

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL
DEL AGUA DE PRODUCCIÓN PARA LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA
GERENCIA REGIONAL ORIENTE**

SERGIO ROJAS GARCÍA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE NEGOCIOS
BUCARAMANGA**

2015

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL
DEL AGUA DE PRODUCCIÓN PARA LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA
GERENCIA REGIONAL ORIENTE**

SERGIO ROJAS GARCÍA

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Gerencia de Negocios

Directora:

AURA PEDRAZA AVELLA

Magister en Economía

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE NEGOCIOS
BUCARAMANGA**

2015

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. OBJETIVOS.....	21
2.1. OBJETIVO GENERAL	21
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. ANÁLISIS DE ESPECIES PARA APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL .	23
3.1. ANÁLISIS DE LOS USOS AGROINDUSTRIALES	24
3.2. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS Y/O SERVICIOS A DESARROLLAR	25
3.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CANTIDADES DE PRODUCTO A ENTREGAR	26
3.4. ANÁLISIS DE RIESGOS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	34
3.5. ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	38
4. EVALUACIÓN GLOBAL DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS.....	42
5. MODELO DE NEGOCIO CANVAS.....	47
6. ESQUEMA ORGANIZACIONAL	49
7. VALORACIÓN FINANCIERA ALTERNATIVA SELECCIONADA	51
7.1. MODELO DETERMÍNISTICO.....	51
7.2. RESULTADOS MODELO CON ESCENARIOS POR MONTECARLO	54

8. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	63

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Cultivos y sus posibles especies.....	24
Cuadro 2. Cultivos, posibles especies, y sus usos en aprovechamiento agroindustrial.	26
Cuadro 3. Matriz de Gerencia del Riesgo definido por PMI.	36
Cuadro 4. Evaluación de Riesgos Principales de Alternativas Propuestas.....	37
Cuadro 5. Parámetros y variables más relevantes de la evaluación Financiera de las Alternativas Propuestas	39
Cuadro 6. Premisas del Modelo Financiero Determinístico	52

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Figura 1. Esquema Sombrilla de trabajo de aplicación.	23
Figura 2. Cultivo de Caña para Producción de Etanol.	27
Figura 3. Cultivo de Caña para Producción de Mieles.	28
Figura 4. Cultivo de Caña para Producción de Biodiesel.....	29
Figura 5. Cultivo de palma para Producción de Fruto.....	30
Figura 6. Cultivo de alto rendimiento de Biomasa para Generación Eléctrica.	31
Figura 7. Cultivo de alto rendimiento de Biomasa para Generación Eléctrica con Cogeneración Térmica.....	32
Figura 8. Cultivo forestales para producción de madera.....	33
Figura 9. Cultivo forestales para reducción de emisiones de CO2.	34
Figura 10. Ciclo de Gestión del Riesgos definido por PMI.....	35
Figura 11. Evaluación Financiera de Alternativas Propuestas	40
Figura 12. Variables de Desempeño Evaluación Global Riesgo de Alternativas ...	42
Figura 13. Variables de Desempeño Evaluación Global Beneficios de Alternativas	43
Figura 14. Metodología de Análisis de Decisión	44
Figura 15. Resultados Metodología de Selección de Alternativa de Riesgos	45
Figura 16. Resultados Metodología de Selección de Alternativa Beneficios	46
Figura 17. Modelo Canvas Aprovechamiento Agroindustrial con Generación Eléctrica con Biomasa	47
Figura 18. Diagrama Proceso de Generación Eléctrica con Biomasa	48
Figura 19. Estructura Organizacional Aprovechamiento Agroindustrial de Agua para Generación Eléctrica con Biomasa.....	49
Figura 20. Distribución de Costos del Modelo Financiero Determinístico	52

Figura 21. Resultados Modelo Financiero Determinístico.....53
Figura 22. Variables Modelo Financiero Estocástico55
Figura 23. Resultados Modelo Financiero Estocástico Tarifario56
Figura 24. Resultados Modelo Financiero Estocástico VPN.....57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Equipo de Expertos Aprovechamiento AgroIndustrial	63
Anexo B. Listado de Identificación de Riesgos	64
Anexo C. Parámetros de Aprovechamiento Agroindustrial	65
Anexo D. Flujo de Caja A1. Etanol de Caña + Cogeneración Eléctrica	66
Anexo E. Flujo de Caja A2. Miel de Caña + Cogeneración Eléctrica	67
Anexo F. Flujo de Caja A3. Biodiesel de Palma.....	68
Anexo G. Flujo de Caja A4. Fruto de Palma	69
Anexo H. Flujo de Caja A5. Generación Eléctrica con Biomasa	70
Anexo I. Flujo de Caja A6. Generación Eléctrica + Cogeneración Térmica con Biomasa	71
Anexo J. Flujo de Caja A7. Maderables con Plantación Forestal.....	72
Anexo K. Flujo de Caja A8. Plantación Forestal Ambiental.	73
Anexo L. Modelo Financiero Alternativa Seleccionada. Generación Eléctrica + Cogeneración Térmica con Biomasa	74

RESUMEN

TITULO: PLAN DE NEGOCIOS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DEL AGUA DE PRODUCCIÓN PARA LOS CAMPOS PETROLEROS DE LA GERENCIA REGIONAL ORIENTE*.

AUTOR: SERGIO ROJAS GARCÍA**

PALABRAS CLAVES: Aprovechamiento, Agroindustrial, Viabilidad, Sostenibilidad

Los yacimientos de crudos pesados de los Llanos Orientales Colombianos al tener un empuje hidráulico, generan que en superficie se obtenga no solamente petróleo, sino también agua en una proporción muy cercana de 1 a 10. Esto equivale a que si se extraen 100.000 barriles de petróleo, se obtendrá en superficie más de 1 millón de barriles de agua de forma simultánea. Adicionalmente, las proyecciones muestran un crecimiento de esta producción de agua a valores cercanos a los ocho millones de barriles por día, lo cual indica que los costos de manejo del agua serán cada vez mayores e incluso pueden poner en riesgo la viabilidad económica de muchos activos petrolíferos.

Se han realizado investigaciones y estudios internacionalmente sobre esta problemática, pero aun no se ha definido soluciones de largo plazo que viabilicen la producción de petróleo teniendo en cuenta la tendencia de crecimiento del agua. Muchas soluciones han mostrado no ser idóneas por sus altos costos y por su impacto ambiental, razón por la cual la industria requiere de una solución rápida y eficiente.

Teniendo en cuenta esta problemática, esta trabajo busca analizar diferentes alternativas para el aprovechamiento agroindustrial del agua de producción de Ecopetrol en los Llanos Orientales colombianos, y definir la mejor alternativa con la posibilidad de generar valor a través de un esquema que cierre el ciclo de producción de agua integrando soluciones técnicas, ambientales y económicas, en donde el agua por medio de un proceso se pueda transformar en un producto y/o servicio que reduzca costos y sea sostenible en el tiempo.

* Trabajo de grado

** Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales. Maestría En Gerencia De Negocios. Director: Aura Pedraza Avella

SUMMARY

TITLE: BUSINESS PLAN FOR THE DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL WATER PRODUCTION FOR OIL FIELDS OF GERENCIA REGIONAL ORIENTE.*

AUTHOR: SERGIO ROJAS GARCIA **

KEYWORDS: Achievement, Agroindustrial, Viability, Sustainability

Heavy oil reservoirs in Colombian Llanos Orientales Basin generate not only oil, but high amount of water due to its hydraulic thrust, in a ratio that could be higher than 1 in 10. This means that if there is a production of 100,000 barrels of oil, there is also going to be more than 1 million barrels of water simultaneously. Furthermore, forecasts show an increase in this production of water near to eight million barrels per day , which indicates that the costs of water treatment are increasing and may even jeopardize the economic viability of many production fields.

There has been research and development on this issue internationally, but has not yet been defined long-term solutions that enable the production of oil given the growth trend of the water. Many solutions have been shown not to be suitable for its high costs and environmental impact , which is why the industry requires an efficient solution.

Taking into account this problematic, this paper analyzes alternatives for the agroindustrial sustainability of water production of Ecopetrol in Colombian Llanos Orientales Basin, with the possibility of creating value through a scheme that could close the production cycle integrating technical, environmental and economic solutions, where the water could be transformed into a product and / or service to reduce costs and create sustainable oil fields over time.

* Degree work

** Faculty of Engineering physicomechanical. School of Industrial and Business Studies. Master of Business Management. Director: Aura Pedraza Avella

GLOSARIO

Alternativas: Combinaciones de los estados posibles de las variables de decisión. Consideraciones empresariales.

Crudos Pesados: Es cualquier tipo de petróleo crudo que no fluye con facilidad. Crudo pesado se ha definido como cualquier licuado de petróleo con un índice Api inferior a 10°, lo que significa que su densidad relativa es superior a 0.933. Este resultado del petróleo crudo pesado es una degradación por estar expuesto a las bacterias, el agua o el aire, como consecuencia, la pérdida de sus fracciones más ligeras, dejando atrás sus fracciones más pesadas.

Corpoica: Es una entidad pública descentralizada por servicios con régimen privado, encargada de generar conocimiento científico y soluciones tecnológicas a través de actividades de investigación, innovación, transferencia de tecnología y formación de investigadores, en beneficio del sector agropecuario colombiano

Escenarios: Situaciones externas al proyecto, en las cuales no se tiene control en el alcance.

Oportunidad de Negocio: Para Ecopetrol es toda actividad donde como inversionista pueda tomar decisiones con respecto a la asignación de recursos (discrecionalidad, temporalidad), tanto de gasto (Opex) como de Inversión (Capex) y desinversión, con el propósito de obtener beneficios económicos de sus activos. Pueden apuntar a la conservación de los negocios actuales, al mejoramiento de los procesos asociados a los mismos, así como a la ampliación del espacio del negocio y a la incursión en nuevos negocios.

