

**PROPUESTA DE PLAN DE NEGOCIO PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE  
PRODUCCIÓN MEJORADA CON TRATAMIENTOS NIVEL III PARA LOS  
CAMPOS PETROLEROS DE LA GERENCIA REGIONAL ORIENTE DE  
ECOPETROL S.A.**

**ANDRÉS MAURICIO LÓPEZ DAVILA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2014**

**PROPUESTA DE PLAN DE NEGOCIO PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE  
PRODUCCIÓN MEJORADA CON TRATAMIENTOS NIVEL III PARA LOS  
CAMPOS PETROLEROS DE LA GERENCIA REGIONAL ORIENTE DE  
ECOPETROL S.A.**

**ANDRÉS MAURICIO LÓPEZ DAVILA**

**Propuesta de trabajo de grado para optar el título de Especialista en Alta  
Gerencia**

**Directora:**

**AURA PEDRAZA AVELLA**

**Dra. Ph. D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2014**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres y mis tías, a quienes les debo todo lo que soy

A mi esposa y mi hija, por su paciencia y amor incondicional

A Jose Luis y al equipo de Caño Sur, por su confianza, enseñanzas y amistad, de quienes aprendí que es verdad que “uno es del tamaño de sus sueños”

A la profesora Aura, gracias por su paciencia y dedicación

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. MARCO DE REFERENCIA.....	20
3.1. MARCO DE ANTECEDENTES.....	20
3.2. MARCO DE REFERENCIA.....	23
3.2.1. Plan de Negocios.....	23
3.2.2. Modelo de Negocios propuesto por Osterwalder (Modelo CANVAS). .....	25
4. METODOLOGÍA. ....	28
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	30
6. IMPACTO.....	31
7. CRONOGRAMA .....	32
8. PRESUPUESTO.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Metodología para el Trabajo de Aplicación. Parte 1.....	28
Cuadro 2. Metodología para el Trabajo de Aplicación. Parte 2.....	29
Cuadro 3. Cronograma de actividades para el trabajo de aplicación. Parte I .....	32
Cuadro 4. Cronograma de actividades para el trabajo de aplicación. Parte 2 .....	33
Cuadro 5. Presupuesto estimado para el trabajo de aplicación .....	34

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Etapas del tratamiento de agua antes de su disposición final. ....	14
Figura 2. Participación de Campos en la producción de agua de la GRO. ....	15
Figura 3. Pronostico de producción QF + RB. ....	16
Figura 4. Pronóstico de agua (BWPD). ....	20
Figura 5. Manejo de agua de producción en superficie. ....	21
Figura 6. Cronograma del proyecto de Distrito de Adecuación de Tierras Campo Castilla .....	22

## RESUMEN

**TITULO:** PROPUESTA DE PLAN DE NEGOCIO PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN MEJORADA CON TRATAMIENTOS NIVEL III PARA LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA GERENCIA REGIONAL ORIENTE DE ECOPETROL S.A.

**AUTOR:** ANDRÉS MAURICIO LÓPEZ DAVILA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Meta, Producción de agua, Disposición, Viabilizar, Sostenibilidad

### DESCRIPCIÓN.

La producción de crudo en cualquier campo petrolero del mundo viene asociada en mayor o menor medida a producción de gas y a producción de agua. Para el caso del Departamento del Meta, y específicamente los campos de la Gerencia Regional Oriente, el agua asociada es cada vez mayor (en una relación superior a 10 barriles de agua por cada barril de crudo), lo cual pone en riesgo la viabilidad económica de algunos proyectos.

Los campos de la Gerencia Regional Oriente generan 3.3 millones de barriles por día de agua residual industrial, los cuales en su gran mayoría son reinyectados al subsuelo después de ser tratados. Esta operación de disposición (vía vertimiento y reinyección) cuesta al año más de 800 millones de dólares. En la actualidad el crecimiento en producción de crudo de todos los campos del Meta está limitado por las restricciones existentes en las Licencias Ambientales para vertimiento e inyección de agua, puesto que, como se mencionó anteriormente, este crecimiento está ligado a un fuerte incremento en la producción de agua.

Por lo anterior, el trabajo de grado le apuesta a proponer una forma de cerrar el ciclo de producción de agua, en donde el que la produce sea el responsable de transformarla a un producto y/o servicio que genere valor y que sea también el cliente final que consiga el mayor beneficio de este proceso; es decir, es una propuesta que integra soluciones técnicas, sociales y económicas en una sola, y que genera viabilidad económica y sostenibilidad a la producción de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol, y posiblemente a otros campos petroleros colombianos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Industrial. Especialización en Alta Gerencia. Directora, Aura Pedraza Avella

## ABSTRACT

**TITLE:** PROPOSED BUSINESS PLAN FOR USE OF WATER PRODUCTION ENHANCED LEVEL III TREATMENT FOR OIL FIELDS OF EASTERN REGIONAL MANAGEMENT ECOPETROL SA \*

**AUTHOR:** MAURICIO LOPEZ ANDRES DAVILA \*\*

**KEYWORDS:** Meta, Water Production, Disposition, Make viable, Sustainability

### DESCRIPTION.

Crude oil production in any oil field in the world is associated to a greater or lesser extent gas production and water production. In the case of the State of Meta in Colombia, and specifically the fields of Gerencia Regional Oriente , water is increasingly associated ( in a higher ratio to 10 barrels of water per barrel of crude ) , which threatens the economic viability of some projects.

The fields in the Gerencia Regional Oriente generate 3.3 million barrels per day of industrial wastewater , which mostly are reinjected into the subsoil after being treated . This drawdown (by shedding and reinjection) costs per year more than 800 million. Currently the growth in oil production from all fields of Meta is limited by the constraint on Environmental Licenses for dumping and water injection , since, as mentioned above , this growth is linked to a strong increase in water production.

Therefore, this paper will bet to propose a way to close the production cycle of water , where the producer is responsible for transforming it into a product and / or service that creates value and is also the final costumer get the most benefit from this process. It is a proposal that integrates technical, social and economic solutions in one , and generates economic viability and sustainability in the production of the oil fields of the Gerencia Regional Oriente of Ecopetrol and possibly other Colombian oil fields.

