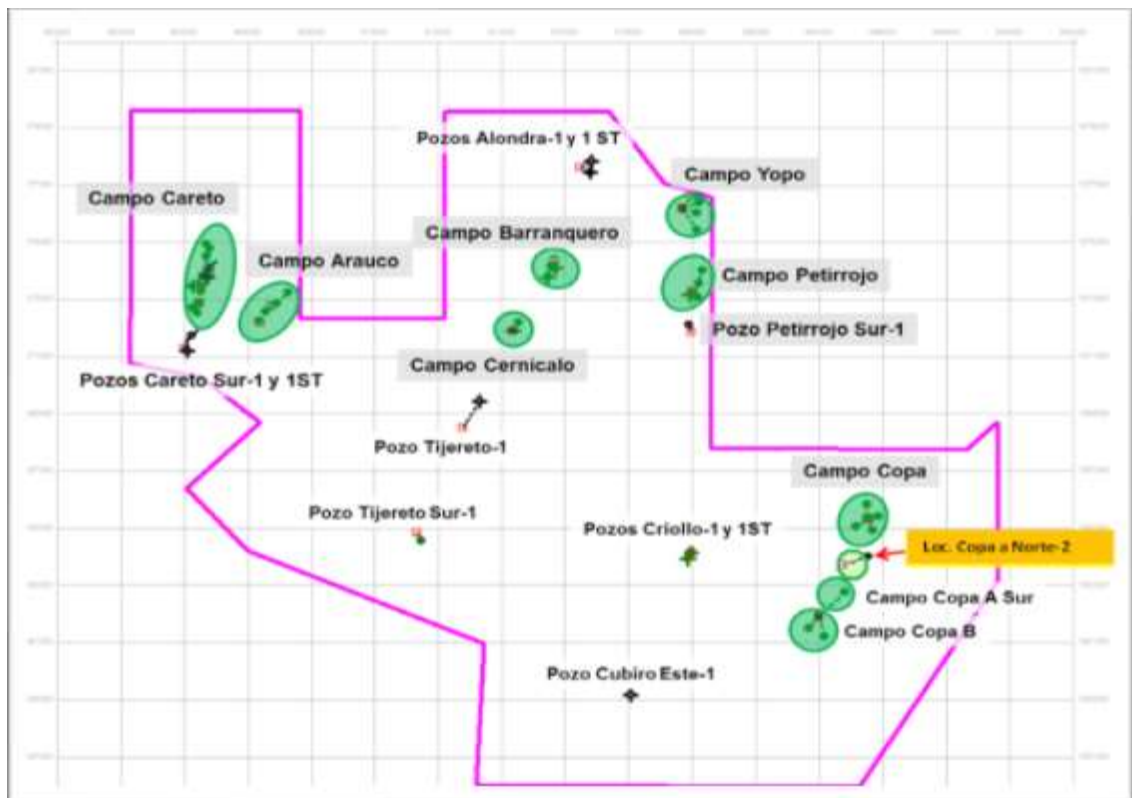
3. MARCO CONTEXTUAL

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

El área de influencia del proyecto está ubicada dentro del bloque Cubiro, el cual se encuentra conformado por los campos:

1. Arauco
2. Careto
3. Petirrojo
4. Yopo
5. Barranquero
6. **Copa**
7. Tijereto

Ilustración 2. Bloque Cubiro y sus campos



3.2 GENERALIDADES DEL CAMPO COPA

El campo Copa, de estudio para esta monografía, se encuentra todavía en desarrollo y expansión con alto potencial de llegar a ser uno de los campos más prospectivos del bloque por la calidad del crudo, propiedades del mismo, BS&W, precio de crudo de referencia WTI.

Actualmente el proceso de producción tiene consigo para todos los campos del bloque Cubiro, un transporte del agua de formación asociada a la producción de crudo, desde las plataformas de los pozos hasta la estación recolectora principal llamada “Estación Careto”, donde se realiza el tratamiento y disposición final de esta agua en el subsuelo a la formación Guadalupe mediante un sistema de inyección en los pozos Careto Inyector y la Morita Inyector.

En la actualidad, el campo Copa lo comprenden las plataformas de Estación Copa, Copa B, Yarumo y Sahino. El bloque Cubiro hace parte de los activos de la empresa Pacific Stratus y se encuentra localizado en los municipios de San Luís de Palenque y Trinidad en el departamento de Casanare, limitado por el río Pauto, al sur oriente del Bloque Cubiro.

Las plataformas hasta el cierre de análisis del proyecto, están comprendidas por los pozos relacionados en la siguiente tabla, para los cuales se realizó una simulación de declinación y curvas de producción de agua y aceite, con el fin de evaluar la viabilidad de implementación de un proyecto de inyección de agua de formación en el área del mismo campo Copa, ya que hoy día, el tratamiento y disposición se realiza en la estación del Campo Careto, ubicado al Nor-oriente del Bloque Cubiro, a aproximadamente 35 Kms de distancia, trayendo consigo un costo de transporte del agua de formación inmerso dentro de los costos operacionales de producción de levantamiento / barril de crudo producido.

En las tablas dadas a continuación, se resumen las plataformas y los pozos pertenecientes a cada plataforma.

Tabla 4. Pozos pertenecientes a Campo Copa

| PLATAFORMA COPA B | PLATAFORMA YARUMO | PLATAFORMA SAHINO | PLATAFORMA COPA ESTACIÓN |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| COPA B1 | COPA A SUR 1 | COPA A NORTE 1 | COPA 1 |
| COPA B2 | COPA A SUR 2 | COPA A NORTE 3 | COPA 2 |
| COPA B3 | COPA A SUR 3 | | COPA 3 |
| COPA B4 | COPA A SUR 4 | | COPA 4 |
| | COPA A SUR 5 | | COPA 5 |
| | COPA A SUR 6 ST | | |

Tabla 5. Histórico de ingreso de pozo a producción

| FRECUENCIA DE PERFORACIÓN DE POZOS | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|-------|-------------|------------|-------|-------------|------------|-------|----------------|------------|-------|--------------|-------|
| Fecha de ingreso a producción | Copa Estación | | | Copa B | | | Sahino | | | Yarumo | | | total |
| | pozos Acum | Pozos | Nombre pozo | pozos Acum | Pozos | Nombre pozo | pozos Acum | Pozos | Nombre pozo | pozos Acum | Pozos | Nombre pozo | |
| 8/20/2012 | 1 | 1 | Copa 1 | | | | | | | | | | 7 |
| 8/20/2012 | 2 | 1 | Copa 2 | | | | | | | | | | 7 |
| 8/20/2012 | 3 | 1 | Copa 3 | 1 | 1 | Copa B 1 | | | | 1 | 1 | Copa a Sur 1 | 7 |
| 8/20/2012 | 4 | 1 | Copa 4 | | | | | | | | | | 7 |
| 8/20/2012 | 5 | 1 | Copa 5 | | | | | | | | | | 7 |
| 10/5/2012 | | | | 2 | 1 | Copa B 2 | | | | | | | 8 |
| 11/7/2012 | | | | 3 | 1 | Copa B 3 | | | | | | | 9 |
| 12/19/2012 | | | | 4 | 1 | Copa B 4 | | | | | | | 10 |
| 12/25/2012 | | | | | | | | | | 2 | 1 | Copa A Sur 2 | 11 |
| 1/30/2013 | | | | | | | | | | 3 | 1 | Copa A Sur 3 | 12 |
| 3/8/2013 | | | | | | | | | | 4 | 1 | Copa A Sur 6 | 13 |
| 4/6/2013 | | | | | | | | | | 5 | 1 | Copa A Sur 4 | 14 |
| 4/9/2013 | | | | | | | 1 | 1 | Copa A Norte 1 | | | | 15 |
| 5/5/2013 | | | | | | | 2 | 1 | Copa A Norte 3 | | | | 16 |
| 5/10/2013 | | | | | | | | | | 6 | 1 | Copa A Sur 5 | 17 |
| TOTALES | | 5 | | | 4 | | | 2 | | | 6 | | 17 |

3.3 GENERALIDADES DE PRODUCCIÓN DEL CAMPO COPA

Para dar una idea del comportamiento del campo y una visión global del proyecto desde el punto de vista de la producción, en la mayoría del área del llano, los campos producen con rápido incremento de agua de formación asociada a la producción de crudo, por tener como sistema de empuje natural, acuíferos activos los cuales son grandes cuerpos de agua continuos encontrados en la roca almacenadora que se encuentran en contacto con el crudo y hacen que se produzca grandes cantidades de agua de formación, adicionalmente, las campanas de perforación del bloque han incrementado, requiriéndose con ello, un mayor control y autonomía para el sistema de producción del campo de una forma tal que se garantice la continuidad en la producción mediante el manejo y disposición, sea cual sea su fin, de los fluidos recuperados en superficie provenientes del subsuelo. Es importante conocer que iniciada la producción de crudo con agua, no existe ningún tipo de tratamiento que reduzca el corte de agua, por el contrario, tiende a incrementar hasta incluso alcanzar casi un 100% agua, sin embargo, el corte hasta donde el pozo permanece en producción cuando las

cantidades de agua son grandes, es definido por el límite económico que la empresa operadora determine como rentable ya que los costos de levantamiento (así llamado a todo el proceso de producción completo) deben incluir la recolección de los fluidos producidos (capacidad en superficie), tratamiento (acondicionamiento del crudo y agua a parámetros exigidos por el mercado y los entes regulatorios) y disposición final (entrega ya sea a venta y/o vertimientos, riego, inyección, transportes, entre otros...).

El agua de formación, es un producto asociado a la producción de crudo sin valor comercial alguno, que además de generar costos, incrementa paulatina o rápidamente según el sistema de levantamiento con el que se le ayude a los fluidos contenidos en el pozo a salir a superficie, la cercanía al punto de contacto agua-aceite, actividad de la capa de agua de empuje que tenga cada pozo.

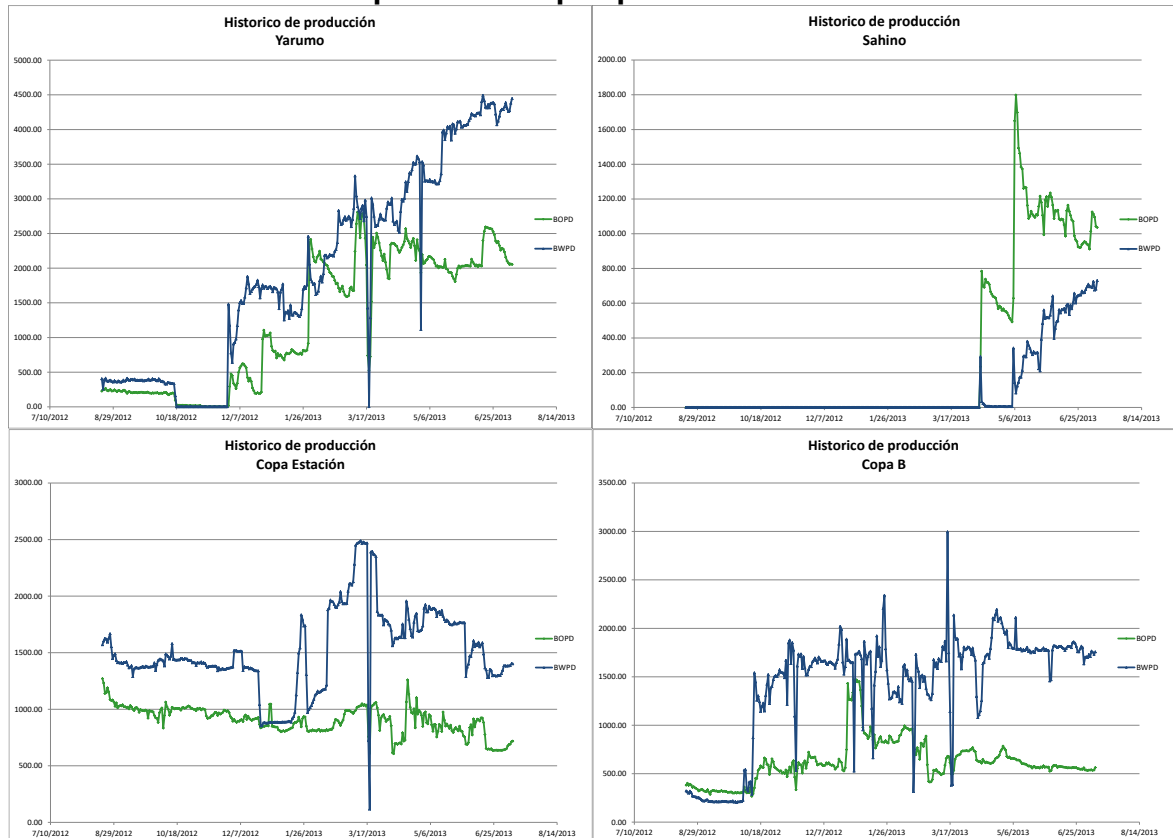
Normalmente, los comportamientos de producción y fluidos producidos para un mismo campo suelen ser parecidos ya que se basa teóricamente en el supuesto de encontrarse en un mismo bloque con formaciones arealmente continuas. Para el caso en análisis, el sistema de levantamiento que opera en los pozos de Copa, es bombeo electro sumergible por tratarse de crudo liviano con poco contenido de gas (casi nulo) y de finos.

Al poner un pozo en producción, se requiere realizar disposición final tanto para el crudo, dado en venta posterior a un tratamiento de puesta a punto en condiciones comercialmente exigidas por el mercado, como para el agua. Este segundo fluido asociado al crudo, el cual es de nuestro interés para el desarrollo del proyecto de inversión, debe ser dispuesto donde y como la reglamentación ambiental legal vigente lo apruebe a través del Plan de Manejo Ambiental (PMA) dado para cada bloque, lo cual trae consigo costos mandatorios, asociados a la producción de crudo para lograr una rentabilidad a partir del crudo extraído posterior a los descuentos de costos y gastos operacionales, administrativos, de mantenimiento, de inversión por responsabilidad social, entre otros que finalmente se requieren para producir.

Es por ello que el proyecto inicia con una recopilación de datos y análisis de los mismos, donde se da un diagnóstico de las condiciones actuales del campo, ventajas y desventajas del sistema actual para finalmente plantear un manejo y optimización del proceso dado en la actualidad enfocado únicamente al manejo, tratamiento y disposición final del agua de formación.

Como primera medida, se realizó una recopilación del histórico de producción para analizar el comportamiento de declinación de los pozos, es decir, el decremento de producción de crudo y el incremento de aporte de agua de los pozos de cada una de las plataformas. Para efectos prácticos del comportamiento de las curvas de declinación, en cada plataforma fueron agrupados los pozos y graficadas para lograr un mayor entendimiento de tales comportamientos.

Ilustración 3. Curvas de producción por plataformas

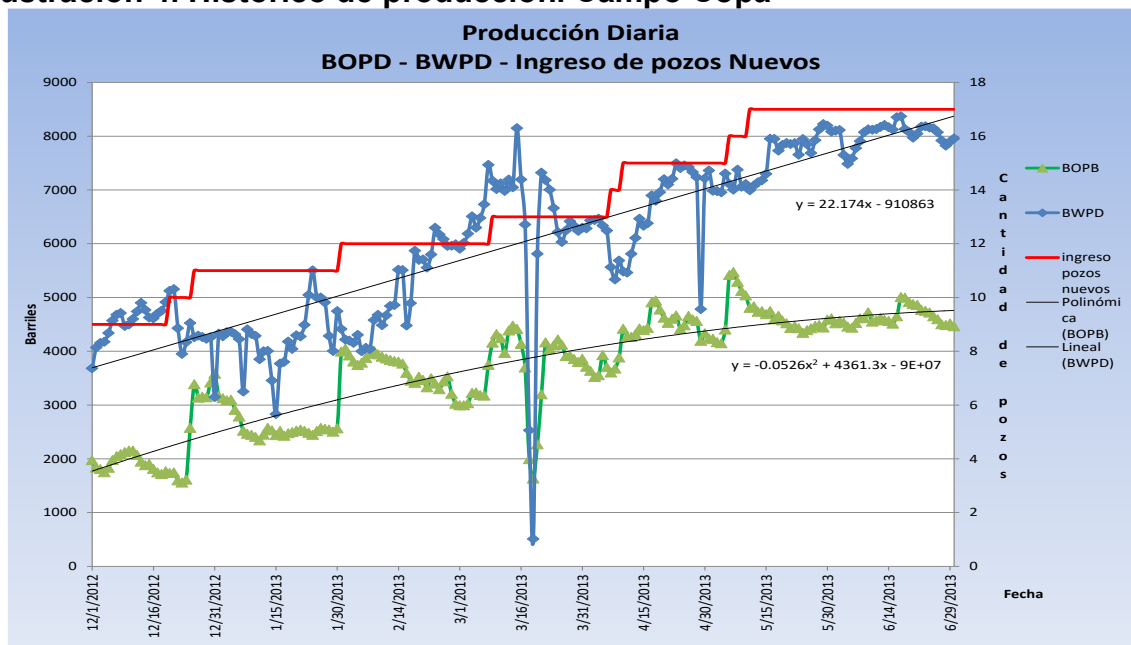


En las curvas de producción para cada plataforma, se observa claramente el incremento en la producción de agua con el tiempo de producción, las varianzas vistas como picos fuertes, son consecuencia de cambios en los parámetros de producción (incrementos o reducciones de las frecuencias de las bombas electrosumergibles que causan mayor o menor producción de fluidos totales) los cuales son hechos por el personal de producción según condiciones muy propias de la empresa y están ligadas a condiciones operacionales en superficie como capacidades, mantenimientos, cierres temporales, cambios en el proceso de producción, inclusión al sistema de un pozo nuevo, entre otros que no serán de discusión para el análisis requerido en esta monografía o simplemente comportamiento propio del pozo. Sin embargo el factor común de rápido

incremento del corte de agua, es visiblemente apreciable en cada una de las curvas de producción dadas y de forma no tan proporcional, también se observa un decremento del corte de crudo.

En cuanto a la producción agrupando las curvas de producción anteriores en una sola para analizar todo en conjunto como un campo, la siguiente gráfica muestra un promedio diario de producción de agua y crudo con los ingresos de nuevos pozos. De esta gráfica se puede apreciar que el aporte de agua, visto como un solo campo, tiende a incrementar de forma más acelerada que el crudo. La curva de crudo, está afectada directamente por el efecto que tienen los pozos al comenzar su etapa productiva donde se inicia con alto corte de crudo y poco a poco, el porcentaje de agua va incrementándose por efectos de los fluidos como movilidad, parámetros de producción entre otros.

Ilustración 4. Histórico de producción. Campo Copa

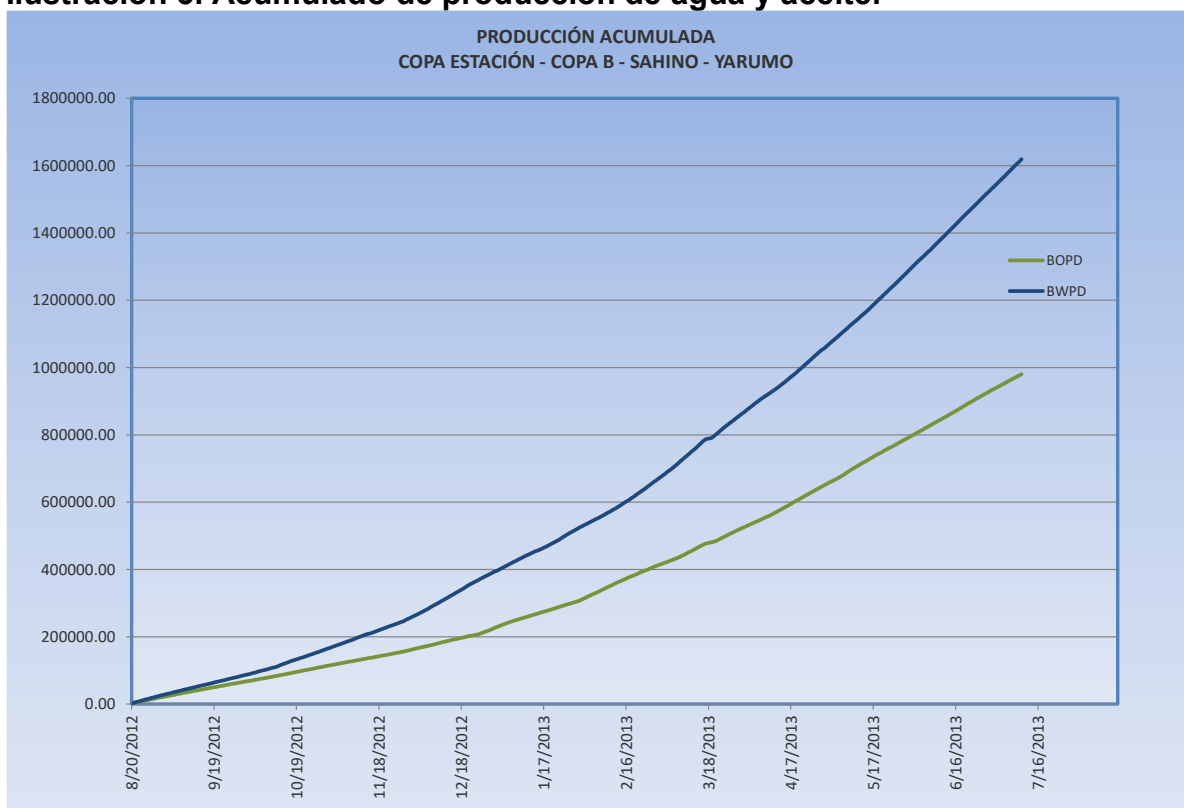


De la gráfica anterior se observa que en un periodo de 7 meses se da un ingreso promedio de pozos cada 1.5 meses aproximadamente, lo cual refleja el resultado de una activa y exitosa campaña de perforación y apalanca aún más, la importancia de implementación de un sistema más autónomo e independiente donde se evalúen y optimicen los recursos dados en el proceso productivo de extracción y producción de crudo del campo Copa. Sin embargo, los futuros pozos a perforar en estas plataformas, no serán incluidos en nuestro análisis por tenerse

como información posible (depende de muchos factores el perforar o no nuevos pozos y se sale del alcance de nuestra monografía).

Mediante la siguiente gráfica, se puede observar las “tendencias” más claramente en un acumulado de los históricos de producción dada a continuación. Estos valores solo son tenidos en cuenta para ver tendencias debido a que son acumulados, sin embargo atenúan los picos y por ende pueden dejar ver un poco mejor el incremento del agua de formación con el tiempo.

Ilustración 5. Acumulado de producción de agua y aceite.



3.4 PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DEL CAMPO COPA

Con los datos del histórico de producción recolectados, se realizó una simulación estimando una proyección de fluido total producido, agua y crudo a cinco años, con el fin de estimar un volumen de agua a transportar y estimar los costos de transporte asociados a este volumen para evaluar técnica y económicamente los siguientes tópicos:

1. Diseño de la planta de tratamiento de agua (Capacidad Nominal de la planta).
2. Alcance del pozo inyector (presiones y caudales de inyección).
3. Diseño de las líneas de interconexión.
4. Parámetros del agua de formación a inyectar a la entrada y salida de la planta de tratamiento según reglamentación del estado.

A continuación se presenta el resumen de la proyección realizada en un periodo de cinco años (tomando el primer año como año cero).