Yacimiento Petrolífero: Es una acumulación natural de hidrocarburos en el subsuelo, contenidos en rocas porosas o fracturadas (roca almacén). Los hidrocarburos naturales, como el petróleo crudo y el gas natural, son retenidos por formaciones de rocas suprayacentes con baja permeabilidad

LISTADO DE SIGLAS

BPPD: Barriles de Petróleo Promedio por Día

BW: Por si siglas en inglés Barriles de Agua.

BWPD: Por si siglas en inglés Barriles de Agua Promedio por Día.

GRO: Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A. , en la que pertenecen los activos de Rubiales, Quifa y Caño Sur.

IPP: Por sus siglas en inglés de “Independent Power Supply” o Generador Eléctrico a partir de combustible fosil

PMI: Por sus siglas en inglés “Project Management Institute” o Instituto de Gerencia de Proyectos, organismo rector internacional de esta temática.

PMBOK: Por sus siglas en inglés “Project Management Book of Knowledge” o Libro de Conocimiento de Gerencia de Proyectos.

STN: Sistema de Transmisión Nacional, para energía eléctrica a nivel Colombia.

INTRODUCCIÓN

Cuando se produce petróleo crudo, este siempre está asociado con la generación de agua y gas. La producción de gas es directamente proporcional a la producción de crudo y su relación dependerá del tipo de petróleo producido. Dependiendo del yacimiento y de la ubicación geográfica, el gas puede ser comercial o no, y podría convertirse como parte (fundamental o no) de la cadena de valor. La producción de agua en cambio no es comercial y no está directamente relacionada con la producción de crudo; normalmente la relación de generación agua/crudo crece a medida que los campos inician e incrementan la producción de aceite y usualmente esta relación es más alta en la extracción de crudos pesados (del orden de 10 o más barriles de agua por cada barril de crudo producido)¹.

Actualmente con los altos niveles de producción de agua de los yacimientos petrolíferos, esta se ha tomado como desecho, ya que no se le ha encontrado un uso y a la fecha no se ha desarrollado tecnología para separar en su totalidad estos dos productos en subsuelo y no dejar que el agua de producción llegue a superficie.

Sin embargo, este manejo del agua de producción en superficie en la industria petrolera ha tomado mucha importancia en los últimos años debido a su aumento exponencial para campos en altos niveles de producción petrolera, así como las regulaciones ambientales cada vez más exigentes para este tipo de actividades.

Colombia en especial, se ha caracterizado por un alto crecimiento en la producción de petróleo en la última década, fundamentado en las políticas expansionistas del sector energético, así como los altos precios de crudo que se

¹RICHARD, Arnold. Manejo de Producción de Agua: de residuo a recurso. Nuevo México: 2004, P.15.A. K. Plappally and J. H. Lienhard V, "Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal.," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 7, Sep. 2012.

presentaron en el periodo de 2005 a 2014. Por estos escenarios de alta producción, cobra más fuerza las alternativas de viabilidad ambiental y reducción de costos para el gerenciamiento integral del agua de producción en estos campos.

Los ejemplos de mayor relevancia en el incremento exponencial de producción de agua son los campos de Rubiales y Quifa de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol, en donde Ecopetrol es socio con Meta Petroleum Corp. desde 2003 y 2010 respectivamente. Desde el 2005 se ha presentado una curva exponencial de producción de crudo y agua de estos campos petroleros², que lleva a pensar si esta tendencia marca un patrón de crecimiento tan elevado, que pudiese estar generando en un periodo corto de tiempo la no viabilidad financiera del mismo. Qué pasaría si la relación entre agua y crudo llega rápidamente a una relación del 99%, teniendo en cuenta que por cada barril de crudo producido se extraen adicionalmente 100 barriles de agua? Será que ese panorama es rentable financieramente para el campo? Que están haciendo y que deben hacer las empresas petroleras para reducir los costos asociados al manejo de agua? Hacia dónde va la tecnología que está buscando soluciones en este tema?.

Se espera en este trabajo poder dar respuesta a algunos de los interrogantes anteriores y posiblemente algunos otros dejarlos abiertos para futuros desarrollos. Sin embargo, lo que si se busca es generar un entendimiento claro sobre esta problemática, y dejar una propuesta que podría llegar a ser una solución eficiente y de bajo costo para el gerenciamiento de agua de producción de petróleo en los Llanos Orientales Colombianos y posiblemente en otras regiones de producción petrolera del mundo.

² ECOPETROL S.A., Curvas de Producción de Petróleo de los Campos Rubiales y Quifa, Presentación Power Point, 2013.

La propuesta está enmarcada dentro de un proyecto sombrilla que se presentará entre tres estudiantes del MBA, en donde se evaluará la viabilidad técnica, ambiental y financiera del tratamiento nivel III para limpiar el agua (“Pulimiento del Agua”), del uso agrícola del agua (“Aprovechamiento Agroforestal”) y finalmente su uso para generación de valor y cierre del ciclo (“Aprovechamiento Agroindustrial”) para los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A. Se debe resaltar que el aprovechamiento agroindustrial del agua, el cual es la temática de esta propuesta, es la que cierra el ciclo integral del proyecto, ya que materializa las actividades previas en generación de valor para Ecopetrol S.A.

1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los campos de la Gerencia Regional Oriente en el Meta generan alrededor de cuatro millones de barriles por día de agua residual industrial, los cuales en su gran mayoría son reinyectados al subsuelo después de ser tratados. En la actualidad el crecimiento en producción de crudo de todos los campos del Departamento del Meta están principalmente limitados por las restricciones existentes en las Licencias Ambientales. Esta operación cuesta al año más de \$800 millones de dólares³. Las proyecciones actuales muestran un crecimiento de esta producción de agua a valores cercanos a los 7 a 8 millones de barriles por día⁴, lo cual indica que los costos por tratamiento de agua serán mayores e incluso pondrán en riesgo la viabilidad económica de muchos campos de producción.

Adicionalmente el manejo y disposición de esta agua le está costando a Ecopetrol S.A. un valor cercano a los 2 millones de dólares por día, que podría representar el presupuesto para la construcción diaria de una escuela pública para más de 300 niños. Y como se presentó anteriormente, estos costos tienden a seguir subiendo ya que la producción de agua seguirá creciendo exponencialmente hasta que no se encuentre una solución diferente.

Las alternativas probadas técnicamente y que Ecopetrol S.A. ha aprobado como su mecanismo de disposición de agua en los campos de los Llanos Orientales son el vertimiento en cuerpos de agua y la inyección de agua a pozos de más de 1 kilómetro de profundidad. Sin embargo estos mecanismos han mostrado no ser los idóneos por sus altos costos y por su impacto ambiental, por lo que con mayor razón se está requiriendo de una solución rápida y muy eficiente, que

³ ECOPETROL S.A., Estadísticas de costos 2012, presentación Power Point, 2013.

⁴ ECOPETROL S.A., Pronósticos de Producción de Agua de los Campos del Departamento del Meta-Plan Polar 2013, presentación Power Point, 2013.

posiblemente se salga de los paradigmas de esta industria y que sea innovador ya que posiblemente no haya ninguna solución existente a la fecha en la industria local.

Debido a que los campos petroleros siguieron su senda de crecimiento de producción de crudo y por ende de agua, en 2012 se solicitó desde la alta gerencia una solución de bajo costo y de implementación rápida que diera solución a esta problemática; sin embargo los esfuerzos han sido muy puntuales y a escalas que aún no satisfacen las necesidades de Ecopetrol.

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 sus involucrados, a partir del análisis de diferentes alternativas para el aprovechamiento agroindustrial del agua de producción de los campos de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A., con la posibilidad de generar valor a través de la creación de productos y/o servicios. Entre los beneficios sociales que se pueden presentar está la creación de empleos en la zona afectada, menores impactos ambientales por reducción de consumos de energía que la mayoría provienen de fuentes contaminantes como la quema de combustibles, desarrollo económico en la región a través del impulso de la agricultura como motor de crecimiento y el uso eficiente de un producto finito y generador de vida como lo es el agua.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Construir un plan de negocios para la generación de valor a través del aprovechamiento agroindustrial de agua de producción para los campos petroleros de la Gerencia Regional Oriente de Ecopetrol S.A.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