---

\* Work Degree

\*\* Faculty of Engineering physicomechanical. School of Industrial Engineering. Specialization in Management. Director, Aura Pedraza Avella

## INTRODUCCIÓN

En el negocio de producción de hidrocarburos, siempre hay asociada una producción implícita de agua, la cual podría llegar a ser relevante; esto depende principalmente del yacimiento, su energía asociada y sus características petrofísicas, del tipo de crudo, y especialmente de su gravedad API (densidad) y su viscosidad. Normalmente la producción de agua es más alta en crudos pesados (menores valores API), incluso superando relaciones de 10/1; es decir, por cada barril de petróleo se obtienen diez barriles de agua.

El agua de producción normalmente es salada, con compuestos inorgánicos disueltos, escamas suspendidas, gases disueltos, hidrocarburos dispersos, bacterias y variedad de sustancias tóxicas y radiactivas naturales.<sup>1</sup> Las características son propias de cada campo y no existe un tratamiento único que aplique en todos los casos.

Actualmente el agua producida, es dispuesta por vertimiento a fuentes hídricas o en pozos inyectores, previo tratamiento nivel I: separación del agua del crudo, retiro de grasas y aceites y sólidos suspendidos y nivel II: Enfriamiento y retiro de fenoles (aplica para el caso vertimiento)<sup>2</sup>

En los campos petroleros de Ecopetrol en el Departamento del Meta, los cuales representan en la actualidad más del 50% de la producción de crudo, la producción de agua del orden de 5.2 millones de barriles por día, de los cuales 3.3 millones son de la Gerencia Regional Oriente. Para entender la dimensión del volumen extraído diariamente de estos yacimientos, es importante hacer las

---

<sup>1</sup> ARNOLD Ken, Surface production Operations. Houston, TX 1998, p.194.

<sup>2</sup> ECOPETROL S.A., Manejo de aguas de producción, Ingeniería Conceptual. Bogotá 2011, p.2.

siguientes comparaciones: el agua consumida en Bogotá diariamente también equivale a 3.3 millones de barriles por día. Además, si se cargara esta producción de agua en carrotanques de 200 Bls (tractomulas), se podría ocupar la vía Bogotá-Armenia en su totalidad.

Los ejemplos de mayor relevancia en el incremento exponencial de producción de agua son los campos de Rubiales y Quifa, en donde Ecopetrol es socio con Meta Petroleum Corp. desde 2003 y 2010 respectivamente.

En la actualidad, la relación de producción agua/crudo de los campos Quifa y Rubiales es de 11.9, y el costo de tratamiento y disposición de agua (vía inyección en pozo de disposición ('disposal')) es de US\$/Bl. 0.5; es decir, el costo de cada barril de crudo es de US\$ 6 solamente por la producción de agua. A medida que la relación crezca, tal y como es de esperarse, la viabilidad financiera de estos campos estará en riesgo.

De lo anterior, es claro que el gran reto para las empresas petroleras –entre ellas Ecopetrol-, es buscar opciones viables para la disposición del agua. Esta viabilidad no solamente incluye lo referente a la legislación ambiental, también incluye factores técnicos, sociales y económicos. Desde el punto de vista técnico existen alternativas diferentes que permiten darle usos productivos a estos grandes volúmenes de agua (denominados tratamientos de nivel III).

En este trabajo se busca dar claridad a la problemática de la producción y disposición de agua asociada a producción de crudo y sus consecuencias, para finalmente llegar a una propuesta en el tratamiento de agua producción para el uso agroindustrial que aplique en los campos de la Gerencia Regional Oriente.

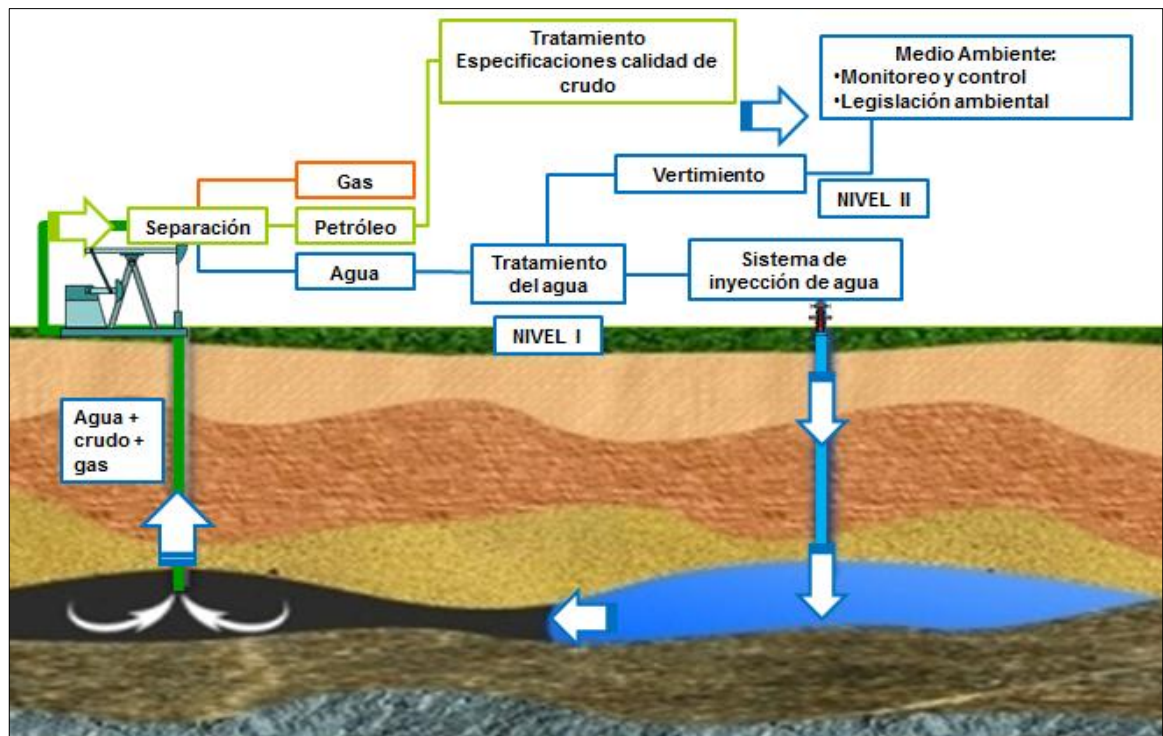
La propuesta está enmarcada dentro de un proyecto sombrilla que se presenta con dos compañeros del MBA, en donde se integra la viabilidad técnica con la

ambiental y agroindustrial, buscando el aprovechamiento ecoeficiente del agua, lo cual será fundamental en la búsqueda de viabilidad económica de los campos de la Gerencia Regional Oriente en el mediano y largo plazo.