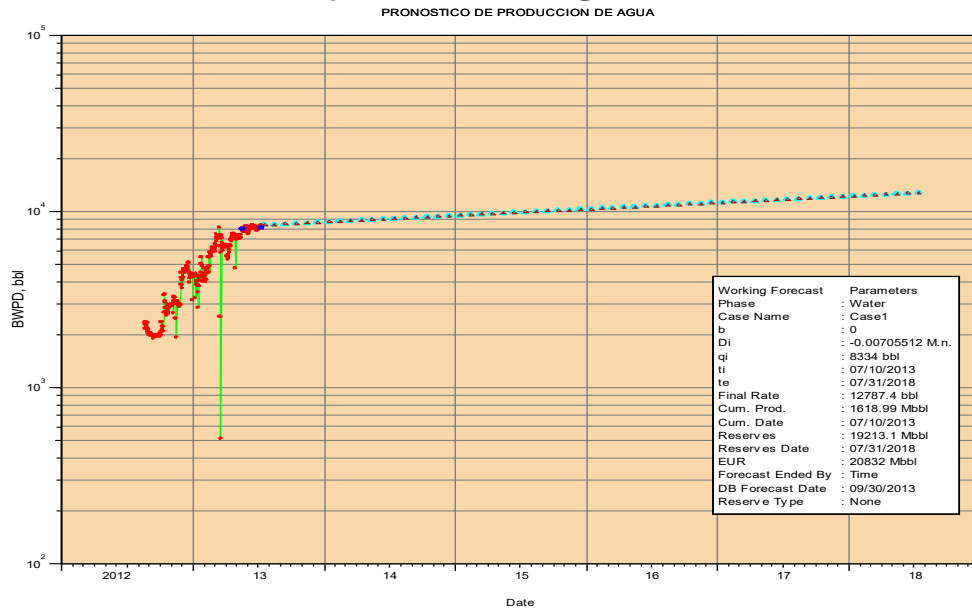
Tabla 6. Pronóstico de producción de agua

| Campo | Cierre anual | Proyección de Producción de agua BWPD [bls] |
|--------------|---------------------|--|
| COPA | Año 1 | 2296.00 |
| COPA | Año 2 | 8412.60 |
| COPA | Año 3 | 9155.31 |
| COPA | Año 4 | 9963.60 |
| COPA | Año 5 | 10845.75 |
| COPA | Año 6 | 13165.92 |

La simulación y pronóstico hecho a partir de los datos históricos de producción fue dado del 2013 al 2018 con límite máximo en corte de agua de 80% de BS&W, un valor bastante conservador teniendo en cuenta el método de simulación empleado y además, que los cortes de agua del bloque están alrededor del 90% de BS&W para los pozos al límite económico, más por capacidad en superficie que por otra razón, sin embargo se determinó ese valor como aceptable. Según la simulación realizada, al cierre del año 6, la simulación arrojó un máximo volumen total de agua de formación diario de 13166 BWPD (Barels of Water Per Day) con el cual se trabajó todo el análisis económico en los costos variables, dados en función de la cantidad de agua producida.

Estos resultados fueron graficados en semi-log arrojando la siguiente gráfica de pronóstico de producción de agua.

Ilustración 6. Pronóstico de producción de agua



La siguiente tabla muestra los valores simulados mes a mes con los cuales se realizaron los cálculos en la evaluación económica.

Tabla 7. Pronóstico mensual de producción de agua de formación

| BWPM | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Mes 1 | 26,505 | 260,550 | 292,665 | 308,586 | 335,907 | 365,563 |
| Mes 2 | 59,391 | 253,934 | 276,352 | 300,750 | 327,378 | 356,281 |
| Mes 3 | 80,874 | 264,260 | 287,590 | 312,980 | 340,691 | 370,769 |
| Mes 4 | 92,063 | 257,550 | 280,287 | 305,033 | 332,040 | 361,354 |
| Mes 5 | 137,760 | 268,023 | 291,685 | 317,437 | 345,542 | 376,048 |
| Mes 6 | 132,023 | 269,956 | 293,789 | 319,726 | 348,034 | 378,760 |
| Mes 7 | 142,566 | 245,504 | 267,178 | 301,185 | 316,510 | 344,453 |
| Mes 8 | 196,612 | 273,673 | 297,834 | 324,204 | 352,826 | 383,975 |
| Mes 9 | 195,343 | 266,723 | 290,271 | 315,971 | 343,867 | 374,225 |
| Mes 10 | 233,681 | 277,570 | 302,075 | 328,820 | 357,850 | 389,443 |
| Mes 11 | 241,009 | 270,522 | 294,405 | 320,471 | 348,763 | 379,554 |
| Mes 12 | 256,605 | 272,409 | 306,376 | 333,502 | 362,946 | 394,989 |
| Volumen de agua producida anualmente | 1,794,432 | 3,180,671 | 3,480,508 | 3,788,665 | 4,112,353 | 4,475,414 |

3.5 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN

Para viabilizar un proyecto de inyección tipo disposal como el propuesto en este documento, las empresas operadoras del sector de hidrocarburos, deben cumplir ciertos requisitos legales y técnicos de estricto cumplimiento ante el ministerio de minas y energía, Asociación Nacional de Licencias Ambientales ANLA y otros entes gubernamentales, donde se evalúa la ejecución de un proyecto de inyección de agua de formación con base en factores como admisibilidad de la formación receptora, pruebas de inyección, capacidad en superficie en potencia, capacidades de tratamiento y almacenamiento, entre otros, así mismo, se debe presentar un formato llamado Forma 10 CR donde se solicita la aprobación tras el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Perforar y/o realizar conversión a un pozo inyector
- Informar las características geológicas y petrofísicas de la formación receptora
- Realizar prueba de inyectividad en la formación propuesta como formación receptora
- Informar al MME los resultados de la prueba de inyección de agua de producción
- Con los resultados de las pruebas, solicitar aprobación del proyecto de inyección de agua.
- Informar la compatibilidad de fluidos de inyección con fluidos contenidos en el pozo.

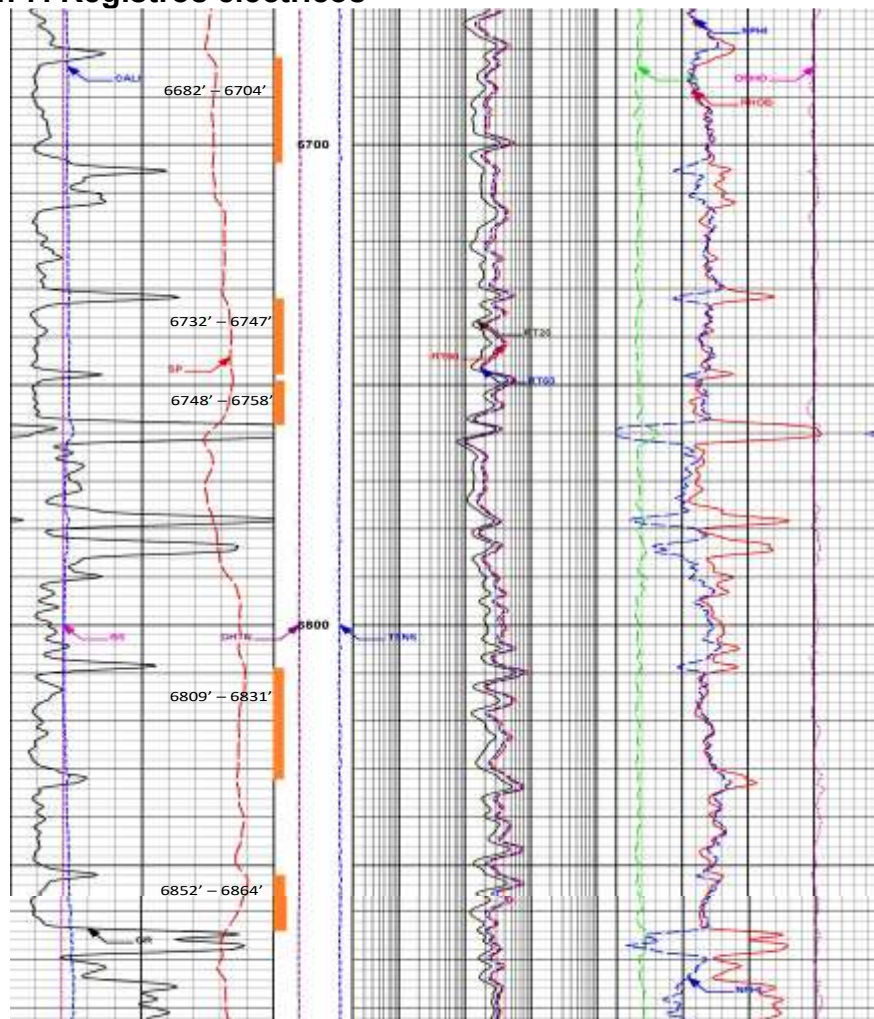
3.5.1 Perforación pozo inyector El diseño y la construcción de un pozo inyector son factores claves para alcanzar el objetivo de inyección de agua ya que es quien da la conexión entre la superficie y la formación almacenadora a miles de pies por debajo del nivel del suelo (Ground Level). Debido a las fuertes condiciones de presión y caudales a los que son sometidos, estos pozos deben ser diseñados con elementos de mayor resistencia a las condiciones estimadas para producción, basado las condiciones reales se conocen tras efectuar las pruebas y previamente en supuestos (aunque una gran guía son los gradientes de presión manejados durante la etapa de perforación ya que normalmente la perforación se realiza en sobrebalance a la presión de formación).

Durante la perforación del pozo, se toman registros eléctricos en hueco abierto, es decir, antes de recubrir las paredes del pozo con tubos de revestimiento de alta resistencia a la compresión (efecto que causa la presión de la formación sobre las paredes de la tubería de revestimiento) y al estallido (corresponde a la presión causada por el fluido bombeado hacia las paredes internas de la tubería de

revestimiento, sumado a la presión hidrostática que causa la densidad del fluido en función de la profundidad) para evaluar e interpretar las propiedades de la roca receptora.

En la siguiente ilustración se observa que las zonas seleccionadas para realizar el cañoneo (procedimiento que se hace con cargas explosivas para abrir comunicación entre el pozo, es decir, al interior del revestimiento y la formación) corresponde a paquetes de arena por tener mejor permeabilidad y porosidad y por ende, mejores condiciones para recibir el agua de formación a inyectar (la deflexión de la primera curva de izquierda a derecha, llamada Gamma Ray "GR", la cual se interpreta que a bajos valores corresponde a arenas y a valores altos a arcillas ya que la herramienta realiza una medición indirecta de la reacción de las arcillas).

Ilustración 7. Registros eléctricos



3.5.2 Prueba de inyectividad Esta prueba requerida dentro de los requisitos a presentar por parte de la operadora, se realiza posterior al cañoneo de las formaciones y corrida de tubería por la cual se va a realizar la inyección, en superficie, se realiza la conexión del arreglo de bombas con las cuales se va a realizar la prueba, con el árbol de inyección.

A continuación se muestra una ilustración de un árbol de inyección.

Ilustración 8. Cabezal o árbol de inyección

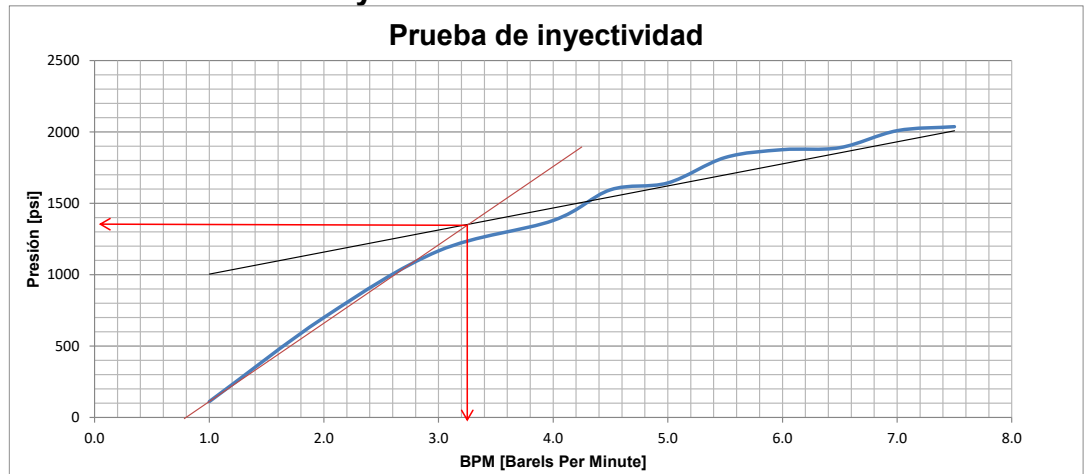


La prueba consta de bombes escalonados de algún tipo de salmuera (para no generar incompatibilidades con los fluidos contenidos en la formación) a diferentes ratas en periodos cortos de tiempo, normalmente 10 minutos donde se registra la presión correspondiente a cada caudal de bombeo. Al realizar una gráfica del caudal (normalmente dado en Barriles Por Minuto BPM) versus la presión que alcanza el sistema (normalmente dado en Psi) se observa un comportamiento lineal que corresponde a la etapa elástica donde la roca recibe el fluido inyectado al caudal de prueba al continuar incrementando el caudal y la presión en fondo alcanza la presión de fractura admitida por la roca, en este punto, la roca reduce su capacidad de admisibilidad por encontrarse cerca a su límite de fractura y pasa a un comportamiento plástico y ruptura de la roca donde se crean canales preferentes de flujo.

El ministerio de minas y energía admite para pozos disposal, el bombeo de fluidos que para este caso corresponde a agua de formación, por encima de la presión de

fractura, teniendo en cuenta que estos canales formados por los altos bombeos, no interfieran con las zonas de producción del campo ni con aguas superficiales. Para ello se realizan análisis de las curvas de presión obtenidas y monitoreos continuos a cuerpos de agua cercanos y comportamientos anormales de los pozos que se encuentran en producción.

Ilustración 9. Prueba de inyektividad



3.5.3 Caracterización geológica de la Formación La formación receptora donde se planea realizar la disposición del agua de formación debe tener en general, características de roca almacén, es decir, capacidad de recibo representada en alta porosidad e interconexión entre esos poros denominada permeabilidad. Para dar una idea de más clara de lo expuesto se presenta la descripción geológica de la formación Guadalupe la cual está compuesta en su parte superior e inferior por capas gruesas de cuarzoarenita de grano fino a medio, subredondeadas, buena selección, de ambiente marino-deltaico. El miembro medio está compuesto por capas medias a delgadas de arcillolitas negras marinas con intercalaciones de limolitas grisáceas, para los Pozos La Morita 1 y Careto 1 Inyector presentó las siguientes caracterizaciones, en las cuales nos basamos para la construcción del Pozo inyector ya que nuestros pozos pertenecen al mismo Bloque.

- Pozo La Morita 1

La Formación Guadalupe presenta un espesor de 389 pies compuesta por al menos 4 niveles masivos arenosos de ambiente marino somero, sub redondeados a sub angulares, con buena selección. Presentan manifestaciones de hidrocarburos hacia el tope. La porosidad estimada es de aproximadamente 28% y permeabilidades que superan los 1darcy.

- Pozo Careto-1

La Formación Guadalupe Careto-1 presenta un espesor de 369 pies definida entre los intervalos (MD) 6438' y 6069'. A diferencia del pozo La Morita, la Formación aquí es más arenosa, presentan al menos 6 niveles masivos arenosos que de igual forma son de ambiente marino somero posiblemente Frente de Playa, generalmente Cuarzoarenitas de grano medio a grueso, sub redondeados a sub angulares, con buena selección. Presentan manifestaciones de hidrocarburos hacia el tope. La porosidad estimada es de aproximadamente 28-30% y permeabilidades que superan los 1darcy.

3.6 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ACTIVIDADES DE INYECCIÓN

Otro tipo de requerimientos internos aplicados en el desarrollo del proyecto son:

- Resultados prueba de presión “fall-off”
- Facilidades de inyección
- Sistema de inyección
- Tratamiento agua de inyección
- Plan de monitoreo de la prueba piloto
- Cronograma de ejecución de la prueba piloto

Con el objeto de minimizar labores y costos en el bloque Cubiro, por transporte de agua crudo hacia la estación principal CARETO; se pretende implementar las siguientes actividades en el proyecto, que incluye la perforación del pozo, para la puesta en funcionamiento de los sistemas de inyección, realizar la disposición de los residuos líquidos provenientes de la operación en éste bloque; describiendo las actividades propias para la puesta en marcha de las facilidades de inyección.

Se describe las actividades propias para la ejecución de las facilidades de inyección, aclarando que en el momento en que se realice el mantenimiento del sistema de inyección, la disposición se realizará con otras alternativas previamente autorizadas; teniendo en cuenta el marco legal y la normatividad, otorgada por los entes ambientales competentes.

3.6.1 Organización del proyecto El objetivo de la propuesta es brindar la posibilidad de ejercer mayor control de las operaciones y procedimientos en lo referente a la producción del área del campo con el tratamiento y disposición del agua de formación en un pozo disposal en el área, optimización y mejor control de costos operacionales y de producción, administrado por el área del producción del campo.

3.6.2 Flujograma y cronograma de actividades A continuación se describe en un diagrama de flujo, las actividades que se desarrollan durante la fase de Instalación de facilidades de inyección y pruebas del sistema de inyección. Realizando una proyección al tiempo que nos de la viabilidad del proyecto, demostrando los costos operaciones que se pueden generar.

Tabla 8. Etapas del proyecto

| Actividades | Meses | | | | | |
|--|-------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Adecuación del área con obras civiles para la perforación del Pozo Inyector | | | | | | |
| 2. Construcción de Líneas de 4" de interconexión entre Plataformas | | | | | | |
| 3. Perforación de pozo inyector | | | | | | |
| 4. Pruebas de inyectabilidad | | | | | | |
| 5. Adecuación del área Con obras civiles para Instalación de las Facilidades | | | | | | |
| 6. Montaje de Facilidad y Sistema de Inyección | | | | | | |
| 7. Puesta en marcha del Proyecto | | | | | | |

3.6.3 Adecuación del Sitio de las Facilidades de Inyección Con el fin de inyectar el agua bajo parámetros en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y licencias ambientales del bloque; se realizará la instalación de los equipos necesarios.

Ilustración 10. Adecuación de locación



3.6.4 Descripción de la Planta de Tratamiento

- Celda U.T.A

Es el primer equipo que conforma el sistema de tratamiento, trabaja a presión atmosférica, está dividido en dos compartimientos cada uno con un bolsillo de 9 Bls de capacidad y tiene una capacidad de procesar 15000 BWPD; la función principal es realizar el proceso de separación del aceite libre del agua que ingresa al sistema. La función del segundo compartimiento de la Celda UTA es realizar la separación de borra que se forma por la reacción de productos químicos (clarificador y floculante).

Ilustración 11. Vista externa e interna del UTA



- Tanque de recuperación de crudo

Tanque con capacidad de 80 BLS en donde se almacena el crudo recuperado, proveniente del desnate de la Celda UTA 1, para ser enviado posteriormente al Gun Barrel de producción.

Ilustración 12. Tanque de recuperación de crudo



- Tanque de lecho de secado

Tanque con capacidad de 200 BLS, en este tanque se almacena y se deshidrata la borra producida en la Celda UTA 2, para ser enviada posteriormente en carro tanques a tratamiento en planta externa.

Ilustración 13. Tanque de lecho de secado



- Tanque de almacenamiento de agua tratada

Tanque con capacidad de 200 BLS de agua tratada que se usa para la alimentación del sistema de microburbuja.

Ilustración 14. Tanque de almacenamiento de agua tratada



- Sistema de Microburbuja

Sistema compuesto por una turbina regenerativa diseñado para producir burbujas que ayudan a la separación del aceite del agua, el sistema es utilizado en los dos compartimientos de la Celda UTA.

Ilustración 15. Sistema de microburbuja



3.6.5 Elementos para el montaje de la Planta de Inyección

- Bomba de inyección

Ilustración 16. Bomba de inyección



- Medidor de Flujo
- Terminal gráfico/PLC –Variador de frecuencia

Ilustración 17. Variador de frecuencia



- Bombas Booster (transferencia) y Bulkdrum para el tratamiento químico

Ilustración 18. Bombas de transferencia y químicos



- Generadores (el principal y el de respaldo)
- Sistema de filtración
- Accesorios de medición y control como manómetros, medidores de flujo, equipos de laboratorio entre otros.

Adicional a todo lo descrito anteriormente, existen otro tipo de elementos como generador, equipos de respaldo o back up's que se deben incluir tanto en el diseño como en los costos, pues son quienes garantizarán la continua operación del sistema. Así mismo hacen parte en igual importancia las conexiones eléctricas, mecánicas y líneas de flujo para interconectar todos los elementos y garantizar su funcionamiento durante el desarrollo del proceso de inyección.

Por fuera del sistema, también debe existir un laboratorio para análisis y control de las propiedades del agua al inicio y final del proceso de limpieza del agua de formación, así como oficinas y adecuaciones para el equipo de trabajo a cargo del desarrollo de estas operaciones.

3.8 MONITOREO REQUERIDO PARA INYECCIÓN

Adicionalmente se debe presentar al ANLA (Agencia Nacional de Licencias Ambientales) el PMA (Plan de Manejo Ambiental) del pozo para realizar seguimiento por medio de los ICAS (Informes de Cumplimiento Ambiental).

La siguiente tabla relaciona los monitoreos que se deben realizar exigidos por la ley.

Tabla 9. Monitoreo de Inyección

| Fuente | Tipo de data | Frecuencia |
|-------------|---|--|
| Yacimiento | Prueba de presión "Fall-off" Presión estática Volumen de agua inyectado | Anual Anual Semestral |
| Pozo | Tasa de inyección Volumen de agua inyectada Prueba de inyectividad Grafico "Hall plots" Daño de formación Taponamiento de perforaciones Corrosión | Mensual Mensual Semestral Semestral Anual Anual Anual |
| Facilidades | Presión de inyección Tasa de inyección Presencia de gases corrosivos disueltos Corrosión (cupones y tasa de corrosión) Contenido de crudo Contenido de sólidos disueltos y suspendidos PH Programa de tratamiento para asegurar calidad agua aceptable | Mensual Mensual Semestral Semestral Semestral Semestral Semestral Semestral |

El agua bombeada inicialmente pasará por un proceso de filtrado y tratamiento químico para alcanzar los parámetros exigidos bajo resolución ambiental que garanticen la integridad del pozo.

Para medir el volumen de agua inyectado en la Formación Guadalupe se usará un medidor que cuantifique en tiempo real los barriles que entren en la formación receptora. Se tiene proyectada la inyección máxima de 15.000 bwpd a una presión de 1050 psi en superficie.

4. EVALUACIÓN AMBIENTAL

A continuación se presenta la identificación y valoración de los diferentes impactos generados por las actividades propias para la puesta en marcha de las facilidades de inyección, definidas como adecuación, inyección, desmantelamiento y abandono. Dicha valoración parte del análisis integrado de las características técnicas del proyecto propuesto, los atributos y dinámica de los componentes ambientales de la zona de estudio.

En esta sección se identifican y evalúan los aspectos e impactos ambientales, que potencialmente pueden generarse por las actividades de inyección en el pozo Copa Inyector. Es importante anotar que con las medidas de manejo que se plantean y bajo el marco de las políticas de Gestión Ambiental de PSE, estos impactos serán manejados apropiadamente.

Dentro del proceso de evaluación se considera la dinámica actual de los elementos del medio ambiente que están siendo afectados por las actividades que se desarrollan actualmente en la región (escenario sin proyecto); de igual manera se identifican los posibles impactos que se causarían por la ejecución del proyecto (escenario con proyecto), mediante la evaluación de los impactos sobre los componentes físico, biótico y social.

Para el escenario sin proyecto, se utilizó una metodología AD-HOC, donde se realizó una caracterización de la problemática ambiental actual de la zona.

Para el escenario con proyecto, se empleó una adaptación a la Metodología RAM, la cual se contempla dentro de los procedimientos para la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales (ECOPETROL S.A., 2003)¹.