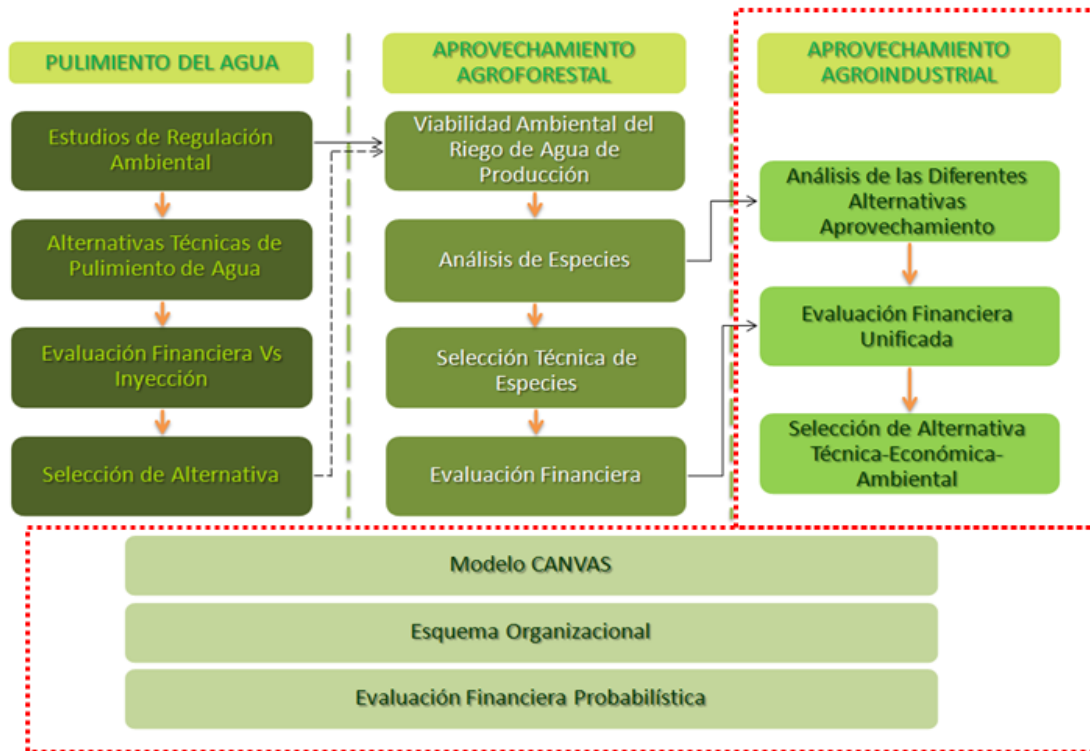
- Realizar un análisis documental de las diferentes especies a desarrollar en Distritos de Riego y su aprovechamiento agroindustrial en los Llanos Orientales, teniendo en cuenta las características de las aguas de producción de la Gerencia Regional Oriente.
- Realizar el análisis técnico y financiero de las alternativas de aprovechamiento agroindustrial con las especies seleccionadas para el distrito de riego, para definir la alternativa más apropiada para las aguas de producción de la Gerencia Regional Oriente.
- Identificar y valorar los riesgos e impactos socio-ambientales de la alternativa de aprovechamiento agroindustrial seleccionada
- 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 de cada funcionario.

- Analizar financieramente el negocio de aprovechamiento Agroindustrial del agua para poder determinar la rentabilidad determinista y estocástica de la nueva línea de negocio de Ecopetrol.
- Definir el modelo de negocio del aprovechamiento Agroindustrial del agua de producción de la Gerencia Regional Oriente

3. ANÁLISIS DE ESPECIES PARA APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los trabajos de aplicación relacionados con el Pulimiento del Agua⁵ y el Aprovechamiento Agroforestal⁶, que se describe en la figura 1 y que hace parte de los trabajos de aplicación en esquema sombrilla, se realizó un análisis de todos los posibles usos agroindustriales del agua de producción con sus posibles productos y/o servicios a desarrollar y sus características y cantidades a ser entregadas.

Figura 1. Esquema Sombrilla de trabajo de aplicación.



⁵ LOPEZ, Andrés Mauricio. Trabajo de Grado UIS

⁶ CORTÉS, Miguel Angel. Trabajo de Grado UIS

La figura anterior muestra el esquema de cada trabajo de aplicación que contempla desde la limpieza del agua hasta su uso y aprovechamiento agroindustrial, dando así mayor claridad sobre la propuesta de Aprovechamiento Agroindustrial. Encerrado en rojo se muestra las actividades realizadas y descritas a lo largo de este documento.

3.1. ANÁLISIS DE LOS USOS AGROINDUSTRIALES

Se identificaron los posibles usos de cada alternativa previamente evaluadas en el trabajo de aplicación de Aprovechamiento Agroforestal, en donde las opciones principales se centraban en cultivos de caña, cultivos de palma, cultivos con alto rendimiento de biomasa como eucalipto y plantaciones forestales. Estas alternativas surgieron a partir de diferentes reuniones con expertos del Instituto Colombiano del Petróleo ICP, Corpoica y de expertos comerciales y técnicos de Ecopetrol, adicionado al análisis de viabilidad del aprovechamiento del agua de producción.

En la siguiente tabla se detallan los cultivos y especies y los posibles productos que se pueden obtener de ellos.

Cuadro 1. Cultivos y sus posibles especies.

Alternativa	Nombre de la Alternativa de producto
A1	Cultivo de Caña: Etanol de caña
A2	Cultivo de Caña: Miel de caña
A3	Cultivo de Palma: Palma
A4	Cultivo de Palma: Fruto de Palma
A5	Cultivos con alto rendimiento de Biomasa: Biomasa
A6	Plantación forestal Industrial : Maderables
A7	Plantación forestal Ambiental : Reducción emisiones de carbono

3.2. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS Y/O SERVICIOS A DESARROLLAR

Ya identificados los productos y/o servicios a ofrecer, se debe realizar si para Ecopetrol son llamativos y beneficiosos, teniendo en cuenta que uso les puede dar para suplir sus necesidades.

Como es bien sabido, la industria petrolera tiene un alto requerimiento energético debido al uso continuo de maquinaria, especialmente para la extracción y transporte del crudo, por lo que la generación de energía es un producto de bastante interés siempre y cuando se pueda obtener a costos competitivos frente a fuentes energéticas y de transmisión como lo es el STN (sistema de transmisión nacional) en caso que haya suministro cercano o de las alternativas de generación con crudo en campo que son las segundas más comunes (IPP o Independent Power Plants).

Adicionalmente por regulaciones ambientales, Colombia se ha acogido a políticas de reducción de emisiones que carbono, razón por la cual encontrar mecanismos que colaboren a esta reducción significaría para estas empresas petroleras una mejor imagen e inclusive un posible ingreso adicional, ya que los bonos de carbono se podrían comercializar.

Por último se identificó que productos como la madera o frutos, pueden ser llamativos para estas empresas para satisfacer sus requerimientos o para ofrecerlos a comunidades para la generación de proyectos como incentivos hacia una inversión social responsable.

Después de este análisis, los productos y/o servicios que la industria petrolera, en este caso Ecopetrol, estaría interesada en obtener teniendo en cuenta las especies identificadas se describen en la gráfica a continuación:

Cuadro 2. Cultivos, posibles especies, y sus usos en aprovechamiento agroindustrial.

Alternativa	Nombre de la Alternativa de producto
A1	Cultivo de Caña: Etanol de caña + Cogeneración Energía Eléctrica
A2	Cultivo de Caña: Miel de caña + Cogeneración Energía Eléctrica
A3	Cultivo de Palma: Biodiesel de palma
A4	Cultivo de Palma: Fruto de palma
A5	Cultivos con alto rendimiento de Biomasa: Generación Eléctrica total con Biomasa
A6	Cultivos con alto rendimiento de Biomasa: Generación Eléctrica con cogeneración térmica con Biomasa
A7	Plantación forestal Industrial para producción de maderables
A8	Plantación forestal Ambiental para captura de carbono para venta de bonos

3.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CANTIDADES DE PRODUCTO A ENTREGAR

A continuación se describe por cada alternativa el alcance a desarrollar y las características de cada una de ellas, manteniendo los mismos volúmenes de recibo de agua para hacerlas comparativas:

Figura 2. Cultivo de Caña para Producción de Etanol.

CULTIVOS DE CAÑA PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL


Contexto		
<p>Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos de caña para producción de etanol.</p> <p>ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adecuaciones de la tierra. • Construcción del sistema de entrega y distribución de 7.400 Lps. de agua en la extensión del cultivo. • Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos. • Construcción de una planta para la producción de Etanol con capacidad de procesar aprox. 208.000 ton esperadas del cultivo al año y la producción aprox. 64.000 Lts. de etanol por día. • Construcción de un sistema de cogeneración de energía eléctrica a partir de la biomasa sobrante del proceso, la cual permitiría generar aprox. 0,4 MWH de electricidad para el consumo de los campos de la Gerencia Regional Oriente en las operaciones de producción de crudo del yacimiento. 		
COMPONENTE: CAÑA		
Clima	Temperatura (°C)	20 - 30
	Brillo solar (horas/día)	10
	Precipitación (mm/año)	1.500 - 1.700
	Humedad relativa (%)	60 - 80
Suelo	Vientos (km/hora)	Moderados
	Paisaje	Sabana bien drenada
	Altitud (msnm)	0 - 2.000
	Pendiente (%)	Plana a ligeramente plana
	Textura	FA - FAr -FLI
	Drenaje	Bueno
	Profundidad (cm)	80
	Nivel freático (cm)	>75
Fertilidad	Moderada	
Características adicionales		
<ul style="list-style-type: none"> •Al estar sometido a constante riego el cultivo, podría presentar problemas fitosanitarios. •Se estaría incentivando el cultivo de caña en los Llanos Orientales Colombianos •El etanol podría usarse como componente de la dieta diluyente del crudo pesado de los campos. •Es un cultivo de corto ciclo que requiere constante intervención. •Se contribuye con la estrategia del grupo empresarial en materia de Biocombustibles. •Es una alternativa que genera empleo indirecto. •El residuo Orgánico contribuye a mejorar los componentes orgánicos del suelo. •Se requieren inversiones adicionales para el tratamiento de vinazas. 		

Figura 3. Cultivo de Caña para Producción de Mieles.

CULTIVOS DE CAÑA PARA PRODUCCIÓN DE MIELES

Contexto

Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos de caña para producción de mieles.

ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:

- Adecuaciones de la tierra para estos cultivos.
- Construcción del sistema de entrega y distribución de **7400 Lps.** de agua en la extensión del cultivo.
- Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos.
- Construcción de una planta para la producción de mieles con capacidad de procesar aprox. **208.000 ton** esperadas del cultivo al año y la producción de aprox. **29.120 ton. de miel por año.**
- Construcción de un sistema de cogeneración de energía eléctrica a partir de la biomasa sobrante del proceso, la cual permitiría generar aprox. **0,4 MWH** de electricidad para el consumo de los campos de la GRO en las operaciones de producción de crudo del yacimiento.