## 1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Tal como se mencionó anteriormente, el agua de producción está asociada a la producción de crudo. En el siguiente esquema se puede apreciar los procesos asociados y las diferentes etapas del tratamiento de agua antes de su disposición final, de acuerdo a los modelos actuales de operación en la Gerencia Regional Oriente

**Figura 1. Etapas del tratamiento de agua antes de su disposición final.**

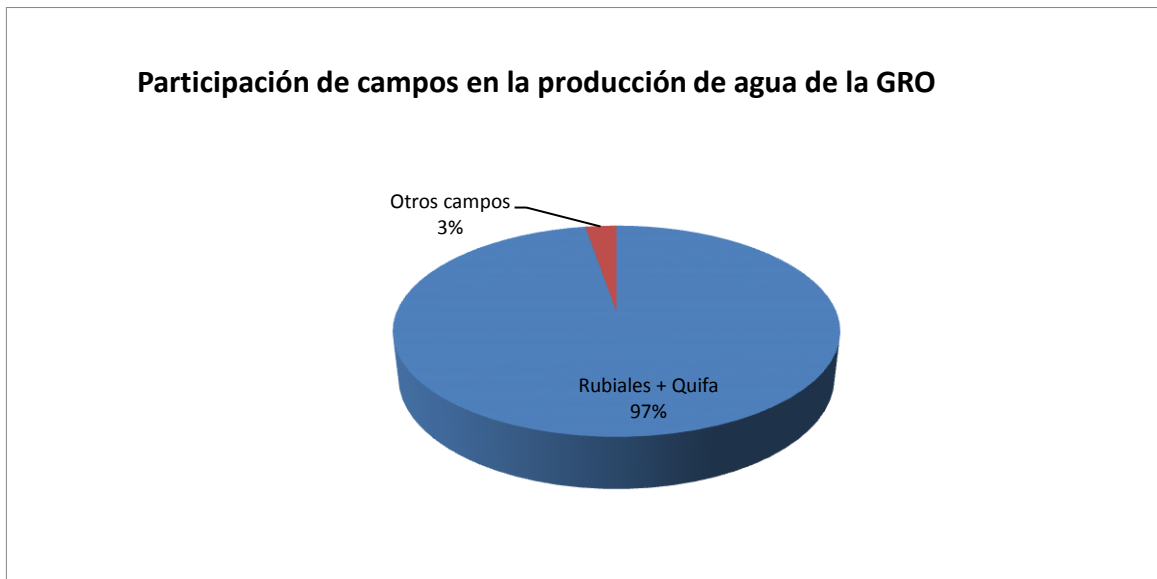


Fuente: Vicepresidencia de Producción. Presentación sobre Ecopetrol S.A. [CD-ROM]. [Bogotá]: La Empresa, 2013. Etapas del tratamiento de agua antes de su disposición final.

Los campos de la Gerencia Regional Oriente generan 3.3 millones de barriles por día de agua residual industrial, los cuales en su gran mayoría son reinyectados al subsuelo después de ser tratados. Esta operación de disposición (vía vertimiento y reinyección) cuesta al año más de 800 millones de dólares. En la actualidad el crecimiento en producción de crudo de todos los campos del Meta está limitado por las restricciones existentes en las Licencias Ambientales para vertimiento e inyección de agua, puesto que, como se mencionó anteriormente, este crecimiento está ligado a un fuerte incremento en la producción de agua.

La producción de agua de la Gerencia se concentra en los campos Quifa y Rubiales, los cuales representan el 97% del total (ver Figura 2); por lo anterior, este trabajo se concentrará en estos dos campos.

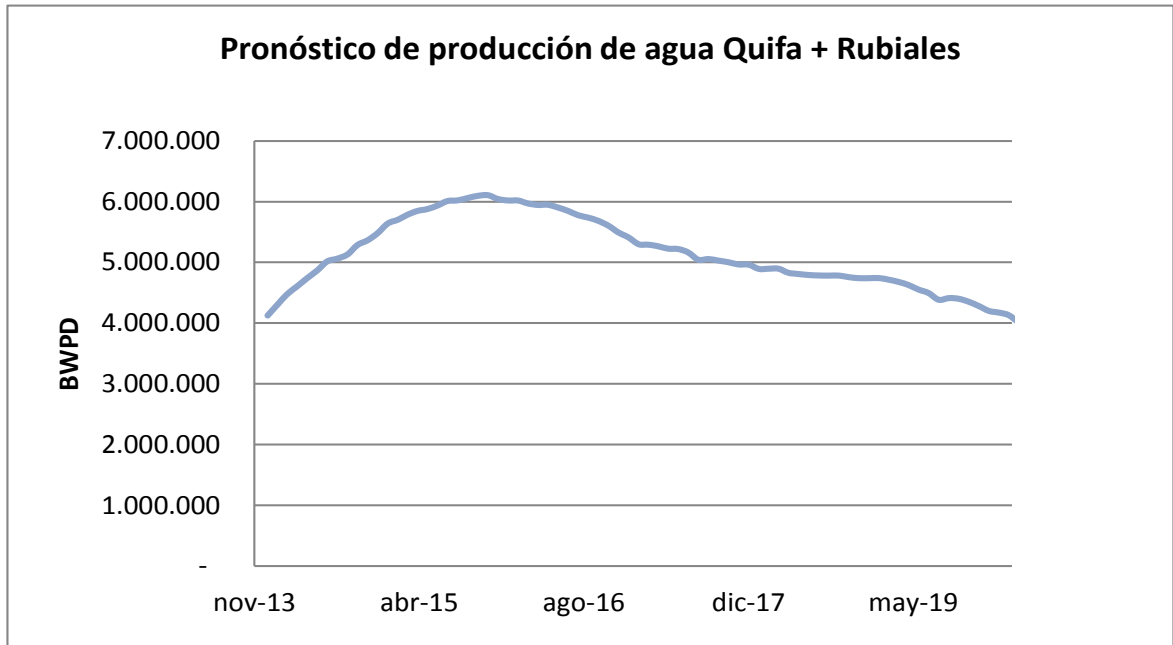
**Figura 2. Participación de Campos en la producción de agua de la GRO.**



Las proyecciones actuales muestran un crecimiento de esta producción de agua a valores superiores a los 6 millones de barriles por día en los campos Quifa y Rubiales (ver Figura 3), lo cual indica que los costos por tratamiento de agua

serán mayores e incluso pondrán en riesgo la viabilidad económica de muchos campos.