4.1 ESCENARIO SIN PROYECTO

A partir de la revisión de los estudios disponibles sobre la situación actual de los componentes ambientales del área de influencia, la elaboración de la línea base ambiental y la verificación en campo, se realizó la identificación de todas las

¹ ECOPETROL S.A., 2003. Metodología Evaluación de Impactos Ambientales y Valoración de Riesgos

actividades que actualmente ejercen presión sobre el medio y que durante los próximos años, seguirán causando deterioro ambiental.

4.1.1 Actividad petrolera en el área del proyecto El pozo Copa Inyector se encuentran ubicado en el Bloque exploratorio Cubiro en donde en la actualidad se llevan a cabo actividades de exploración y explotación.

Las actividades de exploración y explotación que actualmente se desarrollan dentro del bloque Cubiro generan tanto impactos negativos como positivos entre los que se encuentran la afectación del entorno con el subsecuente desplazamiento de algunas especies faunísticas por la pérdida de los hábitat naturales, la afectación del suelo por un deterioro en su calidad debido a la presencia de elementos contaminantes y de forma colateral, también se afecta el recurso hídrico. Las emisiones atmosféricas también son causa de contaminación.

Dentro de los impactos positivos, la inversión en la construcción y adecuación de vías, el apoyo en aspectos de servicios sociales, la ayuda a la comunidad infantil para suplir su dieta alimentaria, el ofrecimiento de puestos de trabajo para el desarrollo de proyectos cuando se requiere, etc., son factores representan un elemento de gran importancia dentro de la comunidad, en especial si se tiene en cuenta el grado de abandono por parte del Estado.

4.1.2 Problemática Ambiental Actual A partir de la superposición de todas las actividades identificadas durante el trabajo de campo como el establecimiento de viviendas, prácticas ganaderas, remoción de cobertura vegetal, disposición de residuos sólidos y líquidos y la revisión bibliográfica, se realizó el análisis de la problemática ambiental actual del área de Influencia del proyecto.

4.1.3 Establecimiento de viviendas El desplazamiento de los bosques para el establecimiento de viviendas y actividades agropecuarias sin planificación alguna conlleva al detrimento del suelo, la falta de tecnología y asistencia técnica que evite su deterioro hace de esta situación algo irreversible, generando pérdida total de cobertura de amplias zonas de bosque, pérdida de hábitat y corredores de fauna.

4.1.4 Ganadería La zona se dedica primordialmente a la ganadería, generando como principal impacto el sobrepastoreo y la erosión de los suelos. Los cultivos de pancoger son escasos y pequeños, sin embargo hay que tener en cuenta que de acuerdo con el IGAC, 1991, estos suelos no tienen aptitud para la agricultura.

4.1.5 Remoción de cobertura vegetal. Representa una actividad de alto impacto si se tiene en cuenta consideraciones como:

- Cambios sensibles en la cobertura vegetal original con grandes áreas de suelo descubierto y zonas de rastrojos (áreas con regeneración natural).
- Volúmenes relativamente bajos de productividad del suelo que ha desembocado en aprovechamientos forestales de especies que son comercialmente importantes.

Todos los efectos directos sobre la vegetación se traducen en deficiencias de la misma para brindar refugio y oferta alimenticia (hábitat) para la fauna, lo que propicia movimientos migratorios de las poblaciones y pérdida de elementos de importancia ecológica, económica y cultural para la región. La disminución en la diversidad faunística se encuentra asociada con la alteración de las cadenas tróficas debido al proceso de mecanización del suelo y también, las actividades de quemadas han generado el desplazamiento y la muerte de muchos animales. Combustión del material orgánico.

4.1.6 Disposición de residuos sólidos y líquidos Otro factor importante en la problemática ambiental del área es el mal manejo de basuras y las aguas grises y negras, esto debido a que en el área no hay servicio de recolección de basuras, por lo que estas son dispuestas a cielo abierto o son quemadas. Esta práctica es generadora de contaminación de los suelos y de los cuerpos de agua. Por otra parte, no hay servicio de alcantarillado y aunque algunas de las fincas tienen letrinas y pozos sépticos, es común la práctica de verter las aguas grises y negras directamente a los cuerpos de agua más cercanos con el consecuente detrimento de la calidad de las corrientes de agua.

4.2 ESCENARIO CON PROYECTO

El marco metodológico empleado para la valoración de la evaluación ambiental, corresponde a la Metodología RAM adaptada por ECOPETROL S.A. para evaluaciones ambientales. Dicha metodología consiste en determinar la significancia del impacto partiendo de la importancia ambiental, en la cual se asignan valores a los impactos definidos para cada una de las actividades del proyecto; una vez determinada ésta se multiplica por la probabilidad de ocurrencia del evento impactante para establecer la significancia del impacto (ECOPETROL S.A., 2003). Esta variable indica en cuáles impactos se deberá centrar la atención de manera prioritaria para la formulación de las Medidas de Manejo Ambiental

para las actividades propias para la puesta en marchas de las facilidades de inyección.

4.2.1 Descripción de Metodología para evaluación de Impactos Con Proyecto

A continuación se describen las etapas de la determinación de los aspectos e impactos ambientales y su significancia ambiental.

4.2.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales Como una etapa inicial es necesario identificar los aspectos e impactos relacionados con las actividades de inyección, teniendo en cuenta este escenario, se identifican las respectivas actividades, los aspectos ambientales y se determina una aproximación de los posibles impactos. El proceso de identificación tiene cinco (5) etapas generales, las cuales son:

- ✓ Identificación de Actividades del Proyecto: Descripción resumida de cada una de las actividades relacionadas con la inyección.
- ✓ Determinación de Recursos Naturales Requeridos: Se identifican las necesidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos por las actividades.
- ✓ Identificación de Necesidades Energéticas: Relación de insumos energéticos necesarios para las actividades (combustibles, fuentes de aprovisionamiento, energía, entre otros).
- ✓ Inventario de Residuos Generados por la Actividad: Relación de tipo de residuos generados por las actividades (residuos domésticos, industriales, especiales, entre otros) que puedan ser causantes de impactos negativos en el medio.
- ✓ Identificación de Accidentes Tecnológicos o Incidentes de Contaminación: Descripción de un panorama de riesgos asociado a las actividades de inyección.

4.2.3 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales Para determinar la significancia de los aspectos e impactos ambientales se siguieron los siguientes pasos:

4.2.3.1 Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA) La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los parámetros de Magnitud, Extensión, Duración, Reversibilidad, Recuperabilidad y Acumulación,

que se evalúan conforme a los criterios de la siguiente tabla. Los valores de Importancia del Impacto Ambiental, se obtienen a partir de las sumas de las calificaciones correspondientes a Magnitud, Extensión, Duración, Reversibilidad, Recuperabilidad y Acumulación.

Tabla 10. Criterios para evaluación de la importancia del impacto ambiental (IMA)

| MAGNITUD (MAG) | | |
|---|---------------|---|
| Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Trata sobre la gravedad de las consecuencias | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Baja | 1 | <p>Efectos ambientales y económicos no significativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación térmica (descargas 0,5 °C o más por encima de la temperatura del cuerpo receptor y menor a 40 °C) • Ruido de fondo al que se esté expuesto en forma continua (8 horas, hasta 70 DB) • Residuos sólidos no peligrosos almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente. |
| Moderada | 2 | <p>El efecto no compromete los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (menos de 100 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descargas con parámetros de DBO5 (Demanda Bioquímica de oxígeno) mayores a 250 mg/l y/o SST (Sólidos en Suspensión Totales) mayores a 200 mg/l. • Ruido de fondo al que se esté expuesto hasta por cuatro horas entre 70 y 80 dB). • Residuos Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente. |

| MAGNITUD (MAG) | | |
|--|---------------|--|
| Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Trata sobre la gravedad de las consecuencias | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Media | 3 | <p>El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (entre 100 y 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos Niveles sonoros (entre 80 y 85 dB con exposición hasta por cuatro horas). • Calentamiento Global o Agotamiento de la capa de Ozono por emisión de contaminantes atmosféricos de segundo grado: Anhídrido Carbónico (CO₂), Metano (CH₄), Cloro Fluoro Carbonos (CFCs), Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). • Residuos no Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente. |
| Alta | 4 | <p>El impacto afecta gravemente los recursos naturales, o causa pérdidas económicas significativas (más de 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efluentes líquidos conteniendo ácidos o bases altamente concentrados. • Altos niveles sonoros: 85 dB con 8 hr de exposición, o aumentando de a 5 dB con la mitad del tiempo de exposición (90 dB: 4 hr; 95 dB: 2 hr, 100 dB: 1 hr, etc.). • Gases que pueden causar lluvias ácidas y/o que por su toxicidad, de acuerdo al tiempo de exposición son cancerígenos o pueden causar la muerte (SO₂, NO_x, H₂S, NH₄, Vapores de Plomo, dioxinas y furanos provenientes de procesos de incineración). • Cenizas provenientes de incineradores. Residuos Peligrosos (Corrosivos, Reactivos, Explosivos Tóxicos, Inflamables o Patógenos). |
| EXTENSIÓN (EXT) | | |
| Corresponde al área de influencia del impacto, es decir al área hasta donde tienen manifestación las consecuencias del suceso. | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Puntual | 1 | El impacto se localiza en un espacio reducido (+-5 m de radio), dentro de las instalaciones. |

| EXTENSIÓN (EXT) | | |
|---|---------------|--|
| Corresponde al área de influencia del impacto, es decir al área hasta donde tienen manifestación las consecuencias del suceso. | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Parcial | 2 | El impacto se manifiesta dentro de la instalación, sin salir de ella pero en un área más amplia que la anterior. |
| Extenso | 4 | El impacto tiene manifestaciones fuera de la instalación. |
| DURACIÓN (DUR) | | |
| Corresponde al tiempo de permanencia del impacto | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Fugaz | 1 | Las manifestaciones tienen duración inferior a un mes. |
| Temporal | 2 | Duración entre uno y 12 meses. |
| Prolongado | 3 | El impacto dura entre un año y 5 años. |
| Permanente | 4 | Las consecuencias permanecen por más de 5 años. |
| REVERSIBILIDAD (REV) | | |
| Es una medida del retorno a las condiciones originales, sin el uso de tecnología | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Corto plazo | 1 | El retorno a condiciones originales toma menos de un (1) año. |
| Mediano plazo | 2 | Se requieren de uno (1) a cinco (5) años. |
| Largo plazo | 4 | El retorno a condiciones originales toma más de cinco años. |
| RECUPERABILIDAD (REC) | | |
| Trata sobre la posibilidad de reconstrucción, inducida por el uso de tecnología | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Corto Plazo | 1 | La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año. |
| Mediano Plazo | 2 | Entre uno (1) y cinco (5) años. |
| Largo Plazo | 3 | La recuperación toma más de cinco (5) años. |
| Irrecuperable | 4 | No hay posibilidades de una recuperación. |
| ACUMULACIÓN (ACU) | | |
| Trata sobre la posibilidad que el impacto se acumule con otros de la misma o diferente categoría, o sobre el mismo o diferente componente del medio | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| Simple | 1 | El impacto actúa por sí sólo. La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año. |
| Acumulativo | 2 | El efecto se suma a otros para incrementar el daño. |

| ACUMULACIÓN (ACU) | | |
|---|---------------|--------------------|
| Trata sobre la posibilidad que el impacto se acumule con otros de la misma o diferente categoría, o sobre el mismo o diferente componente del medio | | |
| CALIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
| VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL (IMA) | | |
| El valor asignado a la IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL , corresponde a la sumatoria de las calificaciones asignadas a cada uno de los factores citados en los criterios de evaluación. | | |
| IMA = MAG + EXT + DUR + REV + REC + ACU | | |

FUENTE. ADAPTADA DE: ECOPETROL S.A., 2003. METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

Los valores de Importancia del Impacto Ambiental, se obtienen a partir de las sumas de las calificaciones correspondientes a Magnitud, Extensión, Duración, Reversibilidad, Recuperabilidad y Acumulación.

4.2.3.2 Calificación del impacto (jerarquización de impactos) El resultado final de la evaluación es la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos, como se presenta en la matriz de calificación RAM para evaluar la clasificación del riesgo ambiental y calificar la importancia del Aspecto Real. En la siguiente tabla, se presentan los rangos de calificación de la importancia, donde el mínimo valor de importancia es 6 y el máximo es 22, por lo tanto se utilizará la siguiente tabla de equivalencia para evaluar en la matriz de significancia:

Tabla 11. Rangos de calificación de la importancia del impacto ambiental

| VALORES DE IMPORTANCIA | RANGO DE CALIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | CARACTERÍSTICAS |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------|---|
| 0-6 | 1 | Leve | <ul style="list-style-type: none"> • Daño ambiental leve. Dentro de la compañía y de los sistemas. • Consecuencias económicas insignificantes. |
| 6,1 – 10,0 | 2 | Menor | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación o descarga suficientemente importante para dañar el Medio Ambiente, pero no con efectos duraderos. • Una única violación a los |

| VALORES DE IMPORTANCIA | RANGO DE CALIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | CARACTERÍSTICAS |
|------------------------|-----------------------|-------------|---|
| | | | límites legales o prescritos ó una única queja. |
| 10,1 – 14,0 | 3 | Localizado | <ul style="list-style-type: none"> • Descarga limitada afectando el vecindario y dañando el Medio Ambiente. • Repetidas violaciones de los límites legales o prescritos ó varias quejas. |
| 14,1 – 18,0 | 4 | Mayor | <ul style="list-style-type: none"> • Daños ambientales graves. Se exige a la compañía que tome medidas importantes para llevar el medio ambiente contaminado a su estado original. • Violaciones prolongadas a los límites legales o prescritos, molestia expandida. |
| 18,1 – 22 | 5 | Masivo | <ul style="list-style-type: none"> • Persistentes daños ambientales graves o serias molestias que afectan un área extensa. • Pérdida económica importante para la compañía en términos comerciales, áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza. • Constante y elevada violación de los límites legales o prescritos. |

FUENTE. ADAPTADA DE: ECOPETROL S.A., 2003. METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

4.2.3.3 Frecuencia o probabilidad de ocurrencia (aspectos reales) Una vez obtenida la calificación del impacto se determina la frecuencia con la que ocurre el aspecto ambiental evaluado. Ésta se realiza clasificando cada impacto de acuerdo con los criterios que se describen a continuación y asignándoles una puntuación de 1 a 5, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 12. Frecuencia o probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental

| CLASIFICACIÓN | ESCALA | SIGNIFICADO |
|---------------|--------|--|
| Esporádico | 1 | De ocurrencia excepcional (menos de una vez por año) |
| Baja | 2 | Anual, semestral, trimestral o bimensual |
| Media | 3 | Mensual |
| Alta | 4 | Semanal |
| Muy Alta | 5 | Diaria o Permanente durante la operación |

ADAPTADA DE: ECOPETROL S.A., 2003. METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

4.2.3.4 Estimación de la Significancia de los Impactos La *significancia* del impacto está dada por el resultado de multiplicar la importancia por la probabilidad de ocurrencia.

$$\text{SIG} = (\text{IMA}) * \text{PRO}$$

Con los valores obtenidos en la calificación de la importancia del impacto ambiental, el resultado de cada impacto cruzado con la probabilidad, dará la evaluación final de cada impacto ambiental. Esta calificación permite establecer las categorías de significancia según la escala de valores presentada en la siguiente tabla.

Tabla 13. Categorías de significancia según la escala de valores

| ESCALA DE SIGNIFICANCIA (SIG) | SIGNIFICADO | INTERPRETACIÓN |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| 25 | Muy Significativo | El aspecto ambiental es muy significativo. Exige atención prioritaria, inmediata. |
| 15-20 | Significativo | El aspecto ambiental se considera significativo. Exige la implementación de medidas de manejo específicas de carácter preventivo y correctivo. |
| 9-14 | Medianamente Significativo | El aspecto ambiental se considera medianamente significativo, por lo cual debe mantenerse en observación y seguimiento mediante la aplicación de medidas de mitigación y control. |
| 5-8 | Poco | El aspecto ambiental se considera poco |

| ESCALA DE SIGNIFICANCIA (SIG) | SIGNIFICADO | INTERPRETACIÓN |
|-------------------------------|------------------|--|
| | Significativo | significativo. Actuar sobre él no es prioritario, aunque debe tenerse en cuenta las medidas básicas de manejo ambiental. |
| 1-4 | No Significativo | El aspecto ambiental no se considera significativo, ya que no representa una amenaza significativa para el medio. |

ADAPTADA DE: ECOPETROL S.A., 2003. METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

4.2.3.5 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales Teniendo en cuenta los criterios de evaluación de la importancia del impacto ambiental y la probabilidad de ocurrencia del mismo, se estableció la significancia de los aspectos e impactos ambientales de las actividades a realizar dentro del pozo Copa inyector.

4.2.3.6 Determinación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales Teniendo en cuenta los criterios de evaluación de la importancia del impacto ambiental y la probabilidad de ocurrencia del mismo, se estableció la significancia de los aspectos e impactos ambientales de las actividades a realizar dentro del Pozo inyector Copa.

4.2.3.7 Resultados de la valoración de la significancia de aspectos e impactos ambientales En la siguiente tabla, se indica la calificación de la significancia de los aspectos e impactos ambientales identificados para cada una de las actividades asociadas al proyecto.

| | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 – 4 = No Significativo | 5 – 8 = Poco Significativo | 9 – 14 = Medianamente significativo | 15 – 20 = Significativo | 25 = Muy significativo |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|

Tabla 14. Resultados de la valoración de aspectos e impactos ambientales

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|---|--|---|--------------|------------------|-------------------------|--|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| ETAPA DE GESTIÓN SOCIAL | | | | | | | |
| Información y Comunicación | Exposición de objetivos y alcances del proyecto | Aspectos Culturales | Generación de falsas expectativas por desconocimiento de las actividades del proyecto | 16,0 | 4,00 | 5 | 20 |
| | | | Preocupación por parte de la comunidad acerca del manejo de los recursos naturales | | | | |
| | | | Aumento de conflictos locales y comunitarios | | | | |
| | | | Expectativas de la comunidad respecto a una oportunidad de empleo | | | | |
| | | | Actitud negativa por parte de la comunidad ante la ejecución del proyecto | | | | |
| | organizaciones comunitarias e institucionales | Expectativas de la comunidad acerca de la inversión social | | | | | |
| Presencia de personal ajeno al área | Estructura Poblacional | Aumento temporal de población flotante | 13,3 | 3,00 | 2 | 6 | |
| | | Aparición personal foráneo con expectativas de empleo | | | | | |
| | | Aspectos Culturales | | | | | Aumento de conflictos locales y comunitarios |
| Contratación | Exposición de | Estructura | Aumento temporal de población flotante | 13,7 | 3,00 | 3 | 9 |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|--|---|---|--|---------------------|----------------------------|---------------|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| n de Personal | estrategias de oferta laboral del proyecto | Poblacional | | | | | |
| Contratación de Personal | Exposición de estrategias de oferta laboral del proyecto | Estructura Poblacional | Aumento temporal de población flotante | 13,7 | 3,00 | 3 | 9 |
| | | | Aparición personal foráneo con expectativas de empleo | | | | |
| | Aspectos Culturales | Expectativas de la comunidad respecto a una oportunidad de empleo | | | | | |
| | | Selección de personal y servicios de terceros | Estructura Poblacional | Aumento temporal de población flotante | 14,8 | 4,00 | 4 |
| | Aparición personal foráneo con expectativas de empleo | | | | | | |
| | Aspectos Culturales | | Conflictos entre la comunidad y la empresa por descontento en el proceso de selección de personal | | | | |
| | | | Conflictos internos entre los miembros de la misma comunidad | | | | |
| | Contratación de mano de obra y servicios de terceros | Estructura Poblacional | Aumento temporal de población flotante | 15,0 | 4,00 | 4 | 16 |
| | | | Aparición personal foráneo con expectativas de empleo | | | | |
| Estructura Económica y Productiva | | Generación de empleo local temporal | | | | | |
| | | Generación de ingresos familiares para el personal contratado | | | | | |
| | | | Generación de ingresos locales para la | | | | |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| | | | economía del sector | | | | |
| | | | Disminución en comercialización y oferta de productos agropecuarios | | | | |
| | | | Cambio de actividades productivas tradicionales | | | | |
| | Talleres de capacitación y educación | Aspectos Culturales | Mejoramiento de nivel de conocimientos en aspectos ambientales, culturales y de seguridad industrial | 11,0 | 3,00 | 4 | 12 |
| | Identificación y priorización de necesidades de la comunidad | Infraestructura Social | Estimulación en el desarrollo de proyectos de inversión social y ambiental en un sector del área de influencia | 10,7 | 3,00 | 4 | 12 |
| | | | Mejoramiento puntual de infraestructura de servicios en un sector del área de influencia | | | | |
| Mejoramiento puntual de la calidad de vida en un sector del área de influencia | | | | | | | |
| ETAPA DE ADECUACIONES | | | | | | | |
| Explotación, transporte y uso de materiales de construcción | Demanda de mano de obra y servicios de terceros | Estructura Económica y Productiva | Generación de ingresos familiares para el personal contratado | 9,5 | 2,00 | 4 | 8 |
| | | | Generación de ingresos ocasionales para la economía del sector | | | | |
| | Movilización y transporte de material | Aire | Aumento de emisiones de partículas y gases a la atmósfera | 7,7 | 2,00 | 5 | 10 |
| | | Incremento de niveles de ruido | | | | | |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|---|---|--|--------------|------------------|-------------------------|---------------|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| | | Salud | Incremento en el riesgo de accidentes operativos | | | | |
| Adecuación de la locación | Demanda de mano de obra y servicios de terceros | Estructura Económica y Productiva | Generación de ingresos familiares para el personal contratado | 9,0 | 2,00 | 3 | 6 |
| | | | Generación de ingresos ocasionales para la economía del sector | | | | |
| | Movilización de Maquinaria y equipos | Aire | Aumento de emisiones de partículas y gases a la atmósfera | 9,8 | 2,00 | 4 | 8 |
| | | | Incremento de niveles de ruido | | | | |
| | | Fauna | Ahuyentamiento de especies de fauna por incremento de niveles de ruido | | | | |
| | | Infraestructura Social | Afectación a la infraestructura social causada por el tráfico de maquinaria pesada | | | | |
| | | Aspectos Culturales | Generación de expectativa y conflictos con la comunidad del área de influencia | | | | |
| | Salud | Incremento en el riesgo de accidentes operativos | | | | | |
| | Acondicionamiento de equipo de inyección | Suelo | Deterioro puntual de la calidad del suelo | 10,0 | 2,00 | 3 | 6 |
| | | | Cambio puntual de uso del suelo | | | | |
| Paisaje | | Deterioro puntual de la calidad visual paisajística | | | | | |
| | | Salud | Incremento en el riesgo de accidentes | | | | |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|------------------|-------------------------|---------------|----|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia | |
| | | | operativos | | | | | |
| | | | Aumento en el riesgo de enfermedades dérmicas y respiratorias | | | | | |
| ETAPA DE OPERACIÓN | | | | | | | | |
| Operación de equipo de Inyección | Demanda de mano de obra y servicios de terceros | Estructura Económica y Productiva | Generación de ingresos familiares para el personal contratado | 10,0 | 2,00 | 4 | 8 | |
| | | | Generación de ingresos ocasionales para la economía del sector | | | | | |
| | | | Deterioro de la calidad fisicoquímica de cuerpos de agua | | | | | |
| | | Aspectos Culturales | Generación de conflictos con usuarios de la fuente de captación | | | | | |
| | Utilización y manejo de compresores | | Aire | Aumento de emisiones de partículas y gases a la atmósfera | 10,2 | 3,00 | 5 | 15 |
| | | | | Incremento de niveles de ruido | | | | |
| | | | Fauna | Ahuyentamiento de especies de fauna por aumento de ruido | | | | |
| Aspectos Culturales | | | Generación de conflictos con la comunidad vecina por el incremento de niveles de ruido | | | | | |
| | Salud | Incremento en el riesgo de accidentes operativos | | | | | | |
| Manejo y | Suelo | Deterioro puntual de la calidad del suelo | 12,4 | 3,00 | 5 | 15 | | |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--|--|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| | operación del sistema de inyección | | Alteración puntual de características estructurales del suelo | | | | |
| | | Estabilidad Geotécnica | Aceleración de procesos geomorfodinámicos | | | | |
| | | Paisaje | Deterioro puntual de la calidad visual paisajística | | | | |
| | | Recurso Hidrogeológico | Alteración de flujos de agua subterránea | | | | |
| | | Fauna | Ahuyentamiento de especies de fauna por aumento de ruido | | | | |
| | | Aspectos Culturales | Generación de conflictos con la comunidad vecina por el incremento de niveles de ruido | | | | |
| | | Salud | Incremento en el riesgo de accidentes operativos | | | | |
| | Manejo de combustibles | Suelo | Deterioro puntual de la calidad del suelo | 10,3 | 3,00 | 5 | 15 |
| | | Recurso hídrico | Deterioro de la calidad fisicoquímica de cuerpos de agua | | | | |
| | | Recurso Hidrobiológico | Alteración de la composición poblacional de hidrobiota | | | | |
| Salud | | Incremento en el riesgo de accidentes operativos | | | | | |
| Operación del sistema de | Recurso hídrico | Disminución de la presión al recurso agua por la disminución o “eliminación” | 15 | 3 | 5 | 15 | |

| SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------------------------|--|--------------|------------------|-------------------------|---------------|
| Actividad | Aspecto ambiental | Elemento ambiental comprometido | Impactos ambientales | Promedio ima | Calificación ima | Probabilidad ocurrencia | Significancia |
| | inyección | | de vertimientos al rio | | | | |
| | | Recurso hidrobiológico | Recomposición del recurso hidrobiológico | | | | |

4.2.3.8 Análisis de los resultados de la matriz de impactos Como resultado de la evaluación ambiental de las actividades a desarrollar dentro del proyecto se tiene un total de 45 aspectos ambientales de los cuales el 51% se consideran como Medianamente significativos, el 26% como Poco significativos y el 23% como significativos y dentro de estos últimos se tienen impactos positivos como la disminución de la presión sobre el recurso hídrico al disminuir el volumen de agua a disponer en los cuerpos hídricos del área del proyecto, por lo que se puede afirmar que el proyecto y su posterior operación no generan impactos que afecten en gran magnitud los recursos y la comunidad presente en el área de influencia.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

Para realizar la evaluación del proyecto, se tuvieron en cuenta conceptos financieros como valor presente neto, la tasa interna de inversión, la relación costo- beneficio, el periodo de recuperación de la inversión entre otros.