COMPONENTE: CAÑA		
Clima	Temperatura (°C)	20 - 30
	Brillo solar (horas/día)	10
	Precipitación (mm/año)	1.500 - 1.700
	Humedad relativa (%)	60 - 80
	Vientos (km/hora)	Moderados
Suelo	Paisaje	Sabana bien drenada
	Altitud (msnm)	0 - 2.000
	Pendiente (%)	Plana a ligeramente plana
	Textura	FA - FAr - FLi
	Drenaje	Bueno
	Profundidad (cm)	80
	Nivel freático (cm)	>75
Fertilidad	Moderada	

Características adicionales

- La miel producida por el sistema sería vendida y transportada hacia la planta de etanol propiedad de Bioenergy S.A. en Puerto Lopez donde se completará el proceso de transformación de los azúcares hasta convertirla en Etanol.
- Al estar sometido a constante riego el cultivo, podría presentar problemas fitosanitarios.
- Se estaría incentivando el cultivo de caña en los Llanos Orientales Colombianos.
- Es un cultivo de corto ciclo que requiere constante intervención.
- Se contribuye con la estrategia del grupo empresarial en materia de Biocombustibles.
- Es una alternativa que genera empleo indirecto

Figura 4. Cultivo de Caña para Producción de Biodiesel

CULTIVOS DE PALMA PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Contexto		
<p>Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos de palma africana para producción de biodiesel.</p> <p>ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adecuaciones de la tierra para estos cultivos. • Construcción del sistema de entrega y distribución de 7400 Lps. de agua en la extensión del cultivo. • Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos,. • Construcción de una planta extractora de aceite de palma con capacidad aprox. de 57.000 Ton de fruto al año y aprox. 11.400 de aceite de palma al año. • Construcción de una planta refinadora del aceite para obtener el producto final que serían 11.400 aprox. toneladas por año de biodiesel. La biomasa sobrante será usada para la producción de energía eléctrica que será consumida por el mismo sistema. 		
		
COMPONENTE: PALMA DE ACEITE		
Clima	Temperatura (°C)	22 - 32
	Brillo solar (horas/día)	>5,5
	Precipitación (mm/año)	2.000 - 5.000
	Humedad relativa (%)	70 - 80
	Vientos (km/hora)	N.A.
Suelo	Paisaje	Tierras planas
	Altitud (msnm)	<500
	Pendiente (%)	0 - 4
	Textura	FA - F - FL
	Drenaje	Bueno
	Profundidad (cm)	>100
	Nivel freático (cm)	>150
Fertilidad	Sat, Bases >40%	
Característica Adicionales		
<ul style="list-style-type: none"> • Para la operación tanto del cultivo como de la planta industrial se usará algún operador de sistemas de esta naturaleza con experiencia en la zona como por ejemplo BioCastilla S.A. • Mediante esta alternativa se está contribuyendo a la estrategia corporativa en materia de Biocombustibles. • La región de los Llanos Orientales Colombianos es cultivadora de Palma. • Es un cultivo de largo ciclo que solo requiere intervención en el mantenimiento y cosechado. • Al estar sometidos a humedad constante, los cultivos podrían estar expuestos a plagas que podrían propagarse en los demás cultivos de la región. • La generación de energía eléctrica con la biomasa sobrante sería consumida por el sistema y/o por las actividades propias de Ecopetrol. 		

Figura 5. Cultivo de palma para Producción de Fruto

CULTIVOS DE PALMA PARA PRODUCCIÓN DE FRUTO DE PALMA


Contexto																																
<p>Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos de palma africana para producción de fruto de palma.</p> <p>ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adecuaciones de la tierra para estos cultivos. • Construcción del sistema de entrega y distribución de 7400 Lps. de agua en la extensión del cultivo. • Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos. 																																
																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">COMPONENTE: PALMA DE ACEITE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Clima</td> <td>Temperatura (°C)</td> <td>22 - 32</td> </tr> <tr> <td>Brillo solar (horas/día)</td> <td>>5,5</td> </tr> <tr> <td>Precipitación (mm/año)</td> <td>2.000 - 5.000</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa (%)</td> <td>70 - 80</td> </tr> <tr> <td>Vientos (km/hora)</td> <td>N.A.</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">Suelo</td> <td>Paisaje</td> <td>Tierras planas</td> </tr> <tr> <td>Altitud (marim)</td> <td><500</td> </tr> <tr> <td>Pendiente (%)</td> <td>0 - 4</td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td>FA - F - FL</td> </tr> <tr> <td>Drenaje</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>Profundidad (cm)</td> <td>>100</td> </tr> <tr> <td>Nivel freático (cm)</td> <td>>150</td> </tr> <tr> <td>Fertinidad</td> <td>Sal, Bases >40%</td> </tr> </tbody> </table>		COMPONENTE: PALMA DE ACEITE			Clima	Temperatura (°C)	22 - 32	Brillo solar (horas/día)	>5,5	Precipitación (mm/año)	2.000 - 5.000	Humedad relativa (%)	70 - 80	Vientos (km/hora)	N.A.	Suelo	Paisaje	Tierras planas	Altitud (marim)	<500	Pendiente (%)	0 - 4	Textura	FA - F - FL	Drenaje	Bueno	Profundidad (cm)	>100	Nivel freático (cm)	>150	Fertinidad	Sal, Bases >40%
COMPONENTE: PALMA DE ACEITE																																
Clima	Temperatura (°C)	22 - 32																														
	Brillo solar (horas/día)	>5,5																														
	Precipitación (mm/año)	2.000 - 5.000																														
	Humedad relativa (%)	70 - 80																														
	Vientos (km/hora)	N.A.																														
Suelo	Paisaje	Tierras planas																														
	Altitud (marim)	<500																														
	Pendiente (%)	0 - 4																														
	Textura	FA - F - FL																														
	Drenaje	Bueno																														
	Profundidad (cm)	>100																														
	Nivel freático (cm)	>150																														
Fertinidad	Sal, Bases >40%																															
Características adicionales																																
<ul style="list-style-type: none"> • Es un cultivo de largo ciclo que solo requiere intervención en el mantenimiento y cosechado • Al estar sometidos a humedad constante, los cultivos podrían estar expuestos a plagas que podrían propagarse en los demás cultivos de la región. • Se debe asegurar que el fruto que se comercialice, sea destinado para fines diferentes al consumo humano. 																																

Figura 6. Cultivo de alto rendimiento de Biomasa para Generación Eléctrica.

GENERACIÓN ELÉCTRICA TOTAL CON BIOMASA

Contexto

Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos con altos rendimientos en Biomasa destinados exclusivamente a la producción de energía Eléctrica.

ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:

- Adecuaciones de la tierra para estos cultivos.
- Construcción del sistema de entrega y distribución de **7400 Lps.** de agua en la extensión del cultivo.
- Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos.
- Construcción de una planta generadora de electricidad con capacidad de **25 Mw.**



Características adicionales

- La energía eléctrica producida por la planta contribuiría a disminuir las necesidad de energía eléctrica para las operaciones y actividades propias de Ecopetrol.
- Existen cultivos tanto de largo como de corto ciclo para la producción de Biomasa.
- Las tecnologías asociadas con la generación de energía eléctrica con biomasa no están desarrolladas a nivel internacional.
- Las tecnologías desarrolladas internacionalmente predominan como sistemas para manejar sobrantes de otros procesos Ej.: MDF, pellets.
- Esta alternativa contribuiría a la producción de energías a partir de recursos renovables.
- La generación de empleos de mano de obra es variable dependiendo del cultivo que se implemente.
- Dependiendo de la especie mejoran la biodiversidad.

Figura 7. Cultivo de alto rendimiento de Biomasa para Generación Eléctrica con Cogeneración Térmica