**Figura 3. Pronostico de producción QF + RB.**



Fuente: Gerencia Regional Oriente. Presentación sobre Ecopetrol S.A. [CD-ROM]. [Bogotá]: La Empresa, 2013. Pronostico de producción QF + RB.

Como ya se dijo, las alternativas probadas técnicamente y que Ecopetrol utiliza como mecanismo de disposición de agua en los campos de los Llanos Orientales son el vertimiento en cuerpos de agua, y la inyección de agua en pozos *disposal*. Sin embargo, estos mecanismos han mostrado no ser los idóneos por sus altos costos y por su impacto ambiental, especialmente en el caso de vertimientos los cuales han generado rechazo general entre los habitantes del sector teniendo en cuenta que no es un agua apta para el consumo humano ni totalmente recomendable para riego; por lo anterior, se requiere una solución en el mediano plazo, eficiente e innovadora, ya que posiblemente se saldrá de los paradigmas de esta industria porque no se conoce ninguna solución a la fecha en la industria local.

A partir de esta problemática, se propone analizar diferentes alternativas para el tratamiento de agua de producción nivel III que tenga como destino la disposición ecoeficiente para el uso agroindustrial en los campos de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A., con la posibilidad de generar valor a través de su utilización en la creación de productos o servicios para sí misma, por ejemplo en cultivos de eucalipto, palma, o similares.

En general, la propuesta de valor es que el negocio de los tres trabajos de aplicación en conjunto es que se proponga una forma de cerrar el ciclo de producción de agua, en donde el que la produce sea el responsable de transformarla a un producto y/o servicio que genere valor y que sea también el cliente final que consiga el mayor beneficio de este proceso.

En conclusión, es una propuesta que integra soluciones técnicas, sociales y económicas en una sola, y que genera viabilidad económica y sostenibilidad a la producción de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol, y posiblemente a otros campos petroleros colombianos. Entre los beneficios sociales que se pueden presentar está la creación de empleos en la zona afectada; los menores impactos ambientales por menores consumos de energía que la mayoría provienen de fuentes contaminantes como la quema de gasolina; desarrollo económico en la región a través del impulso de la agricultura como motor de crecimiento; uso eficiente de un producto finito y generador de vida como lo es el agua, entre otros.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Construir un plan de negocio para la utilización de agua de producción mejorada con tratamientos nivel III para los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio de las regulaciones ambientales vigentes para la utilización de aguas de producción de la industria petrolera en proyectos agroindustriales
- Realizar una revisión histórica de los volúmenes de agua producidos y sus sistemas de disposición final en los campos de la Gerencia Regional Oriente de la Vicepresidencia de Producción de Ecopetrol, resaltando su efecto en los costos de levantamiento.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas de producción de la Gerencia Regional Oriente.
- Realizar una revisión desde el punto de vista técnico y ambiental, de alternativas de tratamiento Nivel III para las aguas producidas en los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente, con el objetivo de que su destino de disposición sea la alternativa agrícola de aprovechamiento ecoeficiente del agua de producción.

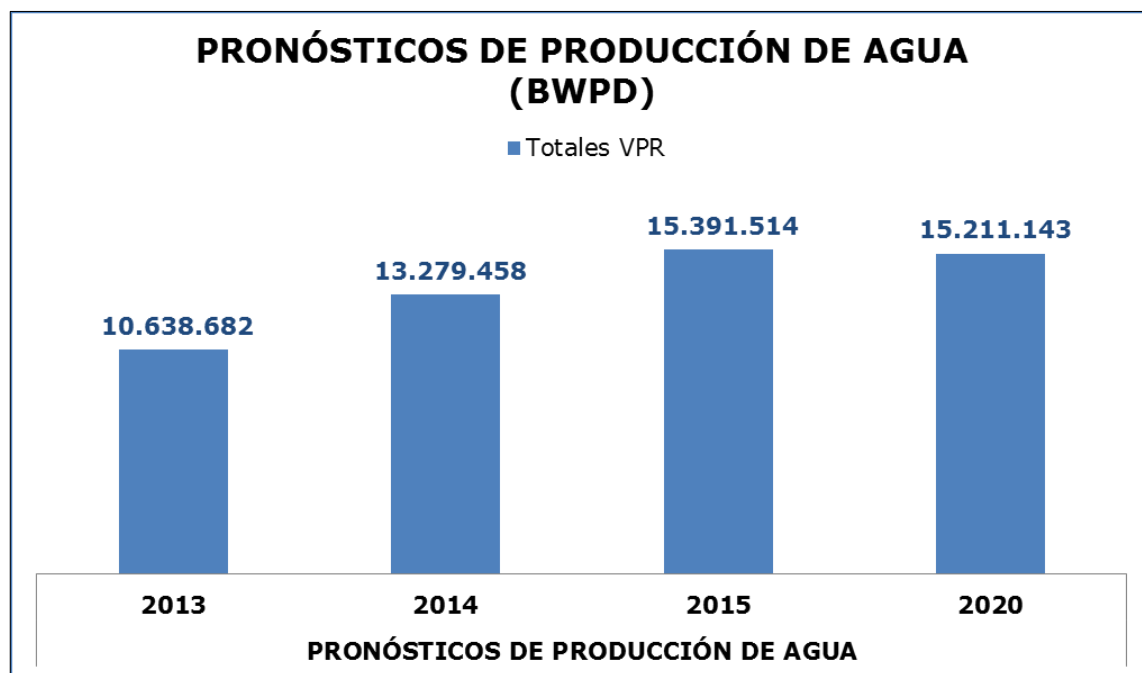
- Analizar financieramente el negocio de tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.
- Identificar y valorar los riesgos asociados a la alternativa técnica seleccionada para tratamiento de agua nivel III.
- Formular el esquema organizativo del nuevo departamento de Ecopetrol encargado de esta nueva línea de procesos, con el objetivo de establecer la estructura jerárquica y los roles y responsabilidades a ser empleados.
- Definir el modelo de negocio del tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.
- Desarrollar el plan de trabajo para la implementación a escala piloto del tratamiento de agua nivel III seleccionado para aprovechamiento agrícola en los campos de producción de la Gerencia Regional Oriente.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. MARCO DE ANTECEDENTES

A continuación, en la Figura 4, se presentan los pronósticos de producción de agua en Ecopetrol para hasta el año 2020 (valores en barriles por día).