Ya que un proyecto se define como el conjunto de antecedentes que permiten estimar las ventajas y desventajas, técnicas, económicas y financieras que se derivan de destinar ciertos recursos, ya sean propios, de socios o provenientes de préstamos, para la producción de determinado bien o servicio. A lo largo de este documento, se intentó llevar la secuencia cronológica de los factores influyentes en el desarrollo del proyecto de inversión para la implementación de un sistema de inyección de agua de formación del Campo Copa desde los ámbitos sociales, ambientales, operacionales, logísticos entre otros, mencionados en los capítulos anteriores.

Para poder determinar las ventajas y desventajas que puede tener un proyecto para ser implementado, fue necesario fijar una metodología que permitiera su formulación y evaluación respectiva. Es así como la evaluación del proyecto se dio mediante el cruce de flujos de caja con y sin proyecto, desglosado en todo este capítulo de estudio financiero.

Como ya ha sido expuesto anteriormente, el proyecto analizado, corresponde a un proyecto de inversión para el cual se propone la perforación e implementación de un pozo inyector tipo disposal en la plataforma Copa B con las facilidades requeridas para ello e interconexión de las 4 plataformas del campo Copa, con el fin de eliminar los costos causados por el transporte de agua de formación asociada a la producción de crudo desde las plataformas hasta la estación Careto, a aproximadamente 35 km de distancia y en vez de ello, realizar una recolección, tratamiento y disposición en sitio de estos fluidos buscando optimizar recursos como tiempos operativos del ciclo productivo, desde el proceso de extracción hasta la disposición final del agua, costos causados por el transporte de esta agua hacia otro lugar de disposición como mantenimiento de vías, compromisos de tipo social y en sí, el mismo costo de transporte. Todo lo mencionado anteriormente, se enfoca hacia la búsqueda de mayor autonomía en el proceso de producción.

El análisis y evaluación financiera del proyecto se tomó en un periodo de 5 años para el cual se tomaron como base de evaluación de costos y gastos

operacionales, los pronósticos de producción en este mismo periodo, mediante una simulación previa de la historia de producción.

A través del estudio de los diferentes aspectos del proyecto se obtuvo información sobre los ingresos y egresos del proyecto. El estudio financiero busca clasificar y ordenar sistemáticamente estos valores monetarios con el fin de obtener una base para la evaluación financiera de proyecto.

Los diferentes rubros monetarios del proyecto se pueden clasificar en ingresos, inversiones, costos y gastos.

5.1 OPEX SIN PROYECTO

Como primer paso de la evaluación financiera, se recolectaron los costos operacionales que actualmente se descuentan en el proceso de producción tales como costos de transporte, de tratamiento del agua, de disposición de residuos y gastos de mantenimiento de vías, administrativos, de responsabilidad social, entre otros.

Los costos están relacionados con la producción; pueden ser variables cuando su valor depende de la cantidad o fijos cuando su valor es independiente de la cantidad producida, que para este caso es el agua de formación producida proyectada en el periodo de los 5 años de análisis del proyecto. En los costos operativos sin proyecto, se podría realizar una clasificación de estos costos en dos grupos:

Costos variables, relacionados directamente a la cantidad de agua producida como:

- ✓ Cantidad de tractomulas (con capacidad de 180 bls actualmente realizan el transporte del agua para luego, en la estación colectora, ser tratados y dispuestos mediante inyección en un pozo disposal).
- ✓ Consumo de combustible de las tractomulas.
- ✓ Cantidad de química a utilizar.
- ✓ Cantidad de borras (residuos sólidos-líquidos).

Costos fijos, para el caso en evaluación, se determinaron como costos fijos:

- ✓ Costos de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua
- ✓ Mantenimiento de vías
- ✓ Responsabilidad social (comunidades)

En la siguiente tabla se muestra el valor detallado de cada uno de los procesos implementados en la distribución y tratamiento del agua producida:

Tabla 15. OPEX Sin Proyecto

| 1 | QUIMICA *Este valor es variable de acuerdo a la generación de agua-crudo. | \$ 373.383.100 | \$ 408.581.408 | \$ 444.756.293 | \$ 482.754.484 | \$ 525.374.694 |
|---|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | \$ 24.339.047 | \$ 26.633.455 | \$ 28.991.521 | \$ 31.468.440 | \$ 34.246.647 |
| | | \$ 8.297.402 | \$ 9.079.587 | \$ 9.883.473 | \$ 10.727.877 | \$ 11.674.993 |
| | | \$ 39.827.531 | \$ 43.582.017 | \$ 47.440.671 | \$ 51.493.812 | \$ 56.039.967 |
| 2 | DISPOSICIÓN BORRAS | \$ 466.430.400 | \$ 466.430.400 | \$ 466.430.400 | \$ 466.430.400 | \$ 466.430.400 |
| 5 | TRACTOMULAS 2 Viajes / Mula - Capacidad/ Mula 180bbs | \$ 11.927.515.688 | \$ 13.051.906.088 | \$ 14.207.492.700 | \$ 15.421.323.788 | \$ 16.782.802.725 |
| | ACPM | \$ 2.258.276.304 | \$ 2.471.160.886 | \$ 2.689.951.951 | \$ 2.919.770.637 | \$ 3.177.543.983 |
| 6 | REPUESTOS, INSUMOS Y CONSUMIBLES | \$ 720.000.000 | \$ 720.000.000 | \$ 720.000.000 | \$ 720.000.000 | \$ 720.000.000 |
| 4 | OBRAS CIVILES | \$ 511.939.992 | \$ 511.939.992 | \$ 511.939.992 | \$ 511.939.992 | \$ 511.939.992 |
| 8 | COMUNIDAD | \$ 4.934.256.000 | \$ 4.934.256.000 | \$ 4.934.256.000 | \$ 4.934.256.000 | \$ 4.934.256.000 |
| | | \$ 1.264.265.462 | \$ 2.643.569.832 | \$ 4.061.143.002 | \$ 5.550.165.430 | \$ 7.220.309.401 |

5.1.1 Descripción de los Costos Operativos Sin Proyecto Haciendo un desglose de los valores presentados en la tabla anterior, se encuentran los costos operacionales en un periodo de 5 años relacionados por la producción de agua de formación, trasportada en Tractomulas desde las plataformas Sahino, Yarumo, Copa B, Copa Estación a la estación Careto, ubicada aproximadamente a 35 Kms de cada plataforma.

Tabla 16. Costos Operativos SP

| COSTOS OPERATIVOS SIN PROYECTO | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| INGRESOS OPERACIONALES | | | | | |
| COSTOS OPERATIVOS | | | | | |
| <i>Consumibles química</i> | \$445,847,079.15 | \$487,876,466.39 | \$531,071,959.01 | \$576,444,613.23 | \$627,336,301.28 |
| <i>Costos de disposición de borras</i> | \$466,430,400.00 | \$466,430,400.00 | \$466,430,400.00 | \$466,430,400.00 | \$466,430,400.00 |
| <i>Mantenimiento de vías</i> | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 |
| <i>Costos de transporte</i> | \$14,185,791,991.00 | \$15,523,066,973.40 | \$16,897,444,651.20 | \$18,341,094,424.60 | \$19,960,346,707.60 |
| <i>Costos de mantenimiento de planta de Tratamiento.</i> | \$720,000,000.00 | \$720,000,000.00 | \$720,000,000.00 | \$720,000,000.00 | \$720,000,000.00 |
| <i>Comunidades</i> | \$4,934,256,000.00 | \$4,934,256,000.00 | \$4,934,256,000.00 | \$4,934,256,000.00 | \$4,934,256,000.00 |
| TOTAL COSTOS OPERATIVOS | 21,264,265,462.15 | 22,643,569,831.79 | 24,061,143,002.21 | 25,550,165,429.83 | 27,220,309,400.88 |

Como se aprecia en el discriminado de OPEX sin proyecto (tabla anterior), los costos directos de mayor impacto corresponden a los de transporte entre el 65 y 68% de total de costos operativos. De igual manera, los gastos indirectos causados como consecuencia de ese continuo tránsito de carrotaques entre

Campo Careto y Campo Copa también representan un alto impacto en el costo global total de operación y están asociado en su gran porcentaje a este transporte (se clasifican como gastos y no costos debido a que a no son directamente afectados sobre las operaciones, sin embargo, son inversiones que se deben ejecutar para el continuo funcionamiento de las operaciones). Hacen referencia los numerales como mantenimiento de vías y comunidades (el cual es un tema álgido y bastante influyente en la operación ya que los continuos paros y exigencias de la comunidad, hacen que se incrementen los costos de una manera elevada) las cuales son de alto impacto sobre los costos de levantamiento/ barril extraído.

5.2 OPEX CON PROYECTO

En segunda instancia se modelaron y agruparon los costos operacionales con proyecto, basados en el actual funcionamiento del sistema de tratamiento e inyección de la estación Careto, en los pozos Careto 1 Inyector y La morita Inyector. Estos costos y gastos presentados en la siguiente tabla corresponden a los valores a ejecutar una vez sea implementado el pozo inyector, con el fin de mitigar los costos que se generan actualmente causados por transporte hasta la estación Careto del agua de formación. El proceso trae consigo operaciones tales como: tratamiento químico, disposición de borras, funcionamiento de planta con costos de mantenimiento y consumibles de la Planta asociados, Mantenimiento de líneas de Interconexión con sus gastos asociados, procesos administrativos con sus gastos asociados y finalmente trabajo con comunidades o responsabilidad Social con sus altos costos asociados.

Al igual que en los costos operacionales Sin proyecto, se obtienen unos costos variables, fijos y gastos operativos.

- Costos Variables: Cantidad de Química, Disposición de Borras.
- Costos Fijos: Mantenimiento y Combustibles de la Planta, Mantenimiento de la Líneas de Interconexión, Comunidades.

Los gastos que se presentan a continuación, hacen referencia a los egresos necesarios para operar la planta de tratamiento y el pozo inyector de agua producida:

- Gastos operativos: Administrativos tales como: Logística, Recurso Humano y Administración.

En la siguiente tabla se muestra el valor detallado de cada uno de los procesos implementados en el tratamiento e inyección del agua producida:

Tabla 17. Opex Con Proyecto

| 1 | QUIMICA <small>Este valor es variable de acuerdo a la generación de agua-crudo.</small> | \$ 373.383.100 | \$ 408.581.408 | \$ 444.756.293 | \$ 482.754.484 | \$ 525.374.694 |
|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | \$ 24.339.047 | \$ 26.633.455 | \$ 28.991.521 | \$ 31.468.440 | \$ 34.246.647 |
| | | \$ 8.297.402 | \$ 9.079.587 | \$ 9.883.473 | \$ 10.727.877 | \$ 11.674.993 |
| | | \$ 39.827.531 | \$ 43.582.017 | \$ 47.440.671 | \$ 51.493.812 | \$ 56.039.967 |
| 2 | DISPOSICIÓN BORRAS | \$ 419.787.360 | \$ 419.787.360 | \$ 419.787.360 | \$ 419.787.360 | \$ 419.787.360 |
| 6 | REPUESTOS, INSUMOS Y CONSUMIBLES | \$ 421.200.000 | \$ 421.200.000 | \$ 421.200.000 | \$ 421.200.000 | \$ 421.200.000 |
| 6 | MANTENIMIENTO | \$ 2.040.000.000 | \$ 2.040.000.000 | \$ 2.040.000.000 | \$ 2.040.000.000 | \$ 2.040.000.000 |
| 7 | MANTENIMIENTO | \$ 15.000.000 | \$ 15.000.000 | \$ 15.000.000 | \$ 15.000.000 | \$ 15.000.000 |
| 3 | LOGÍSTICA | \$ 914.532.000 | \$ 914.532.000 | \$ 914.532.000 | \$ 914.532.000 | \$ 914.532.000 |
| 3 | RECURSO HUMANO | \$ 337.920.000 | \$ 337.920.000 | \$ 337.920.000 | \$ 337.920.000 | \$ 337.920.000 |
| 3 | ADMINISTRACIÓN | \$ 211.200.000 | \$ 211.200.000 | \$ 211.200.000 | \$ 211.200.000 | \$ 211.200.000 |
| 6 | RECURSO HUMANO | \$ 123.600.000 | \$ 123.600.000 | \$ 123.600.000 | \$ 123.600.000 | \$ 123.600.000 |
| 8 | COMUNIDAD | \$ 3.469.293.120 | \$ 3.469.293.120 | \$ 3.469.293.120 | \$ 3.469.293.120 | \$ 3.469.293.120 |
| | TOTAL | \$ 3.398.379.559 | \$ 3.440.408.946 | \$ 3.483.604.439 | \$ 3.528.977.093 | \$ 3.579.868.781 |

5.2.1 Descripción de los Costos Operativos Con Proyecto Tanto en la tabla anterior como en la siguiente tabla se encuentran los costos operacionales tales como: consumibles química, costos de disposición de borras, costo de mantenimiento de la planta de tratamiento, costo limpieza y mantenimiento de las líneas de interconexión, cotos de logística y administración y responsabilidad social, valores descritos a partir del año 1 una vez entra en funcionamiento el pozo Inyector y la planta de tratamiento de agua en el Campo Copa, en el año 0 se realiza el montaje de la planta, la interconexión de las plataformas y puesta en marcha del pozo inyector de agua de formación.

Tabla 18. Costos Operativos CP

| COSTOS OPERATIVOS CON PROYECTO | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| INGRESOS OPERACIONALES | | | | | |
| COSTOS OPERATIVOS | | | | | |
| <i>Consumibles química</i> | \$445,847,079.15 | \$487,876,466.39 | \$531,071,959.01 | \$576,444,613.23 | \$627,336,301.28 |
| <i>Costos de disposición de borras</i> | \$419,787,360.00 | \$419,787,360.00 | \$419,787,360.00 | \$419,787,360.00 | \$419,787,360.00 |
| <i>Costos de mantenimiento de planta de Tratamiento</i> | \$2,461,200,000.00 | \$2,461,200,000.00 | \$2,461,200,000.00 | \$2,461,200,000.00 | \$2,461,200,000.00 |
| <i>Costos de limpieza y mantenimiento de líneas de interconexión.</i> | \$15,000,000.00 | \$15,000,000.00 | \$15,000,000.00 | \$15,000,000.00 | \$15,000,000.00 |
| <i>Costos logísticos-admon Planta de Tratamiento.</i> | \$1,587,252,000.00 | \$1,587,252,000.00 | \$1,587,252,000.00 | \$1,587,252,000.00 | \$1,587,252,000.00 |
| <i>Comunidades</i> | \$3,469,293,120.00 | \$3,469,293,120.00 | \$3,469,293,120.00 | \$3,469,293,120.00 | \$3,469,293,120.00 |
| TOTAL COSTOS OPERATIVOS | 8,398,379,559.15 | 8,440,408,946.39 | 8,483,604,439.01 | 8,528,977,093.23 | 8,579,868,781.28 |

5.3 INVERSIÓN DEL PROYECTO CAPEX

Con el fin de mejorar los procesos de distribución y tratamiento del agua producida en las diferentes plataformas del bloque Cubiro, se proyecta lograr rubros monetarios por parte de la empresa (socios) y a nivel externo (financiamiento a través de bancos), en un proyecto de inversión donde se pretende implementar un plan de mejora a la empresa mediante la adquisición de nuevos equipos, plantas, montajes entre otros. Es muy común encontrar que el valor de la inversión normalmente demanda las más altas cuantías de todo el estudio económico, ya que se requiere, en este caso, para desarrollar estudios, perforación de un pozo inyector, compra de activos, consumibles, montaje de la planta de tratamiento, alquiler de maquinaria, Principalmente. De ahí cobra importancia la adecuada evaluación financiera con los valores asociados a dicha implementación ya que las fuertes sumas de inversión de capital pueden resultar o no viables en las condiciones evaluadas. Al recolectar los datos necesarios tales como cotizaciones de materiales y equipos, mano de obra entre otros para la implementación y montaje de un sistema de tratamiento e inyección de agua de formación del campo Careto, se obtuvo el valor total de la inversión que se debe realizar para llevar a cabo el proyecto.

La inversión consta de los equipos requeridos para la planta y el sistema de inyección, el pozo donde se realizará el montaje para la inyección y las líneas de interconexión entre las plataformas, por un valor total de **COP \$ 18, 401, 765,952**.

Nota: Las tablas de Inversión se encuentran en:
Anexo 1. Capex Planta, **Anexo 2.** Capex Pozo, **Anexo 3.** Capex Flow Line.

5.4 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

Para los proyectos de inversión hay varios factores importantes a tener en cuenta, pero entre tantos uno de los que más incidencia tienen sobre la utilidad neta del proyecto como tal es la financiación, debido a que estos proyectos, por ser modelos base de otros ya desarrollados, tienen muy estimados los costos y gastos operacionales reales tanto del estado actual como al realizar la implementación del sistema de inyección, de esta manera, la mayor varianza que se pudiera observar y cuantificar sería la variación en porcentajes entre la inversión y la financiación. La financiación es uno de los valores que más impacto tienen sobre el proyecto y es evaluado en el flujo de caja mediante la tasa de interés conocido como WACC que es la rentabilidad mínima esperada y el valor real del dinero, además también se puede llamar como la tasa requerida por el inversionista ya

que es la que le incide directamente sobre el valor presente neto descontando los 5 años al día de hoy para evaluar que tan rentable es el proyecto al WACC esperado.

Todo proyecto tiene recursos propios de la empresa y recursos externos los cuales son suministrados por terceros. Ejemplo las entidades bancarias, para el proyecto en mención se estima que realizará un préstamo Bancario a mediano plazo, con un monto a financiar de **COP \$4,922,500,000**, valor que hace referencia al 27% de la inversión total, a una tasa del 15% E.A., esta tasa de interés dada (corresponde a la de la entidad bancaria) es alta debido a que el sector energético está catalogado como negocio de alto riesgo con las mejores rentabilidades del mercado, esta tasa es menor a la del WACC y la deuda total se analiza en un periodo de amortización de 3 años.

En la tabla de amortización que se muestra a continuación se observa el pago de cada una de las cuotas (anuales) y el correspondiente interés generado por el préstamo hasta el año 3 donde se reduce la deuda a cero por el cierre del pago total de la deuda dada en préstamo bancario.

Tabla 19. Amortización del crédito

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Num Periodos | | 3 | | |
| Monto a Financiar | \$ | 1,922,500,000.00 | | |
| Tasa iea | | | 15% | |
| TABLA DE AMORTIZACION INVERSION | | | | |
| PERIODOS | | 1 | 2 | 3 |
| | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 |
| CAPITAL | \$ 1,922,500,000.00 | | | |
| AMORTIZACION DE CAPITAL | | \$ 1,417,566,594.67 | \$ 1,630,201,583.87 | \$ 1,874,731,821.45 |
| PAGO DE INTERESES | | \$ 738,375,000.00 | \$ 525,740,010.80 | \$ 281,209,773.22 |
| SALDO | \$ 1,922,500,000.00 | \$ 3,504,933,405.33 | \$ 1,874,731,821.45 | \$ |

5.5 DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

La depreciación es un “costo no desembolsable” aplicado a los equipos que poco a poco con su constante uso van perdiendo su valor comercial hasta llegar al fin de operatividad; se toma en consideración, pues el costo de la Depreciación es deducible para efectos del pago de impuestos en el flujo de caja. Para el proyecto se calculó una depreciación lineal sobre un periodo de vida útil de 7 años a los equipos que se implementarán en la planta. El valor depreciado es de **COP \$ 767,444,430.71** por año. Es importante hacer un paréntesis para aclarar que los dos años restantes de vida útil de los equipos al realizar el cierre de análisis del

proyecto al año 5, se toman dentro del ítem de salvamento el cual se ampliará en el siguiente numeral.

Nota: La tabla de depreciación se encuentra en: **Anexo 4.** Tabla de Depreciación.

5.6 SALVAMENTO

Es el valor residual que le queda al equipo de vida útil. Para este caso, el proyecto esta evaluado en un periodo de 5 años, lo cual genera dos años de Salvamento correspondiente a **COP \$ 767,444,430.71** por año.

Nota: Este valor se tuvo en cuenta en el flujo de caja en el año 5, valor dado para 2 años de salvamento (**COP \$1,534,888,861.43**).

5.7 FLUJO DE CAJA

El flujo de Caja es básicamente una tabla donde se proyecta periodo a periodo, durante el tiempo de evaluación, la forma como fluye el efectivo desde y hacia el inversionista. El resultado final de esta tabla muestra el balance entre las entradas y salidas de dinero del proyecto por periodo.

En el Flujo de Caja se Identifican 3 momentos:

- El momento previo a la operación
- El momento de la operación
- El momento final

El momento previo a la operación (Periodo Cero): Incluye, inversiones, activos fijos, gastos pre- operativos e ingresos como préstamos bancarios.

El momento de operación: Incluye los ingresos por ahorros y egresos tales como:

- Ahorros operacionales
- Ahorros de transporte
- Costos directos e indirectos
- Gastos de administración
- Gastos financieros
- Depreciación

- Amortización

El momento final de la operación: cuando se realizan todos los descuentos para los cálculos de Flujo de Caja Libre.