GENERACIÓN ELÉCTRICA CON COGENERACIÓN TÉRMICA CON BIOMASA

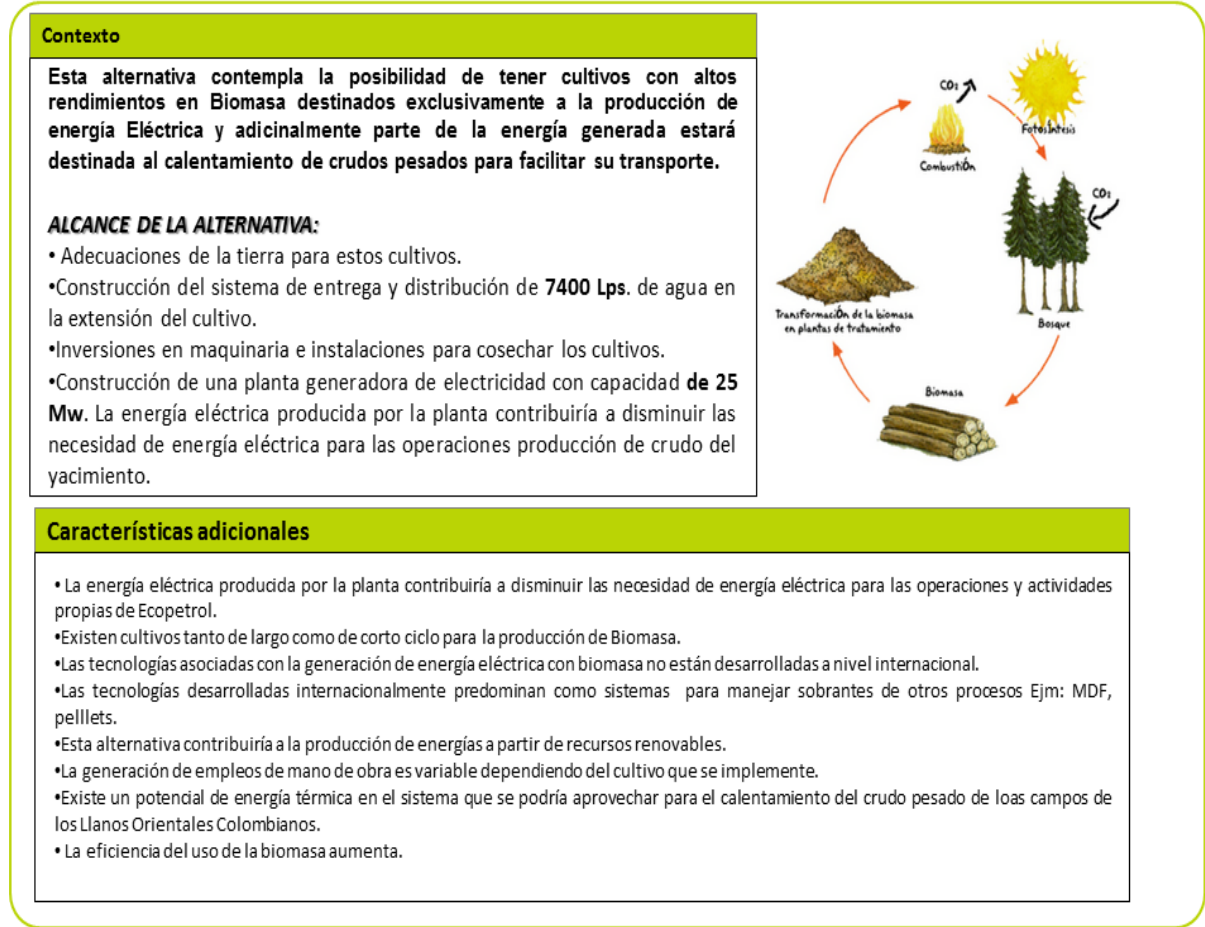


Figura 8. Cultivo forestales para producción de madera.

PLANTACIÓN FORESTAL INDUSTRIAL

Contexto

Esta alternativa contempla la posibilidad de tener cultivos forestales con altos rendimientos en consumo de agua destinados a la producción de Madera.

ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:

- Adecuaciones de la tierra para estos cultivos.
- Construcción del sistema de entrega y distribución de **7400 Lps.** de agua en la extensión del cultivo.
- Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos (aserríos y bodegas) obteniendo como producto aprox **35 m3/Ha/año de madera.**




Características adicionales

- El sistema debe ser operado por un tercero con experiencia en este tipo de sistemas en el país como Refocosta o Pizano.
- El producto generado estaría por fuera de la estrategia corporativa del grupo empresarial
- El sistema se puede aprovechar para presentarlo como Opción de Mecanismo de Desarrollo Limpio o como contribución a la reducción de emisiones.
- La interacción con un tercero para la operación supone condiciones estrictas para garantizar la recepción del agua ininterrumpida.

Figura 9. Cultivo forestales para reducción de emisiones de CO2.

RESERVA FORESTAL

<p>Contexto</p> <p>Esta alternativa contempla la posibilidad de tener una reserva forestal para cumplir con reducción de emisiones de CO2.</p> <p>ALCANCE DE LA ALTERNATIVA:</p> <ul style="list-style-type: none">• Adecuaciones de la tierra para estos cultivos.• Construcción del sistema de entrega y distribución de 7400 Lps. de agua en la extensión del cultivo.• Inversiones en maquinaria e instalaciones para cosechar los cultivos	
<p>Características adicionales</p> <ul style="list-style-type: none">• El producto generado estaría por fuera de la estrategia corporativa del grupo empresarial• El sistema se puede aprovechar para presentarlo como Opción de Mecanismo de Desarrollo Limpio o como contribución a la reducción de emisiones.• La interacción con un tercero para la operación supone condiciones estrictas para garantizar la recepción del agua ininterrumpida.	

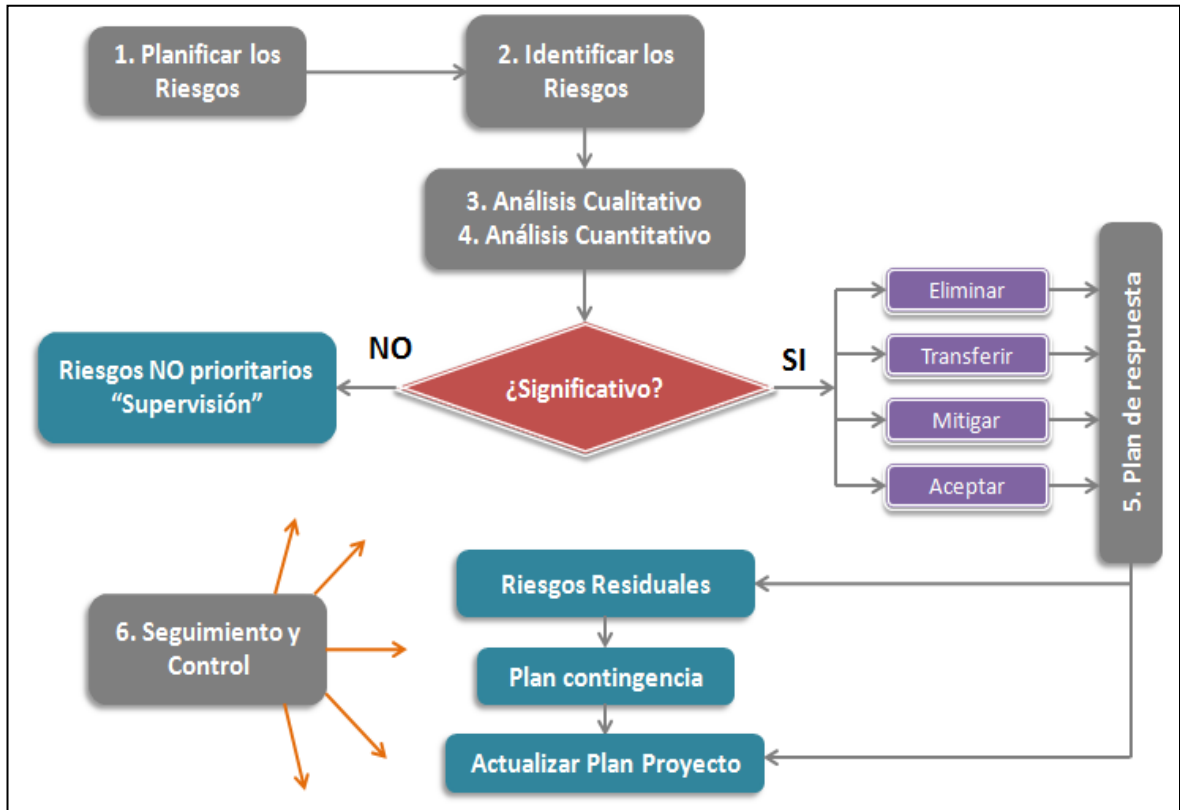
Para todas las alternativas evaluadas se verificó que la industria petrolera, específicamente Ecopetrol para este escenario, es demandante de todos los productos y servicios ofertados, razón por la cual se realizó una evaluación económica y un análisis de riesgos, que servirán más adelante para definir el mejor escenario contemplando estas variables.

3.4. ANÁLISIS DE RIESGOS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Para la elaboración de esta valoración se siguió el procedimiento establecido por Ecopetrol que sigue los lineamientos del PMI (Project Management Institute) de valoración de riesgos. El ciclo descrito en la figura 10 se compone de planificación, Identificación, priorización, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, plan de respuesta, y seguimiento y control de los riesgos. Para esta primera etapa de evaluación de diferentes alternativas, el alcance de este análisis no tuvo en

cuenta un análisis cuantitativo, que se desarrollará para la alternativa seleccionada.

Figura 10. Ciclo de Gestión del Riesgos definido por PMI.



Fuente: PMBOK (Project Management Book of Knowledge) del PMI

Para el criterio de valoración cualitativa del riesgo se empleó la Matriz de Gerencia del Riesgo, lineamiento propuesto por el PMI y que se muestra en el cuadro 3 a continuación.

Cuadro 3. Matriz de Gerencia del Riesgo definido por PMI.

Probabilidad		Consecuencias				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderada 3	Mayor 4	Catastrófica 5
Raro	1	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto
Improbable	2	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
Posible	3	Bajo	Moderado	Alto	Extremo	Extremo
Probable	4	Moderado	Alto	Alto	Extremo	Extremo
Casi seguro	5	Alto	Alto	Extremo	Extremo	Extremo


- Extremo:** Los riesgos extremos deben ponerse en conocimiento de los Directores y ser objeto de seguimiento permanente.
- Alto:** Los riesgos altos requieren la atención del Presidente / Director General / Director Ejecutivo.
- Moderado:** Los riesgos moderados deben ser objeto de seguimiento adecuado por parte de los niveles medios de Dirección.
- Bajo:** Los riesgos bajos deben ser objeto de seguimiento por parte de los supervisores.

Fuente: PMBOK (Project Management Book of Knowledge) del PMI

Lo que se busca por medio de la matriz de riesgo es identificar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto, con la finalidad de saber cuál riesgo debe prestársele mayor atención para que se genere un plan de acción efectivo.

La valoración de los riesgos principales identificados para todas las alternativas de aprovechamiento agroindustrial se detallan en el cuadro 4. Se debe tener en cuenta que este análisis es general para todas las alternativas, por lo tanto lo que se presenta en el cuadro 4 son los riesgos más relevantes y genéricos, en donde los tomadores de decisión tengan conocimientos y herramientas para que generen una perspectiva del riesgo unificada de cada alternativa. Para este criterio de decisión, en el taller de expertos se mencionaban estos riesgos y cada experto evaluaba su impacto para cada alternativa, dando calificaciones entre 1 a 5, con la finalidad que el criterio riesgo cada uno lo evaluara cuantitativamente desde su conocimiento y experiencia sin que hubiera sesgo de terceros. En el Anexo B se muestran el listado inicial de riesgos identificados para todas las alternativas.