**Figura 4. Pronóstico de agua (BWPD).**

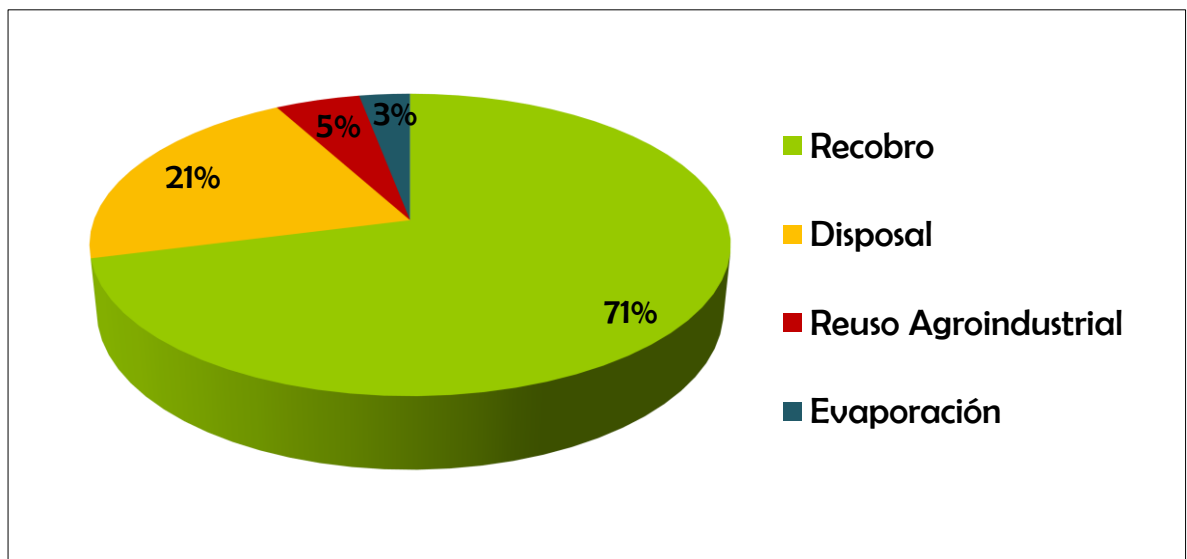


Fuente: Vicepresidencia de Producción. Presentación sobre Ecopetrol S.A. [CD-ROM]. [Bogotá]: La Empresa, 2013. Pronóstico de agua (BWPD).

A nivel mundial, alrededor de un 92% del agua producida se reinyecta, ya sea mediante pozos disposal o en recobro mejorado, mientras que sólo un 5% tiene uso agroindustrial (Ver Figura 5)

En Ecopetrol desde comienzos de 2010, se han identificado diferentes alternativas que buscan dar solución a la problemática de manejo de agua de producción en superficie, presionado por unas políticas ambientales cada vez más exigentes que buscan la sostenibilidad de las actividades desarrolladas por la industria petrolera, que en las últimas décadas ha generado grandes impactos ambientales.

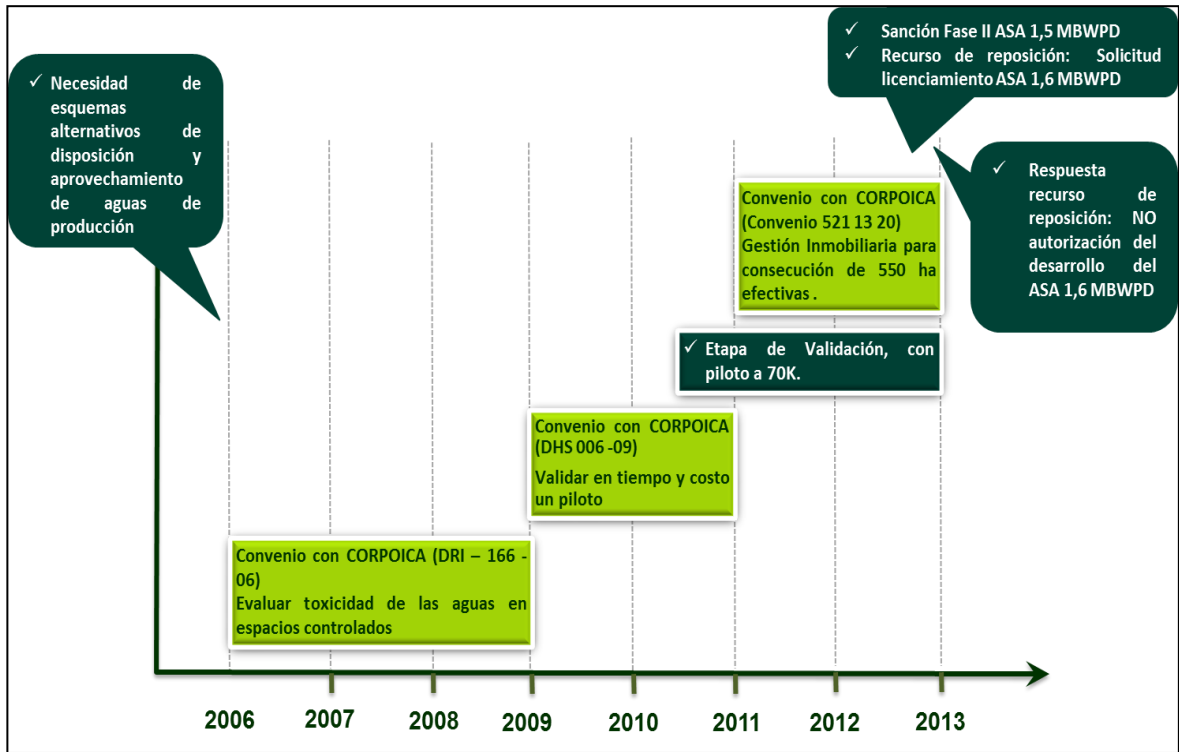
**Figura 5. Manejo de agua de producción en superficie.**



Fuente: Vicepresidencia de Producción, Presentación sobre usos del agua. 2013

La primera iniciativa alternativa se le denominó Distrito de Adecuación de Tierras (DAT), en donde se buscaba que el agua de producción del campo Castilla de la Gerencia Central (Departamento del Meta) fuera empleada para riego de diferentes cultivos agrícolas. Esta propuesta consideraba un manejo de 1,5 millones de barriles de agua, que para el 2010 se estimaba era el requerimiento de largo plazo del campo. El cronograma de trabajo desarrollado en este proyecto se presenta en la Figura 6.