Los métodos basados en el descuento de flujos utilizan el valor temporal del dinero para calcular el valor de una empresa o evaluar el valor de mercado de un proyecto de inversión. El sistema actualiza flujos provisionales futuros, que se descuentan a una tasa de interés de acuerdo con el riesgo atribuible al negocio.

En el sistema de valoración mediante actualización de flujos aparecen tres aspectos muy relevantes en la obtención del valor real del proyecto de inversión.

1. Valor Presente Neto
2. La tasa de interés, WACC o tasa de descuento
3. Periodo de evaluación del proyecto

Para la monografía se realizó un comparativo de costos entre un antes y un después, el antes referenciado cuando en el proceso de producción existía el transporte del agua de formación mediante tractomulas con capacidad de 180 bls y los aportes sociales que generaban un costo elevado a la empresa, un después de la implementación de la planta y puesta en marcha de un sistema de inyección de agua de formación directamente en el campo Copa, este con el fin de minimizar los costos de transporte mediante la interconexión de las plataformas generando un ahorro, además de mitigar conflictos con la comunidad que pudieran afectar la operación por el impacto ambiental de la zona y como tal la problemática social.

Se generaron dos cuadros de costos operativos con y sin proyecto, para obtener los valores variables y fijos en cada uno de ellos, una vez realizados, se compararon y determinaron los datos que dan como resultado el ahorro operacional y el costo operativo para el flujo de caja final.

Basándonos en los datos obtenidos para el flujo de caja de esta monografía, una vez obtenidos los costos y gastos operacionales, la inversión total, la depreciación de los equipos y la financiación, se realizó el estado financiero detallado en un periodo de 5 años con el fin de identificar el ahorro que se da si se realiza el proyecto y los costos con y sin proyecto, para analizar la viabilidad, ventajas y desventajas de la implementación del pozo inyector y así tomar la decisión que más favorezca a la empresa y sus inversionistas.

Con el fin de analizar la viabilidad del proyecto de inversión en estudio, se generó el flujo de caja final para lo cual se utilizaron las herramientas financieras del Valor Presente Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) como método de evaluación financiera llamado “Método de descuento de flujos”.

Tabla 20. Flujo de Caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| AHORRO OPERACIONAL | | \$10,026,710,981.80 | \$16,209,337,903.00 | \$17,546,612,885.40 | \$18,920,990,563.20 | \$20,364,640,336.60 |
| <i>Ahorro en disposición de residuos</i> | | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> |
| <i>Ahorro en responsabilidad social</i> | | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> |
| <i>Ahorro en mantenimiento de vías</i> | | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> |
| <i>Ahorro en transportes</i> | | <u>\$8,003,165,069.80</u> | <u>\$14,185,791,991.00</u> | <u>\$15,523,066,973.40</u> | <u>\$16,897,444,651.20</u> | <u>\$18,341,094,424.60</u> |
| COSTOS OPERATIVOS | | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) |
| <i>Costo de mantenimiento al sistema de inyección y líneas de interconexión</i> | | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> |
| <i>Costo de logística y administración</i> | | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> |
| UTILIDAD BRUTA | | \$5,243,258,981.80 | \$11,425,885,903.00 | \$12,763,160,885.40 | \$14,137,538,563.20 | \$15,581,188,336.60 |
| DEPRECIACION | | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> |
| FINANCIACION | | | | | | |
| <i>Intereses</i> | | | <u>(\$738,375,000.00)</u> | <u>(\$525,740,010.80)</u> | <u>(\$281,209,773.22)</u> | |
| GANANCIA OP GRAVABLE | \$0.00 | <u>\$3,737,439,551.09</u> | <u>\$10,132,701,461.49</u> | <u>\$11,714,506,681.47</u> | <u>\$13,370,094,132.49</u> | <u>\$14,813,743,905.89</u> |
| IMPUESTOS DE RENTA | \$0.00 | <u>(\$934,359,887.77)</u> | <u>(\$2,533,175,365.37)</u> | <u>(\$2,928,626,670.37)</u> | <u>(\$3,342,523,533.12)</u> | <u>(\$3,703,435,976.47)</u> |
| DEPRECIACION | | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> |
| <i>Salvamento</i> | | | | | | <u>\$1,534,888,861.43</u> |
| INVERSIONES | (\$18,401,765,952.08) | | | | | |
| <i>PRELIMINARES, Ingeniería y equipos</i> | <u>(\$4,257,529,822.00)</u> | | | | | |
| CONSTRUCCION Y MONTAJE | | | | | | |
| <i>Suministro de materiales y accesorios mecánicos</i> | <u>(\$825,356,473.00)</u> | | | | | |
| MOVILIZACIÓN | | <u>(\$854,205,014.00)</u> | | | | |
| OBRAS CIVILES | | <u>(\$635,920,713.00)</u> | | | | |
| OBRAS MECÁNICAS | | <u>(\$1,230,298,783.08)</u> | | | | |
| OBRAS ELÉCTRICAS Y DE INSTRUMENTACIÓN | | <u>(\$1,027,541,131.00)</u> | | | | |
| SUMINISTRO Y MONTAJE MATERIAL INSTRUMENTACIÓN | | <u>(\$456,431,920.00)</u> | | | | |
| PRECOMISIONIG - COMISIONING Y START UP | | <u>(\$254,007,096.00)</u> | | | | |
| <i>Montaje e instalación de Línea de flujo 4"</i> | | <u>(\$1,968,975,000.00)</u> | | | | |
| <i>para interconexión de plataformas</i> | | <u>(\$6,891,500,000.00)</u> | | | | |
| <i>Pozo de inyección con sus accesorios y pruebas de inyectividad</i> | | <u>(\$6,891,500,000.00)</u> | | | | |
| CRÉDITO RECIBIDO | \$4,922,500,000.00 | | | | | |
| <i>Amortización</i> | | <u>(\$1,417,566,594.67)</u> | <u>(\$1,630,201,583.87)</u> | <u>(\$1,874,731,821.45)</u> | | |
| FLUJO NETO | <u>(\$13,479,265,952.08)</u> | \$2,152,957,499.36 | \$6,736,768,942.96 | \$7,678,592,620.36 | \$10,795,015,030.08 | \$13,412,641,221.56 |
| FLUJO DE CAJA ACUMULADO | <u>(\$13,479,265,952.08)</u> | <u>(\$11,685,134,702.62)</u> | <u>(\$7,006,822,936.67)</u> | <u>(\$2,563,192,948.04)</u> | <u>\$2,642,736,368.16</u> | <u>\$8,032,976,056.61</u> |
| TIR | | 39% | | | | |
| VAN | | \$ 8,032,976,056.61 | | | | |
| MAXIMA EXPOSICION FINANCIERA | | \$ 13,479,265,952.08 | | | | |
| PERIODO DE RECUPERACION | | AÑO 4 | | | | |

En el flujo de caja se plasmaron los valores de flujos positivos (ingresos o ahorro causados por el no uso de los recursos de transporte, mantenimiento de vías y comunidades, básicamente) y flujos negativos (gastos en inversión de capital que beneficiarán el negocio a futuro) evaluado en un periodo de 5 años, así como los otros montos que son objeto de descuentos en el flujo de caja como amortización de crédito, pago de intereses del crédito y el pago de impuestos. Cabe la pena aclarar que estos valores no están afectados por la inflación y pudieran variar un poco en los resultados finales, sin embargo, la rentabilidad del proyecto es tan alta que estos porcentajes no afectan visiblemente la evaluación del proyecto.

En el año 0 se encuentran los totales de inversión para la implementación del proyecto, en los años del 1 al 5 se registran el ahorro operacional (+) y los costos operativos (-) de la diferencia entre los Opex con y sin proyecto, además el descuento de depreciación y los intereses de financiación, datos dados antes de impuestos, al igual el descuento de los impuestos de renta, la suma de la depreciación y el salvamento (año 5) y el descuento de amortización de la deuda es el resumen final del flujo de caja.

Es importante hacer la aclaración que los costos de tratamiento representados en la química consumida en el proceso de producción, está relacionada de manera explícita en los costos operativos con y sin proyecto, sin embargo, no se incluyen en el flujo de caja ya estos valores son los mismos en cualquiera de los dos escenarios analizados porque corresponden a un costo base, dependiente directamente de la cantidad de agua a tratar, es por ello que se discrimina para la evaluación independiente de los costos operativos con y sin proyecto.

5.7.1 Tasa de Descuento o actualización WACC La tasa de descuento o WACC (de su sigla Weight Average Cost of Capital que en español significa costo medio del capital) a utilizar en la actualización de los flujos, es otra de las variables a considerar en la valoración de proyectos de inversión. En función del flujo, existe una tasa apropiada para aplicar el descuento en los cálculos del flujo de caja como VPN ya que corresponde, en este caso, el valor del dinero para el socio inversionista y depende directamente del riesgo que se valore para el sector pero sobre todo para el proyecto en cuestión. En términos financieros, esta tasa de descuento se define como la volatilidad matemática de los flujos esperados del proyecto. Para el caso de esta monografía, el valor correspondiente al **WACC fue del 20%** por las razones expuestas a lo largo de todo el capítulo de evaluación financiera. Esta tasa junto al FCL (Flujo de Caja Libre) es la base para el cálculo del VPN.

5.7.2 Número de periodos a Considerar El número de periodos a considerar en la valoración es subjetivo por parte del inversionista ya que de este periodo de análisis depende el cálculo del VPN que se traduce como las ganancias del proyecto y de la TIR que es la tasa máxima a la que se recuperaría la inversión, esta segunda, utilizada como punto de referencia para la evaluación de la inversión. Para el caso de esta monografía, como se observa en el cuadro resumen del flujo de caja, ya que el periodo de recuperación de la inversión se dio en el año 4 con valores de VPN positivos, se dejaron **5 años** como periodos de evaluación del proyecto. En caso de incrementar el número de periodos, esta evaluación tendrá incidencia directa sobre el VPN y la TIR.

5.7.3 Valor Presente Neto (VPN o VAN) Ya que el Valor Presente Neto es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo, el Valor Presente Neto VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, es decir, maximizar la inversión. En otras palabras, permite evaluar cuantitativamente si el retorno de la inversión dándole el valor al dinero en el tiempo generará dividendos descontados a una tasa fija exigida por los inversionistas en un periodo determinado como el periodo de evaluación del proyecto. Este valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que la empresa a esas condiciones dadas, tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir se reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN y si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor, es decir, ni ganará ni perderá su dinero en el tiempo de evaluación del proyecto y exactamente se logrará recuperar el valor de la inversión.

Para el valor presente neto calculado (VPN o VAN) una vez se descontaron los subtotales de flujo de caja libre traídos al año 0 con un WACC del 20%, tasa mínima que esperan los inversionistas para llevar a cabo el proyecto, el cálculo del VPN arrojó un valor de **COP \$8,032,976,056.61**, este valor indica que la inversión producirá un rendimiento mayor que el interés mínimo atractivo, en otras palabras, el valor está por encima de la rentabilidad esperada por los inversionistas, revelando que el proyecto de inversión expuesto en la monografía es viable y atractivo. También se puede corroborar en la tabla anterior (del flujo de caja) que al realizar el acumulado del VPN calculado sobre el flujo neto, el proyecto recupera la inversión al año 4 donde se observa un valor positivo en el acumulado del VPN al cierre del 5to año.

5.7.4 Tasa Interna de Retorno (TIR) La TIR de la inversión para el proyecto es utilizada como herramienta financiera al igual que el Valor presente Neto, para evaluar la viabilidad y rentabilidad del proyecto de inversión, dichos valores están ligados por su conveniencia a la hora de tomar decisiones.

Para el caso de la evaluación financiera que se realizó, una vez descontados los flujos de caja año a año, dio como resultado una TIR de 39% siendo una tasa mayor que la esperada por los inversionistas en este caso del 20%, arrojando un resultado favorable para determinar que la ejecución del proyecto es rentable y conveniente para la empresa en el periodo evaluado de los 5 años.

5.7.5 Máxima Exposición Financiera Este valor es el monto máximo con lo cual los inversores o la empresa deben contar para financiar el proyecto, la inversión para la implementación del pozo inyector es de **COP \$13,479,265,952.08** un porcentaje del 63% del valor total requerido en inversión, para este caso el valor de mayor monto en el flujo de caja es en el año 0. El 27% restante, es financiado a través del préstamo bancario.

5.7.6 Periodo de Recuperación Este método de valorización de inversiones determina el año o periodo en el cual se recupera la inversión inicial, se puede interpretar para el proyecto por su efectividad (Una inversión es efectiva si consigue recuperar el desembolso antes de que finalice la misma), para el proyecto el año de recuperación de la inversión total es a partir del año 4 donde el flujo de caja acumulado empieza arrojar cifras positivas.

Nota: los valores de VAN, TIR, máxima exp. financiera y periodo de recuperación se encuentran la tabla anterior “Flujo de Caja”.

5.8 SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO

De igual forma como se realizó el modelamiento financiero del proyecto de inversión bajo un panorama de tasa de interés WACC, periodo y condiciones de OPEX y CAPEX fijos, en este caso se realizarán nuevas estimaciones realizando cambios en algunas de estas variables que permitan asociar los Cash Flows posibles a una volatilidad en alguna de las variables inmersas, que sirvieron de base para el cálculo del VPN y la TIR y hacen parte del flujo de caja, para valorar que tanta incidencia tienen en la rentabilidad del proyecto pero sobretodo para evaluar financieramente esas variaciones.

Como primera medida, se realizó una evaluación global donde se observó que debido a que el proyecto está basado en uno ya implementado en el área, los costos y gastos asociados no representan una gran varianza de cuantías, por ello no son tenidos en cuenta como variables de sensibilidad. Es decir, los costos de operación para el sistema de inyección son básicamente los mismos que se tienen

actualmente para los pozos Careto 1 Inyector y La Morita Inyector pero a menor escala. Debido a lo expuesto, la alta incidencia de afectación sobre la utilidad del proyecto se focalizan en:

1. Porcentaje de Financiación
2. Variación de las tasas de interés
3. Porcentaje de participación con financiación de capital propio (Socios)
4. Disminución de ingresos (afectación directa en los ahorros)
5. Incremento en los costos (por alguna penalidad en cuestiones ambientales)

5.8.1 Sensibilidad de Financiación Para este primer escenario se hizo una variación entre el porcentaje de participación donde se estimó variaciones en los porcentajes de participación y a su vez, variación en la tasa de interés demandante por el banco.

Se inició con una tasa del 10% y se finalizó con una tasa cercana a la tasa de usura del 30% solamente para evaluar la sensibilidad que este cambio tiene en cada uno de los escenarios.

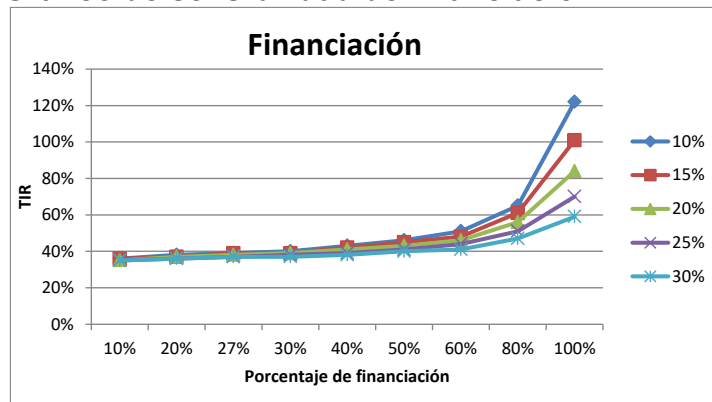
Para la financiación se evaluó diversos porcentajes sobre el monto total requerido como inversión equivalente a 18.400 millones de pesos promedio. A partir de este, se estimó una financiación variable desde el 10% hasta el total de la inversión.

Ambas variaciones son evaluadas mediante la TIR ya que representa directamente la rentabilidad del proyecto.

Tabla 21. Sensibilidad de financiación.

| Sensibilidad de financiación | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Porcentaje de participación - Tasa de interés | | | | | | | | | | |
| TIR 39% | | | | | | | | | | |
| TASA DE FINANCIACIÓN | | 10% | 20% | 27% | 30% | 40% | 50% | 60% | 80% | 100% |
| | 10% | 36% | 38% | 39% | 40% | 43% | 46% | 51% | 65% | 122% |
| | 15% | 36% | 37% | 39% | 39% | 42% | 45% | 48% | 61% | 101% |
| | 20% | 35% | 37% | 38% | 39% | 41% | 43% | 46% | 56% | 84% |
| | 25% | 35% | 36% | 37% | 38% | 39% | 41% | 44% | 51% | 70% |
| | 30% | 35% | 36% | 37% | 37% | 38% | 40% | 41% | 47% | 59% |

Ilustración 20. Gráfico de sensibilidad de financiación



De la tabla anterior se obtiene la anterior gráfica donde se observa que a porcentajes de financiación por debajo del 50 % la tasa de interés no tiene mayor incidencia sobre la TIR del proyecto, es decir, que variando la tasa de interés de financiación entre el 10 y el 30%, a porcentajes inferiores al 50% de financiación no se genera más de +/- 7% como máxima variación, directa sobre la TIR (por encima hasta un 46% y por debajo hasta un 40%). Esto puede ayudar a concluir que además de que la TIR del proyecto en condiciones estáticas es buena (como se evaluó inicialmente con parámetros fijos) ya que corresponde al 39%, al variar la tasa de interés por debajo del 50% la TIR no se ve fuertemente afectada. Luego la rentabilidad del proyecto se mantiene alta.

Al evaluar tasas de interés por encima del 50% de participación, la TIR tiende a incrementar debido a que el periodo evaluado para la amortización del crédito se mantuvo en los 3 años y la rentabilidad dada en los descuentos en el flujo de caja, año a año da un buen margen de ganancias que pagan el monto financiado y cubren la tasa del WACC requerido por los socios del 20%; ya que incluso a valores de tasas de interés del 30% en un porcentaje de financiación del 50% la TIR aumenta debido a que la utilidad neta arroja valores tan buenos que el proyecto alcanza a recuperar la inversión, pagar el crédito y comenzar a dar rendimientos a partir de comienzos del cuarto año (con el total de la inversión recuperada por ser casi el valor de la TIR). Esto debido a que el periodo de recuperación de la financiación se mantuvo constante para poder evaluar el retorno del capital de la inversión y compararlo con el escenario con el cual se evaluó el proyecto. De esta manera, analizando el otro extremo que sería una financiación total de la inversión a una tasa del 10%; el retorno del dinero invertido se daría a partir del segundo año lo cual es algo a tener en cuenta siendo una inversión tan alta, significando con esto que el desarrollo del proyecto sería un completo éxito incluso teniendo factores externos que pudieran incrementar los costos o gastos operacionales. A continuación se presenta el flujo de caja con escenario de 100% de financiación y 10% de tasa de interés de financiación.

Ilustración 21. Flujo de Caja. Escenario: 100% financiación/inversión a 10% E.A

| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| AHORRO OPERACIONAL | | \$10,026,710,981.80 | \$16,209,337,903.00 | \$17,546,612,885.40 | \$18,920,990,563.20 | \$20,364,640,336.60 |
| <i>Ahorro en disposición de residuos</i> | | \$46,643,040.00 | \$46,643,040.00 | \$46,643,040.00 | \$46,643,040.00 | \$46,643,040.00 |
| <i>Ahorro en responsabilidad social</i> | | \$1,464,962,880.00 | \$1,464,962,880.00 | \$1,464,962,880.00 | \$1,464,962,880.00 | \$1,464,962,880.00 |
| <i>Ahorro en mantenimiento de vías</i> | | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 | \$511,939,992.00 |
| <i>Ahorro en transportes</i> | | \$8,003,165,069.80 | \$14,185,791,991.00 | \$15,523,066,973.40 | \$16,897,444,651.20 | \$18,341,094,424.60 |
| COSTOS OPERATIVOS | | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) |
| <i>Costo de mantenimiento al sistema de inyección y líneas de interconexión</i> | | (\$3,196,200,000.00) | (\$3,196,200,000.00) | (\$3,196,200,000.00) | (\$3,196,200,000.00) | (\$3,196,200,000.00) |
| <i>Costo de logística y administración</i> | | (\$1,587,252,000.00) | (\$1,587,252,000.00) | (\$1,587,252,000.00) | (\$1,587,252,000.00) | (\$1,587,252,000.00) |
| UTILIDAD BRUTA | | \$5,243,258,981.80 | \$11,425,885,903.00 | \$12,763,160,885.40 | \$14,137,538,563.20 | \$15,581,188,336.60 |
| DEPRECIACION | | (\$767,444,430.71) | (\$767,444,430.71) | (\$767,444,430.71) | (\$767,444,430.71) | (\$767,444,430.71) |
| FINANCIACION | | | | | | |
| <i>Intereses</i> | | (\$1,840,176,595.21) | (\$1,284,232,004.51) | (\$672,692,954.74) | | |
| GANANCIA OP GRAVABLE | \$0.00 | \$2,635,637,955.88 | \$9,374,209,467.78 | \$11,323,023,499.94 | \$13,370,094,132.49 | \$14,813,743,905.89 |
| IMPUESTOS DE RENTA | \$0.00 | (\$658,909,488.97) | (\$2,343,552,366.94) | (\$2,830,755,874.99) | (\$3,342,523,533.12) | (\$3,703,435,976.47) |
| DEPRECIACION Salvamento | | \$767,444,430.71 | \$767,444,430.71 | \$767,444,430.71 | \$767,444,430.71 | \$767,444,430.71 |
| | | | | | | \$1,534,888,861.43 |
| INVERSIONES | (\$18,401,765,952.08) | | | | | |
| <i>Amortización</i> | | (\$5,559,445,906.97) | (\$6,115,390,497.67) | (\$6,726,929,547.44) | | |
| FLUJO NETO | \$0.00 | (\$2,815,273,009.35) | \$1,682,711,033.88 | \$2,532,782,508.23 | \$10,795,015,030.08 | \$13,412,641,221.56 |

Estas valoraciones fueron hechas con los descuentos de los flujos de caja donde la única variación que se daba era a partir de la financiación evaluada sobre el monto de inversión CAPEX con variación en:

- Tasa de financiación
- Porcentaje de financiación

Manteniendo fijos parámetros de:

- Periodo de financiación.
- Tasa de cambio
- WACC 20%
- Monto de inversión requerido

BIBLIOGRAFÍA

CAMACHO P., Jaime A. Costos Para La Gerencia: Los Aspectos Administrativos. Publicaciones UIS. Diciembre 1993.

Giraldo E. Jorge F., Escalante T. Luis A. Diseño Conceptual Para La Construcción de una Planta de Tratamiento e Inyección de Agua en el Campo Cantagallo. Tesis de grado. Bucaramanga 2008.

HORNGREN, Charles y Foster, George. Contabilidad de costos: Un Enfoque Gerencial. Prentice Hall. MEXICO, 1991.

http://feconaco.org/documentos/teoria_reinyeccion.htm

<http://produccionuncuyo.files.wordpress.com/2011/09/tema-4-transporte-de-fluidos.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos72/facilidades-superficie-industria-petrolera/facilidades-superficie-industria-petrolera2.shtml#ixzz2gmYAV2F5>.

<http://www.monografias.com/trabajos72/facilidades-superficie-industria-petrolera/facilidades-superficie-industria-petrolera3.shtml#bombasa#ixzz2gmjQyzrd>.

LINCH, Richard M. Contabilidad para la Gerencia, Planeación y Control. CECSA. Mexico, 1971.

MARTINEZ ABASCAL E. Finanzas operativas (I). Análisis y diagnóstico. Nota técnica FN-530, Navarra, IESE, Universidad de Navarra, 2007.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL. POZO INYECTOR CARETO 1. BLOQUE CUBIRO . GEOPETROCOL. S.A. AGOSTO DE 2011.