Cuadro 4. Evaluación de Riesgos Principales de Alternativas Propuestas

		EVALUACIÓN DE RIESGOS PROYECTO AGROINDUSTRIAL											
		UNIDAD DE GESTIÓN DE RIESGOS PRODUCCIÓN DE CRUDO Y GAS VICEPRESIDENCIA DE PRODUCCIÓN											
DESPLIEGUE DE RIESGOS DEL NEGOCIO Y OPERACIONALES													
Categoría	Descripción del Riesgo		Evaluación Inherente					Medida de Mitigación ECP					
	Evento / Riesgo	Causas	Per	Amb	Eco	Rep	CLI	Nivel de Riesgo	Realizado				
Operacionales	Restricciones en la entrega del agua de producción al tercer agricultor	<p>Por fallas en el sistema de bombeo, transporte y/o tratamiento del agua tratada de las PTAs del CPF-2 a las plantas de Osmosis que dejen por fuera de especificaciones el agua a entregar</p> <p>Por causas naturales: - Descargas eléctricas en el área de tratamiento ó en el sistema de generación que deje sin suministro de energía. - Por Sismos que afecten la Operación</p> <p>Por catástrofes en la Operación - Incendio ó Explosión, que imposibiliten la entrega de agua</p> <p>Por paros - bloqueos de la comunidad/trabajadores a la Operación</p> <p>Por caída anticipada en el tiempo del perfil de agua producida</p> <p>Por cambio repentino de las características físico-químicas del agua de producción por la implementación de nuevas tecnologías de recobro: combustión in situ - inyección de vapor</p>						SD	Extremo	<p>Aprobación al Operador de un sistema de aseguramiento de parámetros en el sistema de tratamiento y conducción del agua del CPF-2 a las plantas de ósmosis</p> <p>A través de VIJ, se contrató un asesor externo (Prieto-carrizosa) para estudio de los riesgos del proyecto y elaboración de minutas de cubrimiento</p> <p>Concertación de las minutas de cubrimiento a los riesgos vista ECP con el socio al contrato de recibo y disposición por Riesgo</p>			
	Restricciones en el recibo y/o disposición del agua de producción por parte del tercer agricultor	<p>Por fallas en el sistema de tratamiento con osmosis que deje por fuera de especificaciones el agua a entregar al Distrito de Riego</p> <p>Por causas naturales: - Efecto invernal por fuera de datos históricos que inundan los distritos de riego e imposibiliten por períodos muy prolongados de tiempo la disposición del agua de producción. Urgencia menifesta: - Por afectación a la plantación de bacterias/plaga/hongos no previstos o no conocidos que destruyan parcial o completamente el distrito de riego. Afectación a la productividad del suelo a largo plazo por aumento en su salinidad</p> <p>Por expropiación/pleito/reclamación de tierras por parte del gobierno nacional u organismos de control en las áreas objeto de este proyecto: valdíos, listas restringidas y restitución de tierras.</p> <p>Por paros - bloqueos de la comunidad/trabajadores de la plantación</p>						SD	Extremo	<p>Validación del piloto de tratamiento (ósmosis) a través de Corpoica.</p> <p>Validación del diseño de campo para Riego a través del CIAT.</p> <p>A través de VIJ, se contrató un asesor externo (Prieto-carrizosa) para estudio de los riesgos del proyecto y elaboración de minutas de cubrimiento.</p> <p>Validación de la Unidad de Tierras de ECP a las áreas objeto del proyecto</p> <p>Concertación de las minutas de cubrimiento a los riesgos vista ECP con el socio al contrato de recibo y disposición por Riesgo.</p> <p>En visita de campo oficial de la Corporación al proyecto, consultar sobre el estado de la solicitud del auto de inicio en donde Cormacarena solicita "Certificado actualizado del Registrador de Instrumentos Públicos y Privados sobre la propiedad del inmueble, o la prueba adecuada de la posesión o tenencia". Dejar esta consulta en el acta de la visita</p>			
DESPLIEGUE DE RIESGOS SOCIO-AMBIENTALES DEL PROYECTO													
Categoría	Descripción del Riesgo		Evaluación Inherente					Medida de Mitigación ECP					
	Evento / Riesgo	Causas	Per	Amb	Eco	Rep	CLI	Nivel de Riesgo	Realizado				
Socio-ambientales	Demandas de pobladores, instituciones gremiales o comunidad en general de los corregimientos y veredas del área de influencia directa del proyecto	Por posible afectación a personas, comunidades o centros poblados por escorrentía del agua de producción a estos centros poblados y a sus sistemas de abastecimiento de agua, siembra o ganadería.						SC	Alto	A través de VIJ, se contrató un asesor externo (Prieto-carrizosa) para estudio de los riesgos del proyecto y elaboración de minutas de cubrimiento			
	Multas de autoridades ambientales competentes al Operador del campo	<p>Cadena de custodia: por desvío del producto de la palma y utilización en consumo humano</p> <p>Por posible afectación-contaminación acumulativa en el tiempo (impactos ambientales acumulativos) en la fauna y flora del sector producto del riego</p> <p>Afectación de la biodiversidad del suelo producto del riego</p> <p>Por posible afectación-contaminación en el suelo, fauna y flora producto de la actividad propia agroindustrial: siembra, fumigación, extracción del fruto y comercialización.</p>						SD	Alto	Concertación de las minutas de cubrimiento a los riesgos vista ECP con el socio al contrato de recibo y disposición por Riesgo.			

Los riesgos operacionales de mayor impacto son los relacionados con las restricciones tanto de entrega y/o recibo del agua, ya que esto anularía el proyecto como un todo, razón por la cual es el eje central en la toma de decisiones bajo incertidumbre. En los riesgos socio-ambientales se presentan como más críticos los relacionados con demandas y multas de autoridades ambientales, que puedan hacer no viable este proyecto.

3.5. ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Teniendo en cuenta las variables técnicas y de riesgos analizadas, se definió una evaluación financiera para cada alternativa propuesta, con la finalidad de conocer mediante un análisis determinístico (Escenario más Probable) cual alternativa es la más rentable, sujeto a la información disponible.

Los modelos desarrollados contemplan parámetros macroeconómicos del 2014, Inversiones estimadas clase V (nivel de incertidumbre alto para proyectos según PMI) teniendo en cuenta la baja información al ser un segmento relativamente nuevo en Colombia, así como todos los costos asociados a las diferentes etapas de cada alternativa. La tabla resumen de las premisas, parámetros y variables más importantes de las alternativas se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Parámetros y variables más relevantes de la evaluación Financiera de las Alternativas Propuestas

CONCEPTO	CAÑA - ETANOL	PALMA - BIODIESEL	BIOMASA - ENERGÍA
Consumo promedio de agua por hectárea de cultivo (BWPD)	100	50	200
Área de Cultivo requerido para el riego de 5 MBWPD	72,600 Ha	145,000 Ha	36,300 Ha
Inversiones estimadas terreno requeridas	1,208 MUSD	2,416 MUSD	604 MUSD
Viabilidad edáfica del cultivo	Bajo debido a que el nivel freatico es alto	Viable, pero no recibe riego en invierno (6 meses)	Viable, resultados positivos en el ASA Eucalyptus
Riesgos Fitosanitarios en la Zona	Medio	Alto	Bajo con cultivo de Eucalipto
Inversiones industriales estimadas	690 MUSD (Destileria y Cogeneracion)	990 MUSD (Extracción y transesterificacion)	350 MUSD (Esquema de Autogeneracion)
Costos Operativos Anuales Estimados	38,5 MUSD/año	60,1 MUSD/año	23,4 MUSD/año
Ingresos Estimados	Venta de Etanol a un precio referenciado WTI	Venta de Biodiesel a un precio referenciado WTI	Venta de Energia a un precio de 320 kw-h
Tiempo de Entrada en Operación	6 años	8 años	6 años

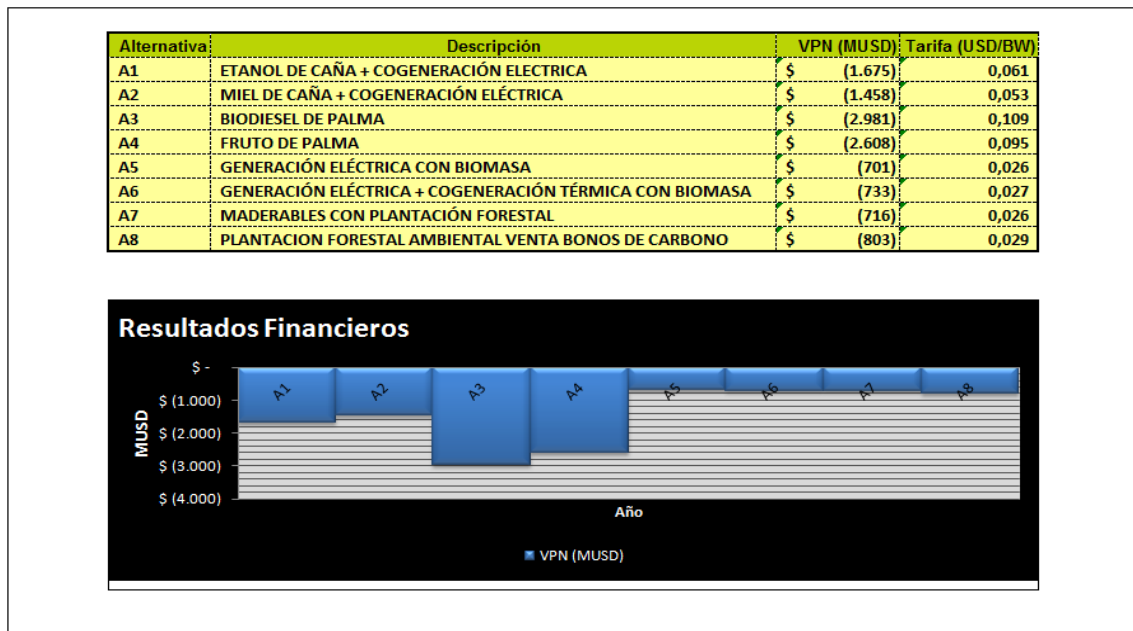
En el cuadro 5 se muestra un esquema resumido de las principales variables y parámetros tenidos en cuenta en la valoración financiera de cada alternativa, en donde el concepto de Caña-Etanol aplica para las alternativas A1 y A2; El concepto de Palma – Biodiesel aplica para las alternativas A3 y A4; y el concepto de Biomasa- Energía aplica para las alternativas A5 a A8. En los anexos se encuentra el detalle de los parámetros y variables más relevantes de cada

alternativa. El símbolo verde significa cual es la mejor opción por cada concepto evaluado.