**Figura 6. Cronograma del proyecto de Distrito de Adecuación de Tierras Campo Castilla**



Fuente: Vicepresidencia de Producción. Presentación sobre Ecopetrol S.A. [CD-ROM]. [Bogotá]: La Empresa, 2013. Proyecto DAT.

El proyecto no llegó a feliz término por la no aprobación por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Debido a que los campos petroleros siguieron su crecimiento de producción de crudo y por ende de agua, en 2012 surgió la imperiosa necesidad de una solución de bajo costo; sin embargo, aún no existe nada concreto al interior de la compañía.

A partir de esto, y teniendo en cuenta los avances y conocimientos adquiridos por Ecopetrol, se presenta esta propuesta que incluye el desarrollo tecnológico de los últimos años, así como la integración de conceptos económicos, ambientales, sociales y técnicos, que puedan dar una solución integral a las empresas petroleras, generando valor para todos los involucrados.

## 3.2. MARCO DE REFERENCIA

**3.2.1. Plan de Negocios.** El Plan de Negocios tiene como principal objetivo determinar la viabilidad financiera de un proyecto, que sirva para la toma de decisiones de Inversionistas, Emprendedor, Socios, Gobierno y demás interesados en el proyecto y/o negocio.

“Tanto los inversionistas como los administradores usan el plan para comprender mejor el negocio, el tipo de producto o servicio que se ofrece, el tipo de mercado del cual va a ser parte, así como las características el empresario y del equipo administrativo”.<sup>3</sup>

La finalidad de los planes de negocios es facilitar y hacer realidad el logro de los objetivos propuestos de una empresa o línea de negocio, por lo que es importante que se incluya una estructura que permita organizar la información y facilitar su análisis para cumplir con los objetivos específicos.

La estructura del plan de negocios que se propone para este trabajo de aplicación es la propuesta por Finch <sup>4</sup>, en donde se propone el siguiente orden:

1. Resumen Ejecutivo: Breve análisis de los aspectos más importantes del proyecto. En pocas palabras se debe describir el producto o servicio, el mercado, la empresa, los factores de éxito del proyecto, los resultados esperados, las necesidades de financiamiento y las conclusiones generales.
2. Introducción: sección inicial cuyo propósito principal es contextualizar el texto fuente que está expuesto, describiendo el alcance del documento, con un

---

<sup>3</sup> LONGENECKER, Justin G. Administración de Pequeñas Empresas. Ciudad de México. Cengage Learning Editores, 2012. P.164-407.

<sup>4</sup> FINCH, Brian. Cómo escribir un plan de negocios. Ciudad de México. Kogan Page Ltda, 2010. P.1-160.

resumen del mismo, explicando algunos antecedentes que son importantes para el posterior desarrollo del tema central.

3. Antecedentes: Hecho, comentario o circunstancia del pasado con relación al proyecto expuesto que influye en hechos posteriores y sirve para juzgarlos, entenderlos o preverlos.
4. Producto y/o Servicio: Detallar los productos y servicios que se generarán en este negocio para satisfacer las necesidades latentes del cliente final.
5. Mercado: Se debe mencionar el conjunto de transacciones o acuerdos de intercambio de bienes o servicios que se deben realizar en este negocio.
6. Operatividad: Esquema operativo del negocio, en el cual se detallará los roles y responsabilidades de cada área creada para el funcionamiento de esta nueva línea de negocio.
7. Gestión y Recursos Humanos: Determinar la estructura organizacional de área organizacional encargada de la nueva línea de negocio, y los roles y responsabilidades que tendrá cada integrante de esta área. Así mismo se detallará, el plan de gerenciamiento de recursos humanos.
8. Propuesta de Generación de Valor: Por medio de la metodología de CANVAS, determinar el modelo de negocio y la generación de valor del mismo.
9. Valoración financiera: Desarrollar un modelo financiero que integre todos los factores claves del negocio, con el fin de determinar la rentabilidad del negocio.
10. Riesgos: Se debe valorar cualitativa y cuantitativamente los riesgos asociados, con el fin de analizar las incertidumbres asociadas y los planes de acción para

definir la estrategia de gestión de riesgos que más se acople a los requerimientos.

**3.2.2. Modelo de Negocios propuesto por Osterwalder (Modelo CANVAS).** El Modelo de Negocio es una herramienta conceptual de como una organización crea, entrega y captura el valor<sup>5</sup>. En el trabajo de aplicación se busca el uso de los nueve bloques que se propone en el modelo CANVAS, las cuales agrupan las principales variables de un negocio, para poder lograr conceptos simples, relevantes y sobre todo que sea de fácil entendimiento, pero que no se dejen temas de importancia sin una evaluación.

Los nueve bloques de la metodología de Osterwalder son los siguientes:

- **Propuesta de Valor:** Describe el paquete de productos y servicios que crean valor para un segmento de clientes específico, y responde a preguntas como: Que se ofrece a los clientes es términos de productos y servicios? En qué se diferencia la oferta de otros proveedores? Se conoce como perciben los clientes la propuesta de valor?
- **Segmentos del Mercado:** Define los diferentes grupos de personas u organizaciones a la cual una empresa o área corporativa apunta a alcanzar y servir, y responden a preguntas como: Quienes son los clientes? Puede describir los diferentes tipos de clientes objetivo? Conoce suficientemente bien a sus clientes y sus necesidades? Es probable que actuales clientes nos abandonen?.
- **Canales de Distribución:** Describe como la empresa se comunica y logra llegar a su segmento de mercado para entregar una propuesta de valor. Las preguntas a resolver son: Como se llega a los clientes y como se les

---

<sup>5</sup> OSTERWALDER, Alex. Business Model Generation. Amsterdam. Self Published, 2009. P .17-60.

conquista? A través de cuales canales interactúo con el cliente? Que tan bien integrados son estos canales? Se usan los canales correctos para los clientes correctos?.