VARGAS M. Jorge E. Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Publicaciones UIS. Agosto 1987.

WEAVER, W., y MICHELSON, S. <<A Practical Tool to Assist in Analyzing Risk Associated with Income Capitalization Approach Valuation or Investment Analysis>>. Appraisal journal, Octubre 2003 (Vol. 71 n.o 4), p. 335 – 344.

ANEXOS

Anexo 1. Capex Planta

| | | | | | | |
|----------|--|--------|-------------|-----|----|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 1.1.1 | INGENIERIA BÁSICA | GLOBAL | 355.760 | 120 | \$ | 42.691.200 |
| 1.1.2 | INGENIERIA DETALLE | GLOBAL | 355.760 | 350 | \$ | 124.516.000 |
| | | | | | | |
| 1.2.1 | Filtro Cascara de Nuez (TIPO Automatico con un solo tablero de control) Capacidad 10000 bpd | UND | 452.016.474 | 2 | \$ | 904.032.948 |
| 1.2.2 | Bombas Booster 300 GPM @65 PSI, 25 hp | UND | 60.073.845 | 2 | \$ | 120.147.690 |
| 1.2.3 | Bombas de Inyeccion Operación (bomba, motor y variador) Cap 10000 bpd Mmto cada 250 hrs | UND | 662.168.050 | 2 | \$ | 1.324.336.100 |
| 1.2.4 | Bombas de Inyeccion Back up (bomba, motor y variador) Cap 10000 bpd Mmto cada 250 hrs | UND | 662.168.050 | 1 | \$ | 662.168.050 |
| 1.2.5 | Decantador (Incluye bombas clarificador) Capacidad 10000 bpd degradado por inyección de Químicos | UND | 276.863.332 | 1 | \$ | 276.863.332 |
| 1.2.6 | Tanques de almacenamiento tipo horizontal capacidad 2000 bls | UND | 91.457.913 | 3 | \$ | 274.373.739 |
| 1.2.7 | Bomba Descarga Agua de Carrotanques 400 gpm@60 psi, 30 hp | UND | 61.624.308 | 3 | \$ | 184.872.924 |
| 1.2.8 | Tanque de almacenamiento de diesel tipo horizontal capacidad 5000 GLS | UND | 59.646.465 | 1 | \$ | 59.646.465 |
| 1.2.9 | Cash Tank 250 bls, horizontal, abierto con techo | UND | 74.063.680 | 1 | \$ | 74.063.680 |
| 1.2.10 | Bombas de retorno agua clarificada 75gpm @ 3 5psi | UND | 40.893.444 | 2 | \$ | 81.786.888 |
| 1.2.11 | Contenedor de Oficina long 20 pies | UND | 61.107.073 | 1 | \$ | 61.107.073 |
| 1.2.12 | Contenedor Comedor y/o bodega log 20 pies | UND | 61.107.073 | 1 | \$ | 61.107.073 |
| | | | | | | |
| 1.3.1 | Filtro Cascara de Nuez (tipo manual capacidad 5000 bpd) | UND | 447.450 | 2 | \$ | 894.900 |
| 1.3.2 | Bombas de Inyeccion Operación MOD W200 capacidad 2126 bpd @ 3300 psi, 150 hp | UND | 950.000 | 3 | \$ | 2.850.000 |
| 1.3.3 | Planta electrica 400Kw Diesel, insonorizado y montado en patin petrolero | UND | 1.035.880 | 2 | \$ | 2.071.760 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ | 4.257.529.822 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 2.1.1 | 1/2" TUBERIA CS A106 GR.B ASME B36.10, SCH 40 DIA 2" B.W. | ML | 40.341 | 1 | \$ | 40.341 |
| 2.1.2 | 2" TUBERIA CS A106 GR.B ASME B36.10, SCH 40 DIA 2" B.W. | ML | 73.117 | 154 | \$ | 11.260.018 |
| 2.1.3 | 3" TUBERIA CS A106 GR.B ASME B36.10, SCH 40/STD DIA 3" B.W. | ML | 148.756 | 120 | \$ | 17.850.720 |
| 2.1.4 | 4" TUBERIA POLIPROPILENO. | ML | 122.385 | 165 | \$ | 20.193.525 |
| 2.1.5 | 6" TUBERIA POLIPROPILENO. | ML | 245.698 | 66 | \$ | 16.216.068 |
| 2.1.6 | 8" TUBERIA POLIPROPILENO. | ML | 378.676 | 24 | \$ | 9.088.224 |
| 2.1.7 | TUBERIA SCH XS | | | | | |
| 2.1.8 | 3" TUBERIA CS A106 GR.B ASME B36.10, SCH 40 DIA 3" B.W. | ML | 294.151 | 14 | \$ | 4.118.114 |
| 2.1.9 | 4" TUBERIA CS A106 GR.B ASME B36.10, SCH 160 DIA 4" B.W. | ML | 526.109 | 30 | \$ | 15.783.270 |
| 2.1.10 | CODO 90° SCH 40 | | | | | |
| 2.1.11 | 2" CODO 90° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR,SCH 40 | UND | 30.255 | 22 | \$ | 665.610 |
| 2.1.12 | 3" CODO 90° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR,SCH 40/STD | UND | 63.032 | 25 | \$ | 1.575.800 |
| 2.1.13 | 4" CODO 90° VICTAULIC | UND | 146.907 | 39 | \$ | 5.729.373 |
| 2.1.14 | 8" CODO 90° VICTAULIC | UND | 496.526 | 5 | \$ | 2.482.630 |
| 2.1.15 | CODO 45° SCH 40 | | | | | |
| 2.1.16 | 2" CODO 45° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR | UND | 16.338 | 13 | \$ | 212.394 |
| 2.1.17 | 3" CODO 45° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR | UND | 63.032 | 15 | \$ | 945.480 |
| 2.1.18 | 4" CODO 45° VICTAULIC | UND | 146.907 | 12 | \$ | 1.762.884 |
| 2.1.19 | 6" CODO 45° VICTAULIC | UND | 788.279 | 14 | \$ | 11.035.906 |
| 2.1.20 | 8" CODO 45° VICTAULIC | UND | 496.694 | 4 | \$ | 1.986.776 |
| 2.1.21 | CODO 45° SCH XS | | | | | |
| 2.1.22 | 3" CODO 45° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR | UND | 139.511 | 3 | \$ | 418.533 |
| 2.1.23 | 4" CODO 45° ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9-B16.28, LR | UND | 139.511 | 6 | \$ | 837.066 |
| 2.1.24 | TEE SCH 40 | | | | | |
| 2.1.25 | 2" TEE ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9 | UND | 80.681 | 21 | \$ | 1.694.301 |
| 2.1.26 | 3" TEE ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9 | UND | 63.884 | 23 | \$ | 1.469.332 |
| 2.1.27 | 4" TEE VICTAULIC | UND | 248.095 | 28 | \$ | 6.946.660 |
| 2.1.28 | 6" TEE VICTAULIC | UND | 597.714 | 16 | \$ | 9.563.424 |
| 2.1.29 | 8" TEE VICTAULIC | UND | 1.023.980 | 2 | \$ | 2.047.960 |
| 2.1.30 | TEE REDUCTORA SCH 40 | | | | | |
| 2.1.31 | 3x2 TEE REDUCTORA ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9 | UND | 51.939 | 1 | \$ | 51.939 |
| 2.1.32 | 4x3 TEE REDUCTORA VICTAULIC | UND | 248.095 | 3 | \$ | 744.285 |
| 2.1.33 | 8x4 TEE REDUCTORA VICTAULIC | UND | 1.023.980 | 4 | \$ | 4.095.632 |
| 2.1.34 | REDUCCION CONCENTRICA SCH 40 | | | | | |
| 2.1.35 | 2x1 REDUCCION CONCENTRICA ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.8 | UND | 16.136 | 2 | \$ | 32.272 |
| 2.1.36 | 3x2 REDUCCION CONCENTRICA ASTM A 234 GR. WPB, ASME B16.9 | UND | 138.671 | 6 | \$ | 832.026 |
| 2.1.37 | 6x3 REDUCCION CONCENTRICA VICTAULIC | UND | 597.714 | 3 | \$ | 1.793.142 |
| 2.1.38 | 4x3 REDUCCION CONCENTRICA VICTAULIC | UND | 248.095 | 23 | \$ | 5.706.185 |
| 2.1.39 | 6x4 REDUCCION CONCENTRICA VICTAULIC | UND | 597.714 | 1 | \$ | 597.714 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|------------|------|-----------------|-------------|--------------------|----|-------------|
| 2.1.40 | BRIDAS RATING 150 | | | | | | | | |
| 2.1.41 | 2" BRIDA WN RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 80,681 | 71 | \$ | 5,728,351 | | \$ | 5,728,351 |
| 2.1.42 | 3" BRIDA WN RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 113,458 | 63 | \$ | 7,147,854 | | \$ | 7,147,854 |
| 2.1.43 | 4" BRIDA WN RF VICTAULIC | UND | 1,125,168 | 104 | \$ | 117,017,472 | | \$ | 117,017,472 |
| 2.1.44 | 6" BRIDA WN RF VICTAULIC | UND | 1,628,754 | 40 | \$ | 65,150,160 | | \$ | 65,150,160 |
| 2.1.45 | 8" BRIDA WN RF VICTAULIC | UND | 1,853,653 | 10 | \$ | 18,536,530 | | \$ | 18,536,530 |
| 2.1.46 | BRIDAS CIEGA ANSI 150 | | | | | | | | |
| 2.1.47 | 2" BRIDA CIEGA RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 70,596 | 5 | \$ | 352,980 | | \$ | 352,980 |
| 2.1.48 | 3" BRIDA CIEGA RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 105,894 | 9 | \$ | 953,046 | | \$ | 953,046 |
| 2.1.49 | 4" BRIDA CIEGA RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 237,001 | 9 | \$ | 2,133,009 | | \$ | 2,133,009 |
| 2.1.50 | 6" BRIDA CIEGA RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 247,086 | 2 | \$ | 494,172 | | \$ | 494,172 |
| 2.1.51 | 8" BRIDA CIEGA RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 410,971 | 4 | \$ | 1,643,884 | | \$ | 1,643,884 |
| 2.1.52 | BRIDAS RATING 1500 | | | | | | | | |
| 2.1.53 | 3" BRIDA WN RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 705,961 | 3 | \$ | 2,117,883 | | \$ | 2,117,883 |
| 2.1.54 | 4" BRIDA WN RF ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5. | UND | 907,664 | 12 | \$ | 10,891,968 | | \$ | 10,891,968 |
| 2.1.55 | FILTRO EN Y 150 | | | | | | | | |
| 2.1.56 | 3" FILTRO EN Y, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,227,677 | 2 | \$ | 6,455,354 | | \$ | 6,455,354 |
| 2.1.57 | 4" FILTRO EN Y, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 882,542 | 3 | \$ | 2,647,626 | | \$ | 2,647,626 |
| 2.1.58 | 6" FILTRO EN Y, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,025,549 | 3 | \$ | 9,076,647 | | \$ | 9,076,647 |
| 2.1.59 | FILTRO CANASTA 150 | | | | | | | | |
| 2.1.60 | 4" FILTRO CANASTA, ASTM A-216 Gr WCB, . ASME B16.10. | UND | 5,849,394 | 2 | \$ | 11,698,788 | | \$ | 11,698,788 |
| 2.1.61 | VÁLVULAS BOLA RATING 150 | | | | | | | | |
| 2.1.62 | 2" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 693,355 | 14 | \$ | 9,706,970 | | \$ | 9,706,970 |
| 2.1.63 | 3" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 1,638,839 | 25 | \$ | 40,970,975 | | \$ | 40,970,975 |
| 2.1.64 | 4" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | GLB | 2,218,736 | 31 | \$ | 68,780,816 | | \$ | 68,780,816 |
| 2.1.65 | 6" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,277,678 | 12 | \$ | 39,332,136 | | \$ | 39,332,136 |
| 2.1.66 | 8" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 19,161,809 | 2 | \$ | 38,323,618 | | \$ | 38,323,618 |
| 2.1.67 | VÁLVULAS BOLA RATING 1500 | | | | | | | | |
| 2.1.68 | 4" VALVULA DE BOLA FLOATING, FULL/P, RF, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 7,059,614 | 4 | \$ | 28,238,456 | | \$ | 28,238,456 |
| 2.1.69 | VALVULA CHEQUE ANSI 150 | | | | | | | | |
| 2.1.70 | 2" VALVULA CHEQUE, CORTINA, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 704,348 | 2 | \$ | 1,408,696 | | \$ | 1,408,696 |
| 2.1.71 | 3" VALVULA CHEQUE, CORTINA, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 1,890,968 | 3 | \$ | 5,672,904 | | \$ | 5,672,904 |
| 2.1.72 | 4" VALVULA CHEQUE, CORTINA, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,403,742 | 6 | \$ | 20,422,452 | | \$ | 20,422,452 |
| 2.1.73 | 6" VALVULA CHEQUE, CORTINA, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,776,893 | 3 | \$ | 11,330,679 | | \$ | 11,330,679 |
| 2.1.74 | VÁLVULA CHEQUE ANSI 2500 | | | | | | | | |
| 2.1.75 | 4" VALVULA CHEQUE, CORTINA, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10 | GLB | 3,151,613 | 1 | \$ | 3,151,613 | | \$ | 3,151,613 |
| 2.1.76 | VÁLVULA DE COMPUERTA ANSI 150 | | | | | | | | |
| 2.1.77 | 4" VALVULA DE COMPUERTA, FULL/P, ASTM A-105, API 608, DIM. ASME B16.10. | UND | 3,403,743 | 8 | \$ | 27,229,944 | | \$ | 27,229,944 |
| 2.1.78 | ESPIROMETALICOS ANSI 150 | | | | | | | | |
| 2.1.79 | 2" EMPAQUE ESPIROMETALICO (NO ASBESTO) ANSI 150 | UND | 8,068 | 60 | \$ | 484,080 | | \$ | 484,080 |
| 2.1.80 | 3" EMPAQUE ESPIROMETALICO (NO ASBESTO) ANSI 151 | UND | 11,346 | 75 | \$ | 850,950 | | \$ | 850,950 |
| 2.1.81 | 4" EMPAQUE ESPIROMETALICO (NO ASBESTO) ANSI 152 | GLB | 17,145 | 111 | \$ | 1,903,095 | | \$ | 1,903,095 |
| 2.1.82 | 6" EMPAQUE ESPIROMETALICO (NO ASBESTO) ANSI 153 | UND | 21,431 | 45 | \$ | 964,395 | | \$ | 964,395 |
| 2.1.83 | 8" EMPAQUE ESPIROMETALICO (NO ASBESTO) ANSI 154 | UND | 39,080 | 7 | \$ | 273,560 | | \$ | 273,560 |
| 2.1.84 | ESPIROMETALICOS ANSI 2500 | | | | | | | | |
| 2.1.85 | 4" EMPAQUE RING GASKET R 38 | UND | 31,768 | 12 | \$ | 381,216 | | \$ | 381,216 |
| 2.1.86 | ESPARRAGOS | | | | | | | | |
| 2.1.87 | 1/2x3 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 4,286 | 64 | \$ | 274,304 | | \$ | 274,304 |
| 2.1.88 | 5/8x3.5 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 4,286 | 220 | \$ | 942,920 | | \$ | 942,920 |
| 2.1.89 | 1 1/8x7 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 16,136 | 96 | \$ | 1,549,056 | | \$ | 1,549,056 |
| 2.1.90 | 5/8x4 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 4,286 | 1136 | \$ | 4,868,896 | | \$ | 4,868,896 |
| 2.1.91 | 3/4x4.5 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 6,555 | 360 | \$ | 2,359,800 | | \$ | 2,359,800 |
| 2.1.92 | 7/8x6 ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | GLB | 9,581 | 24 | \$ | 229,944 | | \$ | 229,944 |
| 2.1.93 | 1 1/4" x 7 3/4" ESPARRAGOS C/U 2 TUERCAS ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H. | UND | 19,414 | 64 | \$ | 1,242,496 | | \$ | 1,242,496 |
| 2.1.94 | UNIONES | | | | | | | | |
| 2.1.95 | 4" UNION UNIVERSAL ACOUPLE VITAUIC A TUBERIA POLIPROPILENO | UND | 1,125,168 | 30 | \$ | 33,755,040 | | \$ | 33,755,040 |
| 2.1.96 | 6" UNION UNIVERSAL ACOUPLE VITAUIC A TUBERIA POLIPROPILENO | UND | 1,628,754 | 26 | \$ | 42,347,604 | | \$ | 42,347,604 |
| 2.1.97 | 8" UNION UNIVERSAL ACOUPLE VITAUIC A TUBERIA POLIPROPILENO | UND | 1,853,653 | 10 | \$ | 18,536,530 | | \$ | 18,536,530 |
| | | | | | SUBTOTAL | \$ | 825,356,473 | | |
| MOVILIZACIÓN EQUIPOS | | | | | | | | | |
| 2.2.1 | MOVILIZACIÓN EQUIPOS | | | | | | | | |
| 2.2.1.1 | C-600 | UND | 8,917,025 | 3 | \$ | 26,751,075 | | \$ | 26,751,075 |
| 2.2.1.2 | Mini-mula | UND | 12,483,834 | 3 | \$ | 37,451,502 | | \$ | 37,451,502 |
| 2.2.1.3 | Camra alta sin escolta | UND | 29,182,991 | 7 | \$ | 204,280,937 | | \$ | 204,280,937 |
| 2.2.1.4 | Camra baja con escolta | UND | 35,668,100 | 15 | \$ | 535,021,500 | | \$ | 535,021,500 |
| 2.2.2 | SERVICIO DE CARGUE PROVEEDOR | | | | | | | | |
| 2.2.2.1 | Grua 30 Ton | UND | 4,100,000 | 2 | \$ | 8,200,000 | | \$ | 8,200,000 |
| 2.2.3 | SERVICIO DESCARGUE LOCACION | | | | | | | | |
| 2.2.3.1 | Movilizacion/ desmovilizacion Grua 50 Ton | UND | 10,000,000 | 2 | \$ | 20,000,000 | | \$ | 20,000,000 |
| 2.2.3.2 | Grua 50 Ton | UND | 4,500,000 | 5 | \$ | 22,500,000 | | \$ | 22,500,000 |
| | | | | | SUBTOTAL | \$ | 854,205,014 | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--------|------------|---------|----|----------------------|--|----|-------------|
| 2.4.1 | PRELIMINAR | | | | | | | | |
| 2.3.2.1 | Topografía | GLOBAL | 6,434,536 | 1 | \$ | 6,434,536 | | \$ | 6,434,536 |
| 2.3.2.2 | Movilización, Desmovilización de equipos y personal | GLOBAL | 98,487,474 | 1 | \$ | 98,487,474 | | \$ | 98,487,474 |
| 2.3.2.3 | Elementos de Seguridad EPP | GLOBAL | 36,768,780 | 1 | \$ | 36,768,780 | | \$ | 36,768,780 |
| 2.4.2 | GENERAL | | | | | | | | |
| 2.4.2.1 | Excavación a maquina incluye su retiro | M3 | 39,067 | 33 | \$ | 1,289,211 | | \$ | 1,289,211 |
| 2.4.2.2 | Geotextil no tejido PAVCO NT 2000 | M2 | 17,656 | 48 | \$ | 847,488 | | \$ | 847,488 |
| 2.4.2.3 | Relleno en material Seleccionado | M3 | 297,253 | 5 | \$ | 1,486,265 | | \$ | 1,486,265 |
| 2.4.2.4 | Concreto pobre de proteccion de sistema electrico en Zanjas | M3 | 1,095,969 | 5 | \$ | 5,479,845 | | \$ | 5,479,845 |
| 2.4.2.5 | Concreto pobre de Limpieza | M3 | 1,229,456 | 5 | \$ | 6,147,280 | | \$ | 6,147,280 |
| 2.4.2.6 | Concreto de 3000 PSI para cimentacion de equipos | M3 | 1,769,498 | 14 | \$ | 24,772,972 | | \$ | 24,772,972 |
| 2.4.2.7 | Suelo natural compactado, e=5 Cm | M3 | 20,682 | 59 | \$ | 1,220,238 | | \$ | 1,220,238 |
| 2.4.2.8 | Carcamo de B 30cm x H 15 cm con Rejilla perimetral | ML | 540,041 | 139 | \$ | 75,065,699 | | \$ | 75,065,699 |
| 2.4.2.9 | Cajas de control de salida de agua en concreto 1.0 x 1.0 x 0.80 m | UND | 6,894,146 | 4 | \$ | 27,576,584 | | \$ | 27,576,584 |
| 2.4.2.1 | Cubierta en Teja Termoacustic A-360 Ondulada | M2 | 99,965 | 90 | \$ | 8,996,850 | | \$ | 8,996,850 |
| 2.4.2.1 | Grouting | M3 | 13,505,632 | 3 | \$ | 40,516,896 | | \$ | 40,516,896 |
| 2.4.2.1 | Acero de refuerzo Fy=4200 (APDR 60) | KG | 19,189 | 7100 | \$ | 136,241,900 | | \$ | 136,241,900 |
| 2.4.2.1 | Bloque N°5 | M2 | 168,217 | 80 | \$ | 13,457,360 | | \$ | 13,457,360 |
| 2.4.2.1 | Pañete liso para muro impermeabilizado | M2 | 41,939 | 160 | \$ | 6,710,240 | | \$ | 6,710,240 |
| 2.4.2.1 | Acero Estructural ASTM A-36 | KG | 27,232 | 3000 | \$ | 81,696,000 | | \$ | 81,696,000 |
| 2.4.2.1 | Geomembrana HDPE 40 mils | M2 | 39,067 | 1185 | \$ | 46,294,395 | | \$ | 46,294,395 |
| 2.4.2.1 | Bolsa Sacos | UND | 14,937 | 1100 | \$ | 16,430,700 | | \$ | 16,430,700 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ | 635,920,713 | | | |
| 2.5.1 | MONTAJE MATERIALES Y ACCESORIOS MECANICOS | | | | | | | | |
| 2.5.1.1 | Linea en facilidades de produccion | | | | | | | | |
| 2.5.1.2 | Prefabricado | | | | | | | | |
| 2.5.1.3 | Prefabricacion en tuberia y accesorios hasta 3" inclusive Campo o taller | KG | 59,230 | 4020.78 | \$ | 238,150,799 | | \$ | 238,150,799 |
| 2.5.1.4 | Prefabricacion en tuberia y accesorios >4" inclusive Campo o taller | KG | 15,688 | 5000.03 | \$ | 78,440,471 | | \$ | 78,440,471 |
| 2.5.1.5 | Montaje | | | | | | | | |
| 2.5.1.6 | Montaje de tuberia y accesorios hasta 3" inclusive | KG | 48,025 | 4020.78 | \$ | 193,097,960 | | \$ | 193,097,960 |
| 2.5.1.7 | Montaje de tuberia y accesorios >4" | KG | 15,688 | 5000.03 | \$ | 78,440,471 | | \$ | 78,440,471 |
| 2.5.1.8 | Instalacion | | | | | | | | |
| 2.5.1.9 | Instalacion de Valvulas | KG | 19,210 | 6707.68 | \$ | 128,854,533 | | \$ | 128,854,533 |
| 2.5.1.1 | Limpieza y pintura Con sistema tricapa (PPE)+ Sandblasting | | | | | | | | |
| 2.5.1.1 | | | | | \$ | - | | \$ | - |
| 2.5.1.1 | De Tuberia | M2 | 336,172 | 186.75 | \$ | 62,780,121 | | \$ | 62,780,121 |
| 2.5.1.1 | Junta de 2" | UND | 136,070 | 236 | \$ | 32,112,520 | | \$ | 32,112,520 |
| 2.5.1.1 | Junta de 3" | UND | 168,086 | 235 | \$ | 39,500,210 | | \$ | 39,500,210 |
| 2.5.1.1 | Pintura de Señalización en Tuberia y Equipos y Placas | | | | | | | | |
| 2.5.1.1 | Tuberia hasta 3" inclusive | UND | 52,027 | 78.5 | \$ | 4,084,120 | | \$ | 4,084,120 |
| 2.5.1.1 | Pruebas hidrostáticas (Sin suministro de agua) | | | | | | | | |
| 2.5.1.1 | De tuberia y accesorios | | | | | | | | |
| 2.5.1.1 | Tuberia de 2" | ML | 56,027 | 154 | \$ | 8,628,158 | | \$ | 8,628,158 |
| 2.5.1.2 | Tuberia de 3" | ML | 67,234 | 120 | \$ | 8,068,080 | | \$ | 8,068,080 |
| 2.5.1.2 | Pruebas NO destructivas | | | | | | | | |
| 2.5.1.2 | Pruebas radiográficas (Placa) | UND | 288,148 | 94.2 | \$ | 27,143,542 | | \$ | 27,143,542 |
| 2.5.1.2 | Fabricacion y Montaje de soporteria | | | | | | | | |
| 2.5.1.2 | Soporteria fabricada en estructura metalica | KG | 28,495 | 3000 | \$ | 85,485,000 | | \$ | 85,485,000 |
| 2.5.1.2 | Montaje de pasadiques | | | | | | | | |
| 2.5.1.2 | Pasarelas | KG | 28,495 | 2000 | \$ | 56,990,000 | | \$ | 56,990,000 |
| 2.5.1.2 | Sistema insonorizacion | | | | | | | | |
| 2.5.1.2 | Barreras de Insonorizacion (incluye suministro y montaje) | M2 | 942,614 | 200 | \$ | 188,522,800 | | \$ | 188,522,800 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ | 1,230,298,783 | | | |
| 2.6.1 | | | | | | | | | |
| 2.6.2 | SUMINISTRO, TENDIDO, E INSTALACIÓN DE CABLES | | | | | | | | |
| 2.6.3 | Tendido e instalación en bandeja portables o banco de ductos, de cable de potencia calibre 250 kcmil. Se debe incluir amarres, termoencogibles | ML | 186,769 | 800 | \$ | 149,415,200 | | \$ | 149,415,200 |
| 2.6.4 | Tendido e instalación en bandeja portables o banco de ductos, de cable de potencia calibre 4x4 AWG encauchetado. Incluye suministro de marquillas con termoencogible, terminales y amarres. | ML | 101,478 | 350 | \$ | 35,517,300 | | \$ | 35,517,300 |
| 2.6.5 | Tendido e instalación en bandeja portables o banco de ductos, de cable de potencia calibre 4x6 AWG encauchetado. Incluye suministro de marquillas con termoencogible, terminales y amarres. | ML | 61,656 | 250 | \$ | 15,414,000 | | \$ | 15,414,000 |
| 2.6.6 | Tendido e instalación en bandeja portables o banco de ductos, de cable de potencia calibre 4x12 AWG encauchetado. Incluye suministro de marquillas con termoencogible, terminales y amarres. | ML | 21,558 | 350 | \$ | 7,545,300 | | \$ | 7,545,300 |