Preliminarmente lo que muestran las variables descritas en el cuadro 5 es que las alternativas que contemplan el uso de biomasa (Eucalipto) generan una mayor eficiencia en uso de la tierra y por ende menores inversiones y costos operativos.

Sin embargo antes de concluir la mejor alternativa desde la perspectiva financiera, se empleó la metodología de flujo de caja libre descontado, teniendo en cuenta tasas de descuento establecidas por Ecopetrol para sus proyectos que es de 11,1% efectivo anual en dólares, para un periodo de 15 años, en donde se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las alternativas propuestas:

Figura 11. Evaluación Financiera de Alternativas Propuestas



Lo que se busca con este proyecto de aprovechamiento agroindustrial es reducir los costos del ciclo integral de gerenciamiento del agua, en donde los costos sean menores a los costos asociados a la Inyección de agua con costos superiores a

0,18 usd/bl. Por lo tanto, podemos evidenciar en los resultados de la figura 12 que sí se tiene una fuerte reducción de costos ya que los costos por barril bajan a rangos entre 0,02 usd/bl hasta 0,11 usd/bl. Lógicamente ya que aún los costos de todo el proceso son más altos que los ingresos generados, los VPN mostrados son todos negativos.

Preliminarmente se observan que las alternativas que contemplan el concepto de Biomasa (alternativas A5 a A8) presentan un beneficio financiero mayor a las alternativas que involucran la caña o la palma. Adicionalmente los resultados en Valor Presente Neto (Valor Presente de Costos) de las alternativas A5 a A8 tienen una variación menor al 15% lo que para la etapa en que están de incertidumbre sería visto como un empate técnico, razón por la cual aún no se puede tomar una decisión concluyente.

Por lo tanto, estos resultados van a ser un insumo clave para la evaluación global de alternativas que se describe a continuación, y que servirá para tener unificados los criterios de riesgos y de beneficios definidos hasta esta etapa.

4. EVALUACIÓN GLOBAL DE LAS ALTERNATIVAS ANALIZADAS

Para esta evaluación global se empleó una metodología aplicada por Ecopetrol denominada “Valoración Analítico Jerárquica” que involucra el uso de una herramienta colaborativa para toma de decisiones (expert choice), que involucra un equipo de trabajo de expertos de diferentes áreas, así como diferentes talleres de valoración.

La primera etapa desarrollada fue la identificación de las variables de desempeño por criterios de Riesgos y Beneficios, definidas previamente en la metodología en donde se tomaron en cuenta los resultados previamente expuestos. Posteriormente por medio de talleres de expertos (ver anexo A. Equipo de Expertos Aprovechamiento Agroindustrial), en donde se involucraron personal técnico, financiero y social de Ecopetrol, se identificaron los criterios de evaluación que se detallan en las gráficas siguientes:

Figura 12. Variables de Desempeño Evaluación Global Riesgo de Alternativas



Para los riesgos Ambientales, Tiempo de implementación, y Sociales no se vio necesario su bifurcación en mayor detalle, sin embargo para los riesgos técnicos si se vio la necesidad de diferenciar los riesgos asociados a flexibilidad operacional, madurez de la tecnología agrícola, y madurez de la tecnología industrial.

Figura 13. Variables de Desempeño Evaluación Global Beneficios de Alternativas

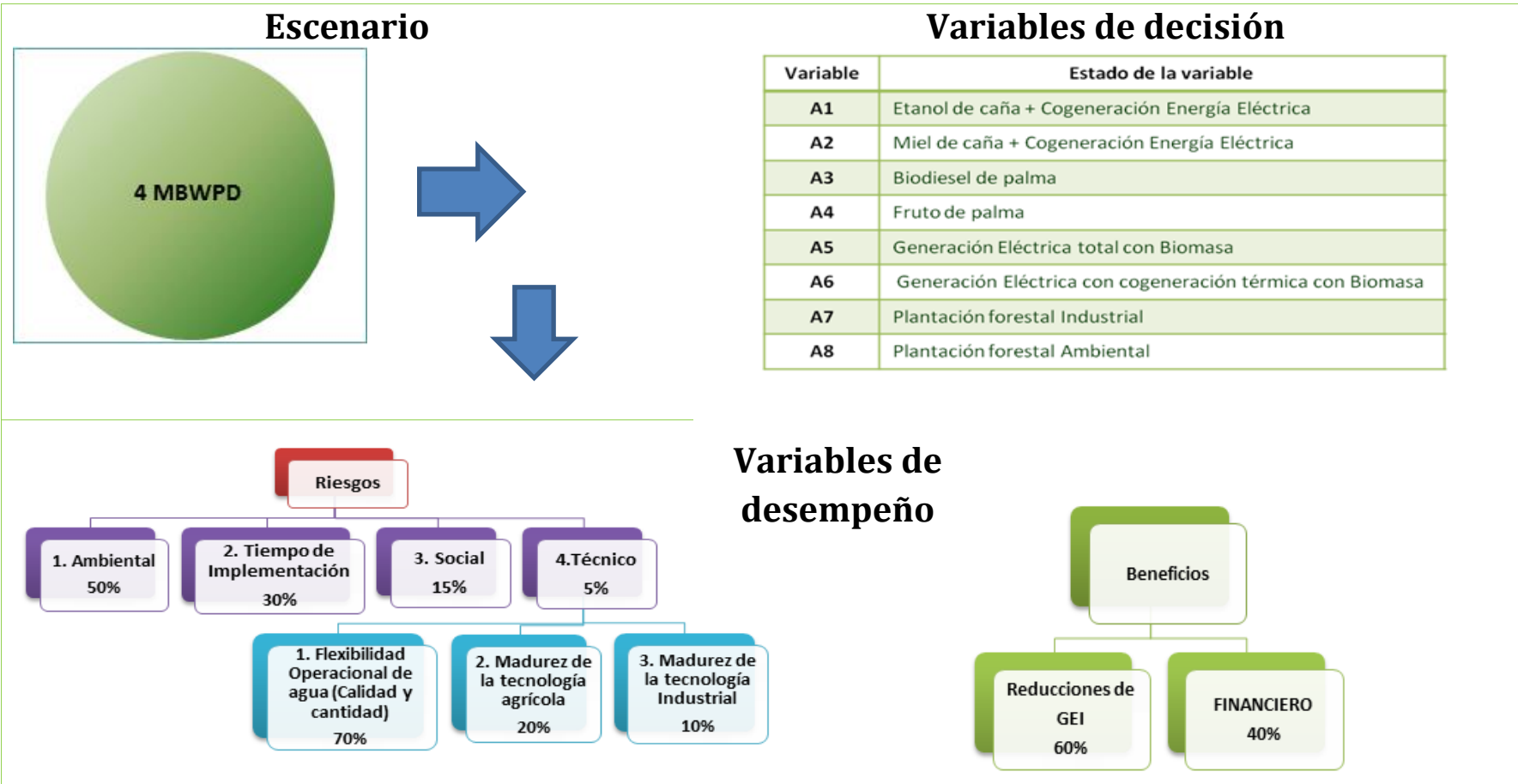


En las variables de desempeño por criterio de beneficios solo se identificaron dos, las cuales son el financiero que es directamente el costo por barril de gerenciamiento del agua, y la reducción de emisiones atmosféricas.