- **Relación con los clientes:** Describe los tipos de relación que una empresa o área de negocio establece con un segmento específico de mercado. Entre las preguntas a resolver son: Que tipo de estrategia de relacionamiento construyo con mi cliente? Que tan buena es la relación con los mejores clientes? Se gasta demasiado dinero en el manejo de las relaciones con el cliente?.
- **Fuentes de Ingresos:** Representa la generación de dinero que la empresa crea a sus clientes objetivos, así como el origen de la creación de este dinero. Las preguntas a resolver son: Cual es la estructura de sus ingresos? Como gana dinero el negocio? Qué tipo de ingresos recibe? Que tan estables son las fuentes de ingresos? Que tan diversificado es el flujo de ingresos?.
- **Recursos Claves:** Describe los más importantes activos y recursos requeridos para hacer funcionar el modelo de negocio. Las preguntas a resolver son: Cuales son los recursos más importantes y costosos de su modelo de negocio? Se dispone de los recursos necesarios en calidad y cantidad?.
- **Actividades Claves:** Describe las actividades de mayor importancia que una empresa o línea de negocio debe hacer para que un modelo de negocio funcione. Entre las preguntas más importantes a resolver están: Cuales son las actividades claves que no puedo tercerizar en mi modelo de negocio? Que tan eficiente soy en la ejecución de estas actividades? Se hacen demasiadas actividades, generando falta de foco en la organización?.
- **Aliados Estratégicos:** Describe la red de proveedores y socios estratégicos que hacen que el modelo de negocio funcione. Entre las preguntas claves se debe

responder al menos a: Quienes son los aliados estratégicos más importantes? Cuales actividades internas se podrían tercerizar con mayor calidad y menor costo? Que tan bien se trabaja con los socios y proveedores? Que tanto se depende de los socios y proveedores?.

- Estructura de Costos: Describe todos los costos incurridos para operar un modelo de negocio, en donde se debe responder al menos a: Cuales son los costos más importantes en la ejecución del negocio? La estructura de costos es la idónea? Se entiende con claridad que parte del negocio tiene los costos más altos? Que tan eficiente es la estructura de costos?

## 4. METODOLOGÍA.

La metodología a ser empleada a lo largo del Trabajo de Aplicación se detalla en la tabla siguiente:

**Cuadro 1. Metodología para el Trabajo de Aplicación. Parte 1.**

Objetivos	Actividades	Descripción Detallada	Técnicas y Herramientas
1. Realizar un estudio de las regulaciones ambientales vigentes para la utilización de aguas de producción de la industria petrolera en proyectos agroindustriales	1. Estudio de la normatividad ambiental relacionada con las operaciones de los campos de la GRO y sus permisos de disposición de agua de producción.	1. Estudio de las licencias operativas de los campos de la GRO relacionando: a. alternativas y volúmenes autorizados para la disposición del agua de producción b. parámetros establecidos para la disposición del agua de producción en las alternativas autorizadas	Marco ambiental regulatorio de los campos de la GRO Marco ambiental regulatorio Colombiano
2. Realizar una revisión histórica de los volúmenes de agua producidos y sus sistemas de disposición final, en los campos de la Gerencia Regional Oriente de la Vicepresidencia de Producción de Ecopetrol, resaltando su efecto en los costos de levantamiento.	1. Análisis Técnico 2. Análisis costos	1.a. Revisión histórica de producción de agua y crudo en los campos de la gerencia regional Oriente 1.b. Revisión bibliográfica de los pronósticos de producción de agua en Ecopetrol 2. a. Determinar el efecto de la producción de agua en los costos de producción de un barril de crudo en la GRO	Investigación por Internet e Intranet Análisis Documental Interno de Ecopetrol
3. Analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas de producción de la Gerencia Regional Oriente	1. Análisis Técnico	1.a. Revisión de las plantas de tratamiento de agua nivel II existentes, y sus parámetros de salida	Consulta a Expertos Análisis Documental Interno de Ecopetrol
4. Realizar una revisión desde el punto de vista técnico y ambiental, de alternativas de tratamiento Nivel III para las aguas producidas en los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente, con el objetivo de que su destino de disposición sea la alternativa agrícola y su aprovechamiento ecoeficiente del agua de producción.	1. Análisis Técnico y ambiental 2. Análisis de aplicación a los campos de la GRO.	1.a. Revisión del estado del arte de tratamientos nivel III 1.b. Revisión de la compatibilidad de los entregables de las plantas de tratamiento nivel III con los requerimientos ambientales de acuerdo a la legislación colombiana. 2. a. Determinar opciones aplicables a los campos de la GRO para aplicaciones ecoeficientes.	Revisión Literatura Taller y consulta a expertos
5. Analizar financieramente el negocio de tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.	1. Análisis financiero	1.a. Recopilación y validación de información del modelo financiero 1. b. Validación de los supuestos del modelo con lineamientos de evaluación financiera de Ecopetrol 1. c. Realizar el modelo financiero determinista de la alternativa propuesta	Parámetros de evaluación financiera de proyectos de inversión de Ecopetrol Procedimiento para la evaluación financiera de proyectos de Inversión de Ecopetrol.

## Cuadro 2. Metodología para el Trabajo de Aplicación. Parte 2.

Objetivos	Actividades	Descripción Detallada	Técnicas y Herramientas
6. Identificar y valorar los riesgos asociados a la alternativa técnica seleccionada para tratamiento de agua nivel III	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar y clasificar los factores claves de éxito</li> <li>2. Determinar las causas internas y externas</li> <li>3. Identificar y Clasificar el Riesgo</li> <li>4. Valorar los riesgos identificados</li> <li>5. Generar un plan de acción para cada riesgo nivel VH y H</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar y clasificar los factores claves de éxito - FCE que deben asegurarse para el logro de los objetivos</li> <li>2. Determinar las causas internas y externas que pueden afectar positiva o negativamente el desarrollo el proyecto agroindustrial con la especie seleccionada</li> <li>3. Identificar y Clasificar el Riesgo y sus consecuencias a partir del análisis de los FCE</li> <li>4. Evaluar la probabilidad y el impacto de ocurrencia de los riesgos identificados y clasificados</li> <li>5. Generación de un plan de acción en donde se defina la estrategia de gestión de riesgo a asumir.</li> </ol>	Para la identificación y valoración de riesgos e impactos, se seguirá la Metodología de Gestión Integral de Riesgos de proyectos de Ecopetrol, a través de la realización de Talleres con expertos en tramientos Nivel III. Como resultado se obtendrá la Matriz de Valoración de Riesgos Estratégicos .
7. Formular el esquema organizacional del nuevo departamento de Ecopetrol encargado de esta nueva línea de productos y servicios a partir del agua de producción, con el fin de establecer la estructura jerárquica y los roles y responsabilidades a ser empleados.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear Organigrama del Nuevo Departamento</li> <li>2. Definir roles y responsabilidades</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de un Organigrama contemplando el esquema tipo organizacional de un Departamento Operativo de Ecopetrol</li> <li>2. Definir los roles y responsabilidades de cada nuevo cargo organizacional, siguiendo los lineamientos Corporativos existentes en Ecopetrol.</li> </ol>	Manual de Estructura Organizacional de Ecopetrol Manual de funciones Ecopetrol
8. Definir el modelo de negocio de tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.	1. Modelo de Negocios CANVAS	1. Por medio de la Metodología creada por Osterwalder, generar el modelo de negocio para el tratamiento de agua seleccionado, teniendo en cuenta los siguientes bloques: Propuesta de Valor, Relación con el Cliente, Canales de Comunicación, Fuentes de Ingresos, Estructura de Costos, Socios Estratégicos, Actividades Claves y Recursos	Emplear la técnica con ayuda de talleres de expertos en áreas afines.
9. Desarrollar el plan de trabajo para la implementación a escala piloto del tratamiento de agua nivel III seleccionado para aprovechamiento agrícola	1. Cronograma de actividades para la elaboración del piloto	1. Por medio de estimación de cronogramas por datos históricos de Ecopetrol, se elabora el plan de trabajo mensualizado para la implementación del modelo ecoeficiente a escala piloto.	Diagrama de Gantt Project MS Estimación de tiempos por datos históricos