| | | | | | | |
|--------|--|-----|-----------|-----|----------------|----------------|
| 2.6.7 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE CONEXION DE CABLES | | | | | |
| 2.6.8 | Suministro de materiales y mano de obra para el conexionado y ponchado de Cable 500 MCM. Incluye el suministro de terminales tipo tambor largo, estañados marca Panduit, Penn-unión o 3M, termoencogible, amarres y codificadores. | UND | 73.670 | 8 | \$ 589.360 | \$ 589.360 |
| 2.6.9 | Suministro de materiales y mano de obra para el conexionado y ponchado de Cable 2/0 AWG. Incluye el suministro de terminales estañados marca Panduit, Penn-unión o 3M, termoencogible, amarres y codificadores. | UND | 17.190 | 20 | \$ 343.800 | \$ 343.800 |
| 2.6.10 | Suministro de materiales y mano de obra para el conexionado y ponchado de Cable 6 AWG. Incluye el suministro de terminales estañados marca Panduit, Penn-unión o 3M, termoencogible, amarres y codificadores. | UND | 7.874 | 120 | \$ 944.880 | \$ 944.880 |
| 2.6.11 | Suministro de materiales y mano de obra para el conexionado y ponchado de Cable 8 AWG. Incluye el suministro de terminales estañados marca Panduit, Penn-unión o 3M, termoencogible, amarres y codificadores. | UND | 5.418 | 150 | \$ 812.700 | \$ 812.700 |
| 2.6.12 | Suministro de materiales y mano de obra para el conexionado y ponchado de Cable 14 AWG. Incluye el suministro de terminales estañados marca Panduit, Penn-unión o 3M, termoencogible, amarres y codificadores. | UND | 2.240 | 200 | \$ 448.000 | \$ 448.000 |
| 2.6.13 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE BANDEJAS PORTACABLES | | | | | |
| 2.6.14 | Suministro de materiales y mano para el montaje de bandeja portables de 60 cm de ancho. Incluye tapa para bandeja portables con sujetadores y cubre luces y curvas necesarias. | UND | 686.454 | 200 | \$ 137.290.800 | \$ 137.290.800 |
| 2.6.15 | SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE BANCOS DE DUCTOS | | | | | |
| 2.6.16 | TUBERIA METALICA O PVC TIPO PESADO | | | | | |
| 2.6.17 | Tubo de 4" metálico tipo Colmena | ML | 263.178 | 40 | \$ 10.527.120 | \$ 10.527.120 |
| 2.6.18 | Tubo de 2" metálico tipo colmena | ML | 119.412 | 30 | \$ 3.582.360 | \$ 3.582.360 |
| 2.6.19 | Tubo de 1" metálico tipo colmena | ML | 70.658 | 40 | \$ 2.826.320 | \$ 2.826.320 |
| 2.6.20 | Tubo de 4" PVC eléctrica | ML | 102.414 | 250 | \$ 25.603.500 | \$ 25.603.500 |
| 2.6.21 | Tubo de 2" PVC eléctrica | ML | 48.886 | 370 | \$ 18.087.820 | \$ 18.087.820 |
| 2.6.22 | Tubo de 1" PVC eléctrica | ML | 17.403 | 120 | \$ 2.088.360 | \$ 2.088.360 |
| 2.6.23 | TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO PESADO, INCLUYE SOPORTERIA A LA VISTA | | | | | |
| 2.6.24 | Tubo de 2" metálico tipo colmena incluye soporteria | ML | 121.220 | 50 | \$ 6.061.000 | \$ 6.061.000 |
| 2.6.25 | Tubo de 1" metálico tipo colmena incluye soporteria | ML | 82.411 | 150 | \$ 12.361.650 | \$ 12.361.650 |
| 2.6.26 | BOQUILLAS PARA TUBERIA | | | | | |
| 2.6.27 | Tubo de 4" metálico tipo colmena | UND | 174.982 | 2 | \$ 349.964 | \$ 349.964 |
| 2.6.28 | Tubo de 3" metálico tipo colmena | UND | 119.987 | 4 | \$ 479.948 | \$ 479.948 |
| 2.6.29 | Tubo de 1" metálico tipo colmena | UND | 41.846 | 30 | \$ 1.255.380 | \$ 1.255.380 |
| 2.6.30 | CONSTRUCCION DE CAJAS DE HALADO | | | | | |
| 2.6.31 | Cajas de halado para banco de ductos con dimensiones de 0.8x0.8x0.8 m (Ancha, Largo, Prof, pared de 10 cm.). Incluye el suministro de tapa en lámina de alfanjor Cal. 3/16". | UND | 4.144.392 | 7 | \$ 29.010.744 | \$ 29.010.744 |
| 2.6.32 | Cajas de halado para banco de ductos con dimensiones de 0.6x0.6x0.6 m (Ancha, Largo, Prof, pared de 10 cm.). Incluye el suministro de dos tapa en lámina de alfanjor Cal. 3/16". | UND | 3.108.295 | 1 | \$ 3.108.295 | \$ 3.108.295 |
| 2.6.33 | SUMINISTRO, TRANSPORTE DE MATERIALES E INSTALACIÓN DE SISTEMA DEPUESTA A TIERRA | | | | | |
| 2.6.34 | Tendido e instalacion de conductor de cobre calibre 2/0 AWG desnudo para construccion de malla de puesta a tierra. | ML | 63.211 | 950 | \$ 60.050.450 | \$ 60.050.450 |
| 2.6.35 | Tendido e instalacion de conductor de cobre calibre 2/0 AWG desnudo sobre bandeja porta cables con sujetadores de cobre para el cable, localizados cada 2.4 mtrs. | ML | 85.743 | 180 | \$ 15.433.740 | \$ 15.433.740 |
| 2.6.36 | Tendido e instalacion de conductor de cobre calibre 2/0 AWG desnudo para derivaciones de puesta a tierra de equipos. | ML | 63.209 | 36 | \$ 2.275.524 | \$ 2.275.524 |
| 2.6.37 | Suministro, hincada y soldada de varillas de puesta a tierra 5/8"x 2.4 mts cobre-. Incluye el suministro de la varilla, soldadura exotérmica 150 grs. | UND | 449.105 | 50 | \$ 22.455.250 | \$ 22.455.250 |
| 2.6.38 | Construcción de pozos de medida de puesta a tierra incluyendo excavaciones, varilla de puesta a tierra, tubo de gres 12", caja de inspeccion de concreto de 0,4x0,4x0,4, tapa de alfajor, tratamiento con favigel hasta cumplir con r=3 ohm. | UND | 1.084.730 | 4 | \$ 4.338.920 | \$ 4.338.920 |
| 2.6.39 | Suministro de materiales y mano de obra para la ejecución de soldaduras exotérmicas 150 gr. para cable 2/0 AWG. | UND | 75.073 | 3 | \$ 225.219 | \$ 225.219 |
| 2.6.40 | Suministro de materiales y mano de obra para la ejecución de soldaduras exotérmicas 90 gr. para cable 2/0 AWG. | UND | 64.628 | 37 | \$ 2.391.236 | \$ 2.391.236 |
| 2.6.41 | Suministro de materiales y mano de obra para la ejecución de soldaduras exotérmicas 115 gr. para cable 2/0 AWG. | UND | 50.956 | 72 | \$ 3.668.832 | \$ 3.668.832 |
| 2.6.42 | Suministro de materiales y mano de obra para la instalación de platina de 50 cm de longitud 5 cm de ancha y 5 mm de grosor para puesta a tierra incluye aisladores de soporte. | UND | 161.990 | 4 | \$ 647.960 | \$ 647.960 |
| 2.6.43 | Derivaciones a equipos, estructuras y partes metálicas en calibre 2/0 AWG in cluye conector ponchado a equipo. | UND | 130.783 | 23 | \$ 3.008.009 | \$ 3.008.009 |
| 2.6.44 | Derivaciones a equipos, estructuras y partes metálicas en calibre 2 AWG in cluye conector ponchado a equipo. | UND | 99.379 | 11 | \$ 1.093.169 | \$ 1.093.169 |
| 2.6.45 | Suministro y tendido de conductor de drenaje de cobre calibre 12 AWG desnudo para tubería PVC. | UND | 2.731 | 150 | \$ 409.650 | \$ 409.650 |

| | | | | | | |
|-----------------|--|--------|-------------|----|------------------|----------------|
| 2.6.46 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS DE CONEXION A MOTORES | | | | | |
| 2.6.47 | Suministro de materiales, mano de obra pruebas y puesta en marcha de acometida de motor hasta de 150 hp. Incluye soportería, conduletas tipo LBH, todo en 2", en área clase I división 2. Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reduc | ML | 4,131.850 | 3 | \$ 12,395.550 | \$ 12,395.550 |
| 2.6.48 | Suministro de materiales, mano de obra pruebas y puesta en marcha de acometida de motor hasta de 50 hp. Incluye soportería, conduletas tipo LBH, todo en 2", en área clase división 2. Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reduccion | UND | 4,170.668 | 3 | \$ 12,512.004 | \$ 12,512.004 |
| 2.6.49 | Suministro de materiales, mano de obra y puesta en marcha de acometida de motor hasta 15 hp. Incluye soportería, conduletas tipo LBH, todo en 1", en área clase I división 2. Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reducciones, term | UND | 1,668.667 | 20 | \$ 33,373.340 | \$ 33,373.340 |
| 2.6.50 | Suministro de materiales y mano de obra de estaciones pulsadoras para motor con botones Start-stop en caja para área clase I división 2. Incluye soportería, conduletas, todo en 1". Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reduccion | UND | 2,218.127 | 21 | \$ 46,580.667 | \$ 46,580.667 |
| 2.6.51 | Suministro de materiales, mano de obra y puesta en marcha de acometida de motor hasta 30 hp. Incluye soportería, conduletas tipo LBH, todo en 1", en área NO CLASIFICADA. Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reducciones, termina | UND | 1,071.402 | 2 | \$ 2,142.804 | \$ 2,142.804 |
| 2.6.52 | Hasta 15 hp. Incluye soportería, conduletas tipo LBH, todo en 1", en área NO CLASIFICADA. Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reducciones, terminales etc. | UND | 964.547 | 7 | \$ 6,751.829 | \$ 6,751.829 |
| 2.6.53 | Suministro de materiales y mano de obra de estaciones pulsadoras para motor con botones Start-stop en caja para área NO CLASIFICADA. Incluye soportería, conduletas, todo en 1". Incluye todos los accesorios para su funcionamiento como nipples, reducciones, | UND | 2,865.368 | 9 | \$ 25,788.312 | \$ 25,788.312 |
| 2.6.54 | TRANSPORTE UBICACION Y ANCLAJE DE EQUIPOS | | | | | |
| 2.6.55 | Montaje y conexión de Tablero Transferencia, tablero de Distribución 480, Tablero de Distribución 220-110, CCM por columna, cargador de baterías, etc. (Incluye terminales, marcación y aterrizamiento) | UND | 4,469.580 | 1 | \$ 4,469.580 | \$ 4,469.580 |
| 2.6.56 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y TOMAS | | | | | |
| 2.6.57 | Suministro, izado e instalacion de poste metalco. - 12 mts para alumbrado perimetral (incluye panel nema 4-X (12"x8"x6") ubicada en pie de poste con bornas y minicircuit breaker, también incluye el remate en tubería metálica y accesorios de 1") | UND | 3,250.416 | 10 | \$ 32,504.160 | \$ 32,504.160 |
| 2.6.58 | Suministro montaje y conexión de DOS proyectores de sodio 400W - 220V (incluye estructura de soporte, cruzeta, accesorios y los remate en coraza nema-4x) | UND | 1,798.027 | 10 | \$ 17,980.270 | \$ 17,980.270 |
| 2.6.59 | Suministro montaje y conexión de luminarias de sodio 250W - 220V (incluye estructura de soporte, cruzeta, accesorios y los remate en coraza nema-4x) | UND | 1,390.019 | 10 | \$ 13,900.190 | \$ 13,900.190 |
| 2.6.60 | Montaje de alumbrado para la casetas de bombas o caseta de compresores. Incluye el suministro de tubería galvanizada de 1", 6 cajas de conexión GUAT NEMA 4x, 6 cajas de conexión GUAL NEMA 4x, soportería, 6 luminarias Metal Halide 150 W NEMA 4 tipo cerrado | GLOBAL | 4,017.531 | 1 | \$ 4,017.531 | \$ 4,017.531 |
| 2.6.61 | Montaje de toma corriente o interruptor para la caseta de bombas, equipos, etc. Incluye el suministro de tubería galvanizada de 1", 2 cajas de conexión GUAT NEMA 4X, soportería, 2 tomacorrientes NEMA 4X 2 monofásicas. | GLOBAL | 584.117 | 2 | \$ 1,168.234 | \$ 1,168.234 |
| 2.6.62 | Montaje de pararrayos tipo Franklin o Raythor (según ingeniería de detalle). Sobre poste, incluye mastil y bajantes con cable de Cu. Desnudo y triada de puesta a tierra. | UND | 703.842 | 10 | \$ 7,038.420 | \$ 7,038.420 |
| 2.6.63 | ADICIONALES EQUIPOS MAYORES ELECTRICOS | | | | | |
| 2.6.64 | Centro de control de motores para area de facilidad. El Centro de Control de Motores será tipo contenedor, provisionado de arrancadores suaves para motores mayores a 30 HP (Cantidad 0) y directos para motores menores a 30 HP (Cantidad 12). Gavetas totalme | UND | 115,066.572 | 1 | \$ 115,066.572 | \$ 115,066.572 |
| 2.6.65 | Transformador trifásicos de potencia, tipo seco, 100 KVA, 480 Voltios/220/127 Voltios. | UND | 112,189.908 | 1 | \$ 112,189.908 | \$ 112,189.908 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ 1,027,541,131 | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|-----|-------------|-----|----|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
| 2.7.1 | SENSOR DE NIVEL MAGNETICO NC/NO | UND | 1,801.580 | 24 | \$ | 43,237,920 | \$ | 43,237,920 | |
| 2.7.2 | INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-1000 PSIG LLENADO CON GLICERINA CONEXIÓN VERTICAL 1/2" MNPT | UND | 140,294 | 2 | \$ | 280,588 | \$ | 280,588 | |
| 2.7.3 | INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-2000 PSIG LLENADO CON GLICERINA CONEXIÓN VERTICAL 1/2" MNPT | UND | 1,252,628 | 4 | \$ | 5,010,512 | \$ | 5,010,512 | |
| 2.7.4 | INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-200 PSIG LLENADO CON | UND | 572,267 | 9 | \$ | 5,150,403 | \$ | 5,150,403 | |
| 2.7.5 | INDICADOR DE NIVEL MAGNETICO CONEXIÓN A PROCESO 1" RF #150 DISTANCIA ENTRE CENTROS 80". CONEXIÓN TOP BOTTOM | UND | 3,921,086 | 12 | \$ | 47,053,032 | \$ | 47,053,032 | |
| 2.7.6 | INTERRUPTOR DE NIVEL TIPO FLOTADOR CONEXIÓN A PROCESO 2", DPDT. | UND | 6,489,928 | 12 | \$ | 77,879,136 | \$ | 77,879,136 | |
| 2.7.7 | TERMOMETRO BIMETALICO CARATULA 4 1/2" , RANGO 50-300 F CONEXIÓN A TERMOPOZO 1/2", BULBO 16", DIAMETRO DE BULBO 1/4", INCLUYE TERMOPOZO 16" CONEXIÓN A PROCESO 3/4" | UND | 1,267,465 | 4 | \$ | 5,069,860 | \$ | 5,069,860 | |
| 2.7.8 | REGISTRADOR DE PRESION TIPO BARTON (0 - 5000) PSI | UND | 15,896,296 | 1 | \$ | 15,896,296 | \$ | 15,896,296 | |
| 2.7.9 | INTERRUPTOR DE PRESION TIPO BOURDON , 0-200 PSIG, 1/2" NPT, SNAP ACTION, SPDT, NEMA 7+4X | UND | 1,907,555 | 2 | \$ | 3,815,110 | \$ | 3,815,110 | |
| 2.7.10 | INTERRUPTOR DE PRESION TIPO BOURDON , 0-5000 PSIG, 1/2" NPT, SNAP ACTION, SPDT, NEMA 7+4X | UND | 1,907,555 | 2 | \$ | 3,815,110 | \$ | 3,815,110 | |
| 2.7.11 | VÁLVULA DE SHUTDOWN TIPO BOLA CON ACTUADOR NEUMATICO Y SOLENOIDE DE 3 VIAS 6" # 300 | UND | 123,567,204 | 1 | \$ | 123,567,204 | \$ | 123,567,204 | |
| 2.7.12 | VALVULA DE BOLA NPT, CS A106 3000# 1/2" | UND | 189,060 | 20 | \$ | 3,781,200 | \$ | 3,781,200 | |
| 2.7.13 | VALVULA DE AGUJA THRD 3000# 1/2" | UND | 217,037 | 20 | \$ | 4,340,740 | \$ | 4,340,740 | |
| 2.7.14 | NIPPLE 1/2" x 4" 3000# | UND | 52,988 | 60 | \$ | 3,179,280 | \$ | 3,179,280 | |
| 2.7.15 | CABLE INSTRUMENTACION 1X2X18 AWG | UND | 15,896 | 60 | \$ | 953,760 | \$ | 953,760 | |
| 2.7.16 | CABLE INSTRUMENTACION 18X2X18 AWG | UND | 109,178 | 60 | \$ | 6,550,680 | \$ | 6,550,680 | |
| 2.7.17 | TUBING 1/2" EN ACERO INOXIDABLE | UND | 137,959 | 40 | \$ | 5,518,360 | \$ | 5,518,360 | |
| 2.7.18 | ADAPTADOR 1/2" NPT A 1/2" OD | UND | 208,656 | 40 | \$ | 8,354,240 | \$ | 8,354,240 | |
| 2.7.19 | FERULAS Y CONTRATUERCAS 1/2" SWAGELOCK | UND | 162,566 | 40 | \$ | 6,502,640 | \$ | 6,502,640 | |
| 2.7.20 | MEDIDOR DE FLUJO ULTRASONICO 0-10000 BWPD CLAMP ON, NEMA 7+4X, 4-20 MA (CARGADERO) | UND | 69,943,701 | 1 | \$ | 69,943,701 | \$ | 69,943,701 | |
| 2.7.21 | Interruptor magnético de nivel tipo reed switch (actúa con el campo magnético de la boya del visor de nivel K-LEVEL), marca fine, SPDT hold type (memoria), con un contacto NC (normally close) y otro NO (normally open), capacidad del contacto 1 Amperio / 3 | UND | 1,377,679 | 12 | \$ | 16,532,148 | \$ | 16,532,148 | |
| SUBTOTAL | | | | | | \$ | 456,431,920 | | |
| 3.1 | PLANOS AS BUILT Y DOSSIER | HH | 434,812 | 110 | \$ | 47,829,320 | \$ | 47,829,320 | |
| 3.2 | PRUEBA HIDROSTATICA EQUIPOS | HH | 415,681 | 80 | \$ | 33,254,480 | \$ | 33,254,480 | |
| 3.3 | PRUEBA HIDROSTATICA LINEAS | HH | 415,681 | 20 | \$ | 8,313,620 | \$ | 8,313,620 | |
| 3.4 | PRUEBA DE EQUIPOS | HH | 415,681 | 120 | \$ | 49,881,720 | \$ | 49,881,720 | |
| 3.5 | GAMAGRAFIAS | HH | 415,681 | 16 | \$ | 6,650,896 | \$ | 6,650,896 | |
| 3.6 | CAPACITACION y/o ASISTENCIA | HH | 415,681 | 260 | \$ | 108,077,060 | \$ | 108,077,060 | |
| SUBTOTAL | | | | | | \$ | 254,007,096 | | |
| TOTAL | | | | | | | | | |
| TOTAL INVERSIONES | | | | | | \$ | 9,541,290,952 | \$ | 3,541,290,952 |