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

Documento de Plan de Negocios que contendrá la evaluación de las alternativas técnicas aplicables al agua de producción, con el objetivo de poder utilizarla en la agroindustria en los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente, con el objetivo de viabilizar la operación de producción de petróleo, reduciendo los costos operativos y generando sostenibilidad en la producción de petróleo y en el crecimiento económico y social de la región impactada.

## **6. IMPACTO**

El impacto del Plan de Negocio será el de brindar herramientas y técnicas para la puesta en marcha del negocio de aprovechamiento ecoeficiente de agua de producción petrolera de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A., que se reflejará en ámbitos económicos para empresas agrícolas del sector, para la sociedad a través de creación de nuevos empleos, inversiones sociales en educación, desarrollo social y agrícola para la región evaluada, así como sostenibilidad de la producción petrolera para Ecopetrol.

## 7. CRONOGRAMA

A continuación en la Figura 7 se detalla el cronograma propuesto para el desarrollo de los objetivos enumerados previamente.

**Cuadro 3. Cronograma de actividades para el trabajo de aplicación. Parte I**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Sep				Oct					Nov				Dic				ene-14				feb			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Realizar un estudio de las regulaciones ambientales vigentes para la utilización de aguas de producción de la industria petrolera en proyectos agroindustriales	■	■	■	■																					
2. Realizar una revisión histórica de los volúmenes de agua producidos y sus sistemas de disposición final, en los campos de la Gerencia Regional Oriente de la Vicepresidencia de Producción de Ecopetrol, resaltando su efecto en los costos de levantamiento.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3. Analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas de producción de la Gerencia Regional Oriente									■	■	■														
4. Realizar una revisión desde el punto de vista técnico y ambiental, de alternativas de tratamiento Nivel III para las aguas producidas en los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente, con el objetivo de que su destino de disposición sea la alternativa agrícola y su aprovechamiento ecoeficiente del agua de producción.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5. Analizar financieramente el negocio de tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.																					■	■	■	■	

**Cuadro 4. Cronograma de actividades para el trabajo de aplicación. Parte 2**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	mar-14					Abr				May					Jun				Jul							
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4				
6. Identificar y valorar los riesgos asociados a la alternativa técnica seleccionada para tratamiento de agua nivel III	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7. Formular el esquema organizacional del nuevo departamento de Ecopetrol encargado de esta nueva línea de productos y servicios a partir del agua de producción, con el fin de establecer la estructura jerárquica y los roles y responsabilidades a ser empleados.										■	■	■	■	■												
8. Definir el modelo de negocio de tratamiento nivel III de las aguas de producción para uso agrícola de los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9. Desarrollar el plan de trabajo para la implementación a escala piloto del tratamiento de agua nivel III seleccionado para aprovechamiento agrícola																						■	■	■	■	

## 8. PRESUPUESTO

A continuación en el cuadro 3 se resume el presupuesto de recursos necesarios para la realización del trabajo

**Cuadro 5. Presupuesto estimado para el trabajo de aplicación**

ÍTEM	RESPONSABLE					
	UIS		ESTUDIANTE		EMPRESA	
	EFFECTIVO	ESPECIE	EFFECTIVO	ESPECIE	EFFECTIVO	ESPECIE
Personal				15.000.000		
Materiales de Consumo						100.000
Infraestructura		2.500.000				300.000
Acceso a Base de datos		500.000				
Papelería			100.000			20.000
Visitas a Campo						3.500.000
Asesoría de Director de Trabajo de Aplicación		885.000				
Jurados		1.200.000				

## BIBLIOGRAFÍA

ARNOLD, Richard. Manejo de Producción de Agua: de residuo a recurso. Nuevo México: 2004, P.15.

ECOPETROL. Datos históricos de producción de Petróleo. Bogotá. [documento en línea] Disponible en internet:<URL:[http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Libro60anios/.../series\\_numericas.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Libro60anios/.../series_numericas.pdf)>.

ECOPETROL. Formación profunda de Innovación para INNOVAS. Por Katharsis para Ecopetrol.

ECOPETROL. Marco estratégico 2013-2020 [en línea]. Bogota. Disponible en internet:URL:[http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Reporte%20de%20sostenibilidad%202011/marco\\_estrategico\\_01.html](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Reporte%20de%20sostenibilidad%202011/marco_estrategico_01.html).

ECOPETROL. Presentación de Comité de Desarrollo de Agroindustria en Castilla, Bogotá, 2013.

FINCH, Brian. How to Write a Business Plan: Create Your Strategy: Kogan Page Ltd, 2010. 177 p.

HARVARD Bussines School. Writing a Business Plan: The basis Harvard Bussines Review 2005: 2-41.

LONGENECKER, Justin G. Administración de Pequeñas Empresas. Ciudad de México. Cengage Learning Editores, 2012. P.12

OSTERWALDER, Alex, PIGNEUR, Yves. Business Model Generation, 1ed.  
Amsterdam: Editorial Modderman Drukwerk, 2009. 78 p.