Anexo 2. Capex Pozo

| PACIFIC STRATUS | | | | |
|---|--|-----------------------------------|------------------------|--------------------|
| POZO COPA INYECTOR | | | | |
| PROFUNDIDAD TVD: 6500 PIES | | | | |
| TIPO DE POZO: INYECTOR | | | | |
| POZO DE 6500 PIES APROXIMADOS, POZO DIRECCIONAL TIPO "J", REGISTROS CON LWD GR+RES EN SECCION DE 8 1/2", CAÑONEO (150 PIES), COMPLETAMIENTO CON TALADRO DE PERFORACION, MOVILIZACIONES 50% 25 - 140 KM, CASING 7" 23#, 10 DIAS HTAS DIRECCIONALES (6 DIAS OPERANDO Y 4 DIAS EN STAND BY), SIN REGISTROS ELECTRICOS. | | | | |
| | | DÍAS ESTIMADOS DE PERFORACIÓN: | 9.03 Dias | |
| | | DÍAS ALISTAMIENTO: | 2.40 Dias | |
| | | DÍAS ESTIMADOS DE COMPLETAMIENTO: | 10.10 Dias | |
| | | | 21.53 Dias | |
| DESCRIPCIÓN | | INVERSIONES | | |
| | | PERFORACIÓN (US\$) | CORRIDA DE RVTO (US\$) | TERMINACIÓN (US\$) |
| ACTIVIDAD | A. INVERSIONES DIRECTAS DE PERFORACIÓN Y TERMINACIÓN | | | |
| 1 | EQUIPO DE PERFORACION | \$ 411,623.0 | \$ 96,385.0 | \$ 178,082.0 |
| 2 | TRANSPORTE Y ARMADA EQUIPO PARA INICIAR OPERACIONES | \$ 275,889.0 | | |
| 3 | DESMOVLIZACION FINAL EQUIPO DE PERFORACION | \$ - | | |
| 4 | SERVICIO REGISTROS ELECTRICOS Y CAÑONEO CON CASING GUN | \$ - | \$ - | \$ 223,947.0 |
| 5 | SERVICIO DE FLUIDO DE PERFORACION Y TERMINACION Y UNIDAD DE FILTRACION | \$ 73,080.0 | \$ 10,440.0 | \$ 20,880.0 |
| 6 | SERVICIO DE TRATAMIENTO DE CORTES Y FLUIDOS RESIDUALES | \$ 54,364.0 | \$ 13,854.0 | \$ 31,894.0 |
| 7 | SERVICIO DE CEMENTACION | \$ 52,403.0 | \$ 112,219.0 | \$ - |
| 8 | SERVICIO DE UNIDAD DE GEOLOGIA | \$ 56,550.0 | \$ - | \$ 5,800.0 |
| 9 | SERVICIO DE PERFORACION DIRECCIONAL + LWD | \$ 122,031.0 | \$ - | \$ - |
| 10 | CORAZONAMIENTO | \$ - | \$ - | \$ - |
| 11 | SERVICIO DE BAJADA DE TUBULARES | \$ 46,400.0 | \$ 55,912.0 | \$ - |
| 12 | ALQUILER DE MARTILLOS HIDRAULICOS | \$ 9,878.0 | \$ - | \$ - |
| 13 | SERVICIO DE PRUEBAS DE PRODUCCION, SLICK LINE, CAÑONEO TCP, MUESTRAS DE FLUIDO | \$ - | \$ - | \$ - |
| 14 | SERVICIOS DE INSPECCION | \$ 5,468.0 | \$ - | \$ 3,301.2 |
| 15 | SERVICIO DE LINER HANGER | \$ - | \$ - | \$ - |
| 16 | SERVICIO DE COMUNICACIONES | \$ 4,439.3 | \$ - | \$ 1,693.5 |
| 17 | SERVICIOS PROFESIONALES DE SUPERVISION E ING. DE PERFORACION+ WELL SITE | \$ 67,164.2 | \$ 6,855.0 | \$ 17,736.0 |
| 18 | SUMINISTRO DE BROCCAS | \$ 20,880.0 | \$ - | \$ - |
| 19 | HERRAMIENTAS ESPECIALES (TUBERIAS, PESCA, MOLEDORES, SPEED WELL) | \$ 9,264.8 | \$ - | \$ - |
| | | \$ 1,209,434.3 | \$ 295,665.0 | \$ 483,333.7 |
| | B. INVERSIONES EN MATERIALES DE PERFORACION Y TERMINACION | | | |
| 20 | REVESTIMIENTOS | \$ 22,174.6 | \$ 157,203.0 | |
| 21 | CABEZAL DE POZO | \$ 26,351.0 | \$ 19,047.0 | |
| 22 | TUBERIA DE PRODUCCION | | | \$ 77,870.0 |
| 23 | COMPLETAMIENTO | | | \$ 92,800.0 |
| 24 | ARBOL DE PRODUCCION | | | \$ 34,896.0 |
| 25 | PRUEBAS DE INYECTIVIDAD (SERVICIO) | | | \$ 397,233.6 |
| | | \$ 48,525.6 | \$ 176,250.0 | \$ 602,799.6 |
| | | \$ 1,257,959.9 | | |
| | | | \$ 471,915.0 | |
| | | \$ - | | \$ 1,086,133.3 |
| | | \$ - | | \$ 2,816,008.2 |
| | | | | |
| | SEGURIDAD FISICA | \$ 67,000.0 | | |
| | GESTION AMBIENTAL | \$ 106,000.0 | | |
| | GESTION SOCIAL | \$ 112,000.0 | | |
| | GESTION HSO | \$ 38,000.0 | | |
| | OBRAS CIVILES UNICAMENTE CONTRAPOZO | \$ 66,120.0 | | |
| | | \$ 389,120.0 | | |
| | | | | \$ - |
| | | \$ - | | \$ 389,120.0 |
| | | \$ 1,647,079.9 | | |
| | | \$ 471,915.0 | | |
| | | \$ 1,086,133.3 | | |
| | | \$ 3,205,128.2 | | |
| | | \$ 160,256.4 | | |
| | | \$ - | | |
| | | | | \$ 3,500,000.0 |
| | | | | \$ 134,615.4 |

Anexo 3. Capex Flow Line

| 1 | Recurso Humano | GLOBAL | 300,000,000 | 1 | \$ 300,000,000 | \$ 300,000,000 |
|---|--|--------|-------------|-----|------------------|------------------|
| 2 | Montaje e instalación de Línea de flujo 4" para interconexión de plataformas | KM | 357,550,000 | 4.5 | \$ 1,608,975,000 | \$ 1,608,975,000 |
| 3 | Pruebas Hidroestáticas y de Flujo | GLOBAL | 60,000,000 | 1 | \$ 60,000,000 | \$ 60,000,000 |
| | | | | | | \$ 1,968,975,000 |

Anexo 4. Tabla de depreciación

| Description | Qty. | Original | | Remaining | | Total Cost | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Total |
|--|------|----------------|-----------|-----------|----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | | COSTO UNITARIO | VIDA ÚTIL | VIDA ÚTIL | VALOR UNITARIO | | Year 1 | Year 2 | Year 3 | Year 4 | Year 5 | Year 6 | Year 7 | |
| | | USD | Years | Years | USD | | USD | USD | USD | USD | USD | USD | USD | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Filtro Cáscara de Nuez (TIPO Automatico con un solo tablero de control) Capacidad 10000 lts | 2 | 452,016,474 | 7 | 7 | 452,016,474 | 904,032,948 | 129,147,564 | 129,147,564 | 129,147,564 | 129,147,564 | 129,147,564 | 129,147,564 | 129,147,564 | 904,032,948 |
| Bombas Booster 300 GPM @65 PSI, 25 hp | 2 | 60,073,845 | 7 | 7 | 60,073,845 | 120,147,690 | 17,163,956 | 17,163,956 | 17,163,956 | 17,163,956 | 17,163,956 | 17,163,956 | 17,163,956 | 120,147,690 |
| Bombas de Inyección Operación (bomba, motor y variador) Cap: 10000 lpd Minto cada 250 hrs | 2 | 662,168,050 | 7 | 7 | 662,168,050 | 1,324,336,100 | 189,190,871 | 189,190,871 | 189,190,871 | 189,190,871 | 189,190,871 | 189,190,871 | 189,190,871 | 1,324,336,100 |
| Bombas de Inyección Back up (bomba, motor y variador) Cap: 10000 lpd Minto cada 250 hrs | 1 | 662,168,050 | 7 | 7 | 662,168,050 | 662,168,050 | 94,595,436 | 94,595,436 | 94,595,436 | 94,595,436 | 94,595,436 | 94,595,436 | 94,595,436 | 662,168,050 |
| Dosificador (incluye bombas clarificador) Capacidad 10000 lpd degradado por inyección de Químicos | 1 | 276,863,332 | 7 | 7 | 276,863,332 | 276,863,332 | 39,551,905 | 39,551,905 | 39,551,905 | 39,551,905 | 39,551,905 | 39,551,905 | 39,551,905 | 276,863,332 |
| Tanques de almacenamiento tipo horizontal capacidad 2000 lts | 3 | 91,457,913 | 7 | 7 | 91,457,913 | 274,373,739 | 39,196,248 | 39,196,248 | 39,196,248 | 39,196,248 | 39,196,248 | 39,196,248 | 39,196,248 | 274,373,739 |
| Bomba Descarga Agua de Carrotaqueros 400 gpm@60 psi, 30 hp | 3 | 61,624,308 | 7 | 7 | 61,624,308 | 184,872,924 | 26,410,418 | 26,410,418 | 26,410,418 | 26,410,418 | 26,410,418 | 26,410,418 | 26,410,418 | 184,872,924 |
| Tanque de almacenamiento de diesel tipo horizontal capacidad 5000 GLS | 1 | 59,646,465 | 7 | 7 | 59,646,465 | 59,646,465 | 8,520,924 | 8,520,924 | 8,520,924 | 8,520,924 | 8,520,924 | 8,520,924 | 8,520,924 | 59,646,465 |
| Cash Tank 250 lts, horizontal, abierto con techo | 1 | 74,063,680 | 7 | 7 | 74,063,680 | 74,063,680 | 10,580,526 | 10,580,526 | 10,580,526 | 10,580,526 | 10,580,526 | 10,580,526 | 10,580,526 | 74,063,680 |
| Bombas de retro-agua clarificada 75gpm @ 3 fpm | 2 | 40,893,444 | 7 | 7 | 40,893,444 | 81,786,888 | 11,683,841 | 11,683,841 | 11,683,841 | 11,683,841 | 11,683,841 | 11,683,841 | 11,683,841 | 81,786,888 |
| Contenedor de Cloro long 20 pies | 1 | 61,107,073 | 7 | 7 | 61,107,073 | 61,107,073 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 61,107,073 |
| Contenedor Conector y/o bodega log 30 pies | 1 | 61,107,073 | 7 | 7 | 61,107,073 | 61,107,073 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 8,729,582 | 61,107,073 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Filtro Cáscara de Nuez (tipo manual capacidad 5000 lpd) | 2 | 447,450 | 7 | 7 | 447,450 | 894,900 | 127,843 | 127,843 | 127,843 | 127,843 | 127,843 | 127,843 | 127,843 | 894,900 |
| Bombas de Inyección Operación MOD W200 capacidad 2128 lpd @ 3300 psi, 150 hp | 3 | 950,000 | 7 | 7 | 950,000 | 2,850,000 | 407,143 | 407,143 | 407,143 | 407,143 | 407,143 | 407,143 | 407,143 | 2,850,000 |
| Planta eléctrica 400Kw Diesel, insonorizado y montado en patín petrolero | 2 | 1,035,880 | 7 | 7 | 1,035,880 | 2,071,760 | 295,966 | 295,966 | 295,966 | 295,966 | 295,966 | 295,966 | 295,966 | 2,071,760 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| TUBERIA SCH XS | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| CODO 90° SCH 40 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| CODO 45 SCH 40 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| CODO 45° SCH XS | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| TEE SCH 40 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| TEE REDUCTORA SCH 40 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| REDUCCIÓN CONCENTRICA SCH 40 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| BRIDAS RATING 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| BRIDAS CIEGA ANSI 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| BRIDAS RATING 1500 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| FILTRO EN Y 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| FILTRO CANASTA 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| VÁLVULAS BOLA RATING 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| VÁLVULAS BOLA RATING 1500 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| VALVULA CHEQUE ANSI 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| VALVULA CHEQUE ANSI 2500 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| VALVULA DE COMPUERTA ANSI 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| ESPIROMETÁLICOS ANSI 150 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| ESPIROMETÁLICOS ANSI 2500 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| ESPARRAGOS | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| UNIONES | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| SENSOR DE NIVEL MAGNETICO NC/NO | 24 | 1,801,580 | 7 | 7 | 1,801,580 | 43,237,920 | 6,176,846 | 6,176,846 | 6,176,846 | 6,176,846 | 6,176,846 | 6,176,846 | 6,176,846 | 43,237,920 |
| INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-1000 PSIG | 2 | 140,294 | 7 | 7 | 140,294 | 280,588 | 40,084 | 40,084 | 40,084 | 40,084 | 40,084 | 40,084 | 40,084 | 280,588 |
| LLENADO CON GLICERINA CONEXIÓN VERTICAL 1/2" MNPT | 4 | 1,252,628 | 7 | 7 | 1,252,628 | 5,010,512 | 715,787 | 715,787 | 715,787 | 715,787 | 715,787 | 715,787 | 715,787 | 5,010,512 |
| INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-2000 PSIG | 9 | 572,267 | 7 | 7 | 572,267 | 5,150,403 | 735,772 | 735,772 | 735,772 | 735,772 | 735,772 | 735,772 | 735,772 | 5,150,403 |
| INDICADOR DE PRESION TIPO BOURDON CARATULA 4.5" FENOLICA 0-2000 PSIG LLENADO CON GLICERINA CONEXIÓN VERTICAL 1/2" MNPT | 12 | 3,921,086 | 7 | 7 | 3,921,086 | 47,053,032 | 6,721,862 | 6,721,862 | 6,721,862 | 6,721,862 | 6,721,862 | 6,721,862 | 6,721,862 | 47,053,032 |
| INDICADOR DE NIVEL TIPO FLOTAZOR CONEXIÓN A PROCESO 2", DPDT | 12 | 6,489,928 | 7 | 7 | 6,489,928 | 77,879,136 | 11,125,591 | 11,125,591 | 11,125,591 | 11,125,591 | 11,125,591 | 11,125,591 | 11,125,591 | 77,879,136 |
| TERMOESTRIBO Bimetálico CARATULA 4 1/2", RANGO 50-300 F CONEXIÓN A TERMOPOZO 1/2" BULBO 1/8" DIAMETRO DE BULBO 1/4" INCLUYE TERMOPOZO 1/2" CONEXIÓN A PROCESO 3/4" | 4 | 1,267,465 | 7 | 7 | 1,267,465 | 5,069,860 | 724,266 | 724,266 | 724,266 | 724,266 | 724,266 | 724,266 | 724,266 | 5,069,860 |
| REGISTRADOR DE PRESION TIPO BARTON (0 - 5000) PSI | 1 | 15,896,296 | 7 | 7 | 15,896,296 | 15,896,296 | 2,270,899 | 2,270,899 | 2,270,899 | 2,270,899 | 2,270,899 | 2,270,899 | 2,270,899 | 15,896,296 |
| INTERRUPTOR DE PRESION TIPO BOURDON, 0-2000 PSIG, 1/2" NPT, SNAP ACTION, SPDT, NEMA 7-4X | 2 | 1,907,555 | 7 | 7 | 1,907,555 | 3,815,110 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 3,815,110 |
| INTERRUPTOR DE PRESION TIPO BOURDON, 0-5000 PSIG, 1/2" NPT, SNAP ACTION, SPDT, NEMA 7-4X | 2 | 1,907,555 | 7 | 7 | 1,907,555 | 3,815,110 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 545,016 | 3,815,110 |
| VALVULA DE SHUTDOWN TIPO BOLA CON ACTUADOR NEUMATICO Y SOLENOIDE DE 3 VIAS F" # 300 | 1 | 123,567,204 | 7 | 7 | 123,567,204 | 123,567,204 | 17,652,458 | 17,652,458 | 17,652,458 | 17,652,458 | 17,652,458 | 17,652,458 | 17,652,458 | 123,567,204 |
| VALVULA DE BOLA NPT, OS A106 3000# 1/2" | 20 | 189,060 | 7 | 7 | 189,060 | 3,781,200 | 540,171 | 540,171 | 540,171 | 540,171 | 540,171 | 540,171 | 540,171 | 3,781,200 |
| VALVULA DE AGUJA THRO 3000# 1/2" | 20 | 217,037 | 7 | 7 | 217,037 | 4,340,740 | 620,106 | 620,106 | 620,106 | 620,106 | 620,106 | 620,106 | 620,106 | 4,340,740 |
| NIPPLE 1/2" x 4" 3000# | 60 | 52,988 | 7 | 7 | 52,988 | 3,179,280 | 454,183 | 454,183 | 454,183 | 454,183 | 454,183 | 454,183 | 454,183 | 3,179,280 |
| CABLE INSTRUMENTACION 120218 AWG | 60 | 15,896 | 7 | 7 | 15,896 | 953,760 | 136,251 | 136,251 | 136,251 | 136,251 | 136,251 | 136,251 | 136,251 | 953,760 |
| CABLE INSTRUMENTACION 120219 AWG | 60 | 109,178 | 7 | 7 | 109,178 | 6,550,680 | 935,811 | 935,811 | 935,811 | 935,811 | 935,811 | 935,811 | 935,811 | 6,550,680 |
| TUBING 1/2" EN ACERO INOXIDABLE | 40 | 137,959 | 7 | 7 | 137,959 | 5,518,360 | 788,337 | 788,337 | 788,337 | 788,337 | 788,337 | 788,337 | 788,337 | 5,518,360 |
| ADAPTADOR 1/2" NPT A 1/2" OD | 40 | 208,856 | 7 | 7 | 208,856 | 8,354,240 | 1,193,463 | 1,193,463 | 1,193,463 | 1,193,463 | 1,193,463 | 1,193,463 | 1,193,463 | 8,354,240 |
| FERRILLAS Y CONTRAFUERZAS 1/2" SWAGelok | 40 | 162,566 | 7 | 7 | 162,566 | 6,502,640 | 928,949 | 928,949 | 928,949 | 928,949 | 928,949 | 928,949 | 928,949 | 6,502,640 |
| MEDIDOR DE FLUIDO ULTRASONICO 0-10000 BWPD CLAMP ON, NEMA 7-4X, 4-20 MA (CARGADERO) | 1 | 69,943,701 | 7 | 7 | 69,943,701 | 69,943,701 | 9,991,957 | 9,991,957 | 9,991,957 | 9,991,957 | 9,991,957 | 9,991,957 | 9,991,957 | 69,943,701 |
| Interruptor magnético de nivel tipo reed switch (actúa con el campo magnético de la boya del nivel de nivel K-LEVEL), marca fine, SPDT hold type (memoria), con un contacto NC (normally closed) y otro NO (normally open), capacidad de contacto 1 Ampere / 3 | 12 | 1,377,679 | 7 | 7 | 1,377,679 | 16,532,148 | 2,361,735 | 2,361,735 | 2,361,735 | 2,361,735 | 2,361,735 | 2,361,735 | 2,361,735 | 16,532,148 |
| | | | | | | 5,372,111,015 | 767,444,431 | 767,444,431 | 767,444,431 | 767,444,431 | 767,444,431 | 767,444,431 | 767,444,431 | |

Anexo 5. Flujo de Caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| AHORRO OPERACIONAL | | \$10,026,710,981.80 | \$16,209,337,903.00 | \$17,546,612,885.40 | \$18,920,990,563.20 | \$20,364,640,336.60 |
| <i>Ahorro en disposición de residuos</i> | | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> | <u>\$46,643,040.00</u> |
| <i>Ahorro en responsabilidad social</i> | | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> | <u>\$1,464,962,880.00</u> |
| <i>Ahorro en mantenimiento de vías</i> | | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> | <u>\$511,939,992.00</u> |
| <i>Ahorro en transportes</i> | | <u>\$8,003,165,069.80</u> | <u>\$14,185,791,991.00</u> | <u>\$15,523,066,973.40</u> | <u>\$16,897,444,651.20</u> | <u>\$18,341,094,424.60</u> |
| COSTOS OPERATIVOS | | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) | (\$4,783,452,000.00) |
| <i>Costo de mantenimiento al sistema de inyección y líneas de interconexión</i> | | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> | <u>(\$3,196,200,000.00)</u> |
| <i>Costo de logística y administración</i> | | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> | <u>(\$1,587,252,000.00)</u> |
| UTILIDAD BRUTA | | \$5,243,258,981.80 | \$11,425,885,903.00 | \$12,763,160,885.40 | \$14,137,538,563.20 | \$15,581,188,336.60 |
| DEPRECIACION | | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> | <u>(\$767,444,430.71)</u> |
| FINANCIACION | | | | | | |
| <i>Intereses</i> | | <u>(\$738,375,000.00)</u> | <u>(\$525,740,010.80)</u> | <u>(\$281,209,773.22)</u> | | |
| GANANCIA OP GRAVABLE | \$0.00 | <u>\$3,737,439,551.09</u> | <u>\$10,132,701,461.49</u> | <u>\$11,714,506,681.47</u> | <u>\$13,370,094,132.49</u> | <u>\$14,813,743,905.89</u> |
| IMPUESTOS DE RENTA | \$0.00 | <u>(\$934,359,887.77)</u> | <u>(\$2,533,175,365.37)</u> | <u>(\$2,928,626,670.37)</u> | <u>(\$3,342,523,533.12)</u> | <u>(\$3,703,435,976.47)</u> |
| DEPRECIACION | | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> | <u>\$767,444,430.71</u> |
| <i>Salvamento</i> | | | | | | <u>\$1,534,888,861.43</u> |
| INVERSIONES | (\$18,401,765,952.08) | | | | | |
| <i>PRELIMINARES</i> , Ingeniería y equipos | | <u>(\$4,257,529,822.00)</u> | | | | |
| <i>CONSTRUCCION Y MONTAJE</i> | | | | | | |
| <i>Suministro de materiales y accesorios mecánicos</i> | | <u>(\$825,356,473.00)</u> | | | | |
| <i>MOVILIZACIÓN</i> | | <u>(\$854,205,014.00)</u> | | | | |
| <i>OBRAS CIVILES</i> | | <u>(\$635,920,713.00)</u> | | | | |
| <i>OBRAS MECÁNICAS</i> | | <u>(\$1,230,298,783.08)</u> | | | | |
| <i>OBRAS ELÉCTRICAS Y DE INSTRUMENTACIÓN</i> | | <u>(\$1,027,541,131.00)</u> | | | | |
| <i>SUMINISTRO Y MONTAJE MATERIAL INSTRUMENTACIÓN</i> | | <u>(\$456,431,920.00)</u> | | | | |
| <i>PRECOMISIONIG - COMISIONING Y START UP</i> | | <u>(\$254,007,096.00)</u> | | | | |
| <i>Montaje e instalación de Línea de flujo 4"</i> | | | | | | |
| <i>para interconexión de plataformas</i> | | <u>(\$1,968,975,000.00)</u> | | | | |
| <i>Pozo de inyección con sus accesorios y pruebas de inyectividad</i> | | <u>(\$6,891,500,000.00)</u> | | | | |
| CRÉDITO RECIBIDO | \$4,922,500,000.00 | | | | | |
| <i>Amortización</i> | | <u>(\$1,417,566,594.67)</u> | <u>(\$1,630,201,583.87)</u> | <u>(\$1,874,731,821.45)</u> | | |
| FLUJO NETO | (\$13,479,265,952.08) | \$2,152,957,499.36 | \$6,736,768,942.96 | \$7,678,592,620.36 | \$10,795,015,030.08 | \$13,412,641,221.56 |
| FLUJO DE CAJA ACUMULADO | (\$13,479,265,952.08) | (\$11,685,134,702.62) | (\$7,006,822,936.67) | (\$2,563,192,948.04) | \$2,642,736,368.16 | \$8,032,976,056.61 |
| TIR | 39% | | | | | |
| VAN | \$ 8,032,976,056.61 | | | | | |
| MAXIMA EXPOSICION FINANCIERA | \$ 13,479,265,952.08 | | | | | |
| PERIODO DE RECUPERACION | AÑO 4 | | | | | |