Ya identificados los criterios (figura 12 y 13), se realizó la segunda etapa denominada Matrices de Comparación de Pares, en donde por medio de un procedimiento de valoración comparativo en pares de criterios, se encontraba cual criterio debía tener más peso o importancia frente a su par. A partir de esta metodología aplicada con el equipo de expertos de diferentes especialidades, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 14. Metodología de Análisis de Decisión

METODOLOGIA ANALISIS DE DECISIONES BAJO RIESGO E INCERTIDUMBRE

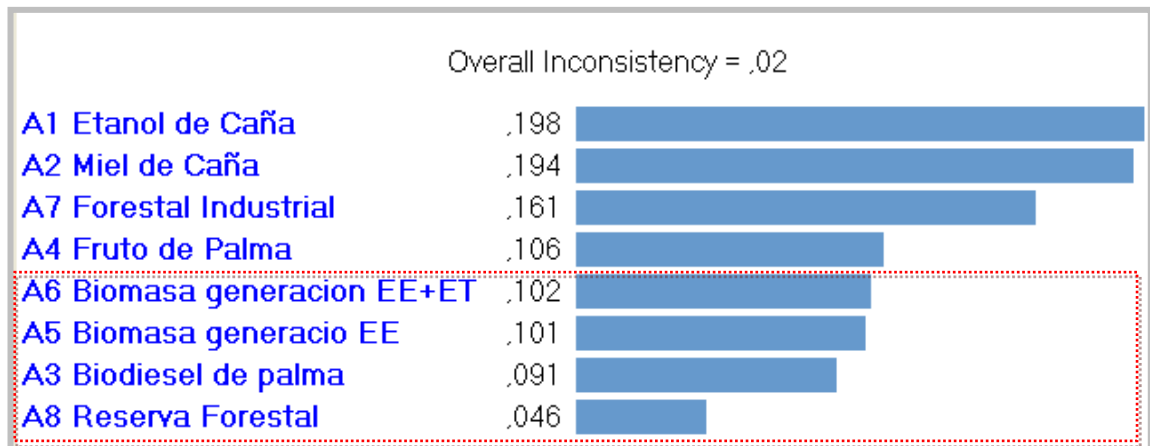


Los resultados porcentuales que se muestran en cada casilla de las variables de decisión, es la importancia o peso que se le da a cada variable, determinadas por el grupo de expertos de diferentes áreas temáticas.

Posteriormente se realizó la etapa 3 denominada Generación y Análisis de Resultados, en donde por cada criterio se realizaba el mismo procedimiento de comparación de pares, en donde ahora por cada uno de ellos se evaluaba la importancia o relevancia de cada alternativa para Ecopetrol por cada variable.

Finalmente a través de un software se modelaron todos los resultados por criterio y sus pesos, para lograr identificar cual era la alternativa que mayores beneficios y menores riesgos generaba para Ecopetrol, obteniendo el siguiente resultado:

Figura 15. Resultados Metodología de Selección de Alternativa de Riesgos

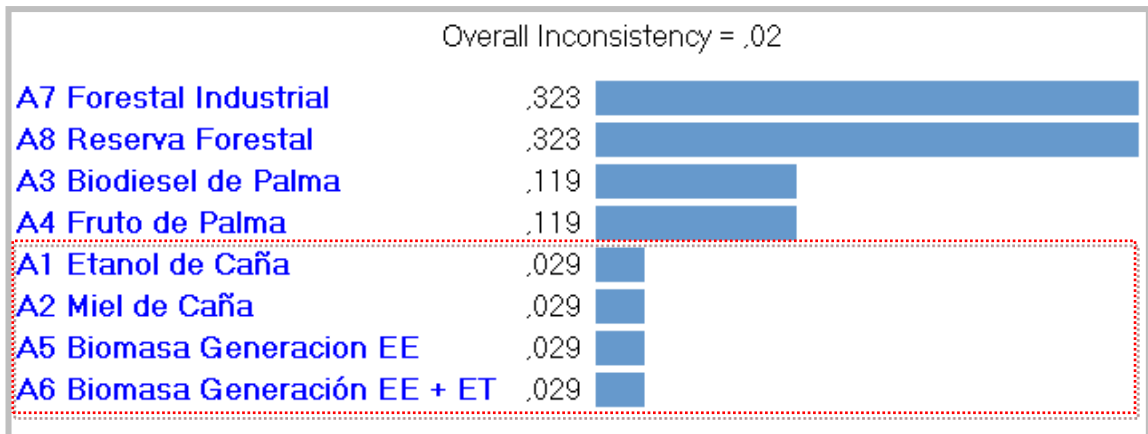


De acuerdo a la metodología, el DESEMPEÑO GLOBAL de las alternativas bajo la variable RIESGOS es:

Menor riesgo: A8: Plantación Forestal Ambiental

Mayor riesgo: A1: Etanol de Caña

Figura 16. Resultados Metodología de Selección de Alternativa Beneficios



De acuerdo a la metodología, el DESEMPEÑO GLOBAL de las alternativas bajo la variable BENEFICIOS es:

Menor beneficio: A7: Plantación forestal Industrial

Mayor beneficio: A6: Generación eléctrica con cogeneración térmica con biomasa

Teniendo en cuenta los resultados de la metodología de análisis de decisión bajo riesgo e incertidumbre de Ecopetrol para los desempeños globales de riesgos y beneficios, el grupo de expertos definió por unanimidad después de una discusión por argumentos donde cada uno propuso su alternativa seleccionada, que la mejor alternativa para los requerimientos y parámetros definidos por Ecopetrol era:

A5. Generación Eléctrica con Biomasa (Eucalipto)

5. MODELO DE NEGOCIO CANVAS

Finalmente, se realizó el modelo de negocios para dar mayor claridad usando la metodología CANVAS, con el siguiente resultado.

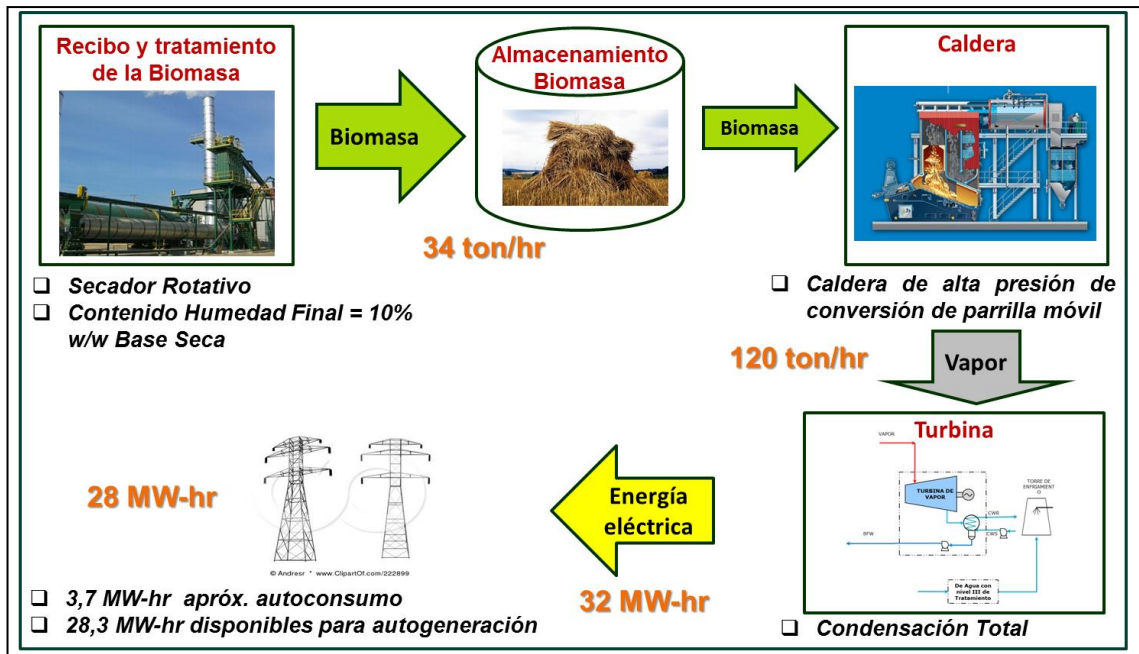
Figura 17. Modelo Canvas Aprovechamiento Agroindustrial con Generación Eléctrica con Biomasa

Key Partners -Uniones de Agricultores y la Industria Petrolera -Empresas de Desarrollo de Tecnología en manejo del agua - Empresas de Generación y Distribución de Energía de la Zona - Corporaciones Regionales (Corpoica)	Key Activities -Seguimiento a la calidad del Agua tratamiento Nivel III -Relación con clientes (Empresa Petrolera y Agricultores) - Seguimiento niveles de saturación suelo - Cumplimiento a Normativas Ambientales Vigentes - Seguimiento a Confiabilidad Suministro Eléctrico Key Resources -Equipo alto conocimiento en Gerencia del agua - Tecnología de cultivo de Eucalipto - Nuevas Tecnologías de Generación Eléctrica con Biomasa - Mano de Obra calificada y Disponible	Value Proposition Modelo Ecoeficiente del agua de producción a bajo costo, cumpliendo las normativas ambientales, con beneficios sociales y ambientales, que viabilicen la operación de campos petroleros usando nuevas tecnologías, beneficiando a los stakeholders.	Customer Relationship - Face to Face -Mostrar resultados económicos y nuevas alternativas constantemente - Ser siempre la cabeza visible ante entidades ambientales ante cualquier evento Channels Servicio es ofrecido en el Campo Petrolero y zonas aledañas.	Customer Segments - Empresas Petroleras grandes con alta urgencia de soluciones rápidas y de gran volumen de gerenciamiento del agua de producción, que adicionalmente requieran energía para su operación. - Empresas petroleras medianas con requerimiento de mediano plazo que solucione esta problemática. - Empresa de Agricultores en búsqueda de agua a bajo costo y apoyo en sus cultivos.
Cost Structure - Tratamiento Nivel III - Riego Agroforestal - Inversión para Infraestructura de aprovechamiento del Agua (Tierras, preparación Suelo, Siembra, Levantamiento, Corte, Alce, Transporte, Entrega) - Costos generación energética y Operativos - Riesgo por incumplimiento ambiental		Revenue Streams -Pago por disposición por barril de agua tratada por empresas petroleras -Ahorros por menores costos de generación y distribución de energía eléctrica renovable.		

Este modelo deja ver de una forma esquemática la agregación de valor que se espera lograr de este negocio con los stakeholders, teniendo presentes variables críticas como lo son la propuesta de valor, las actividades y recursos claves, la relación con los clientes, así como temáticas de costos y beneficios.

Adicionalmente se presenta a continuación un esquema mediante flujograma del proceso a desarrollar de la alternativa seleccionada de Generación Eléctrica Total con Biomasa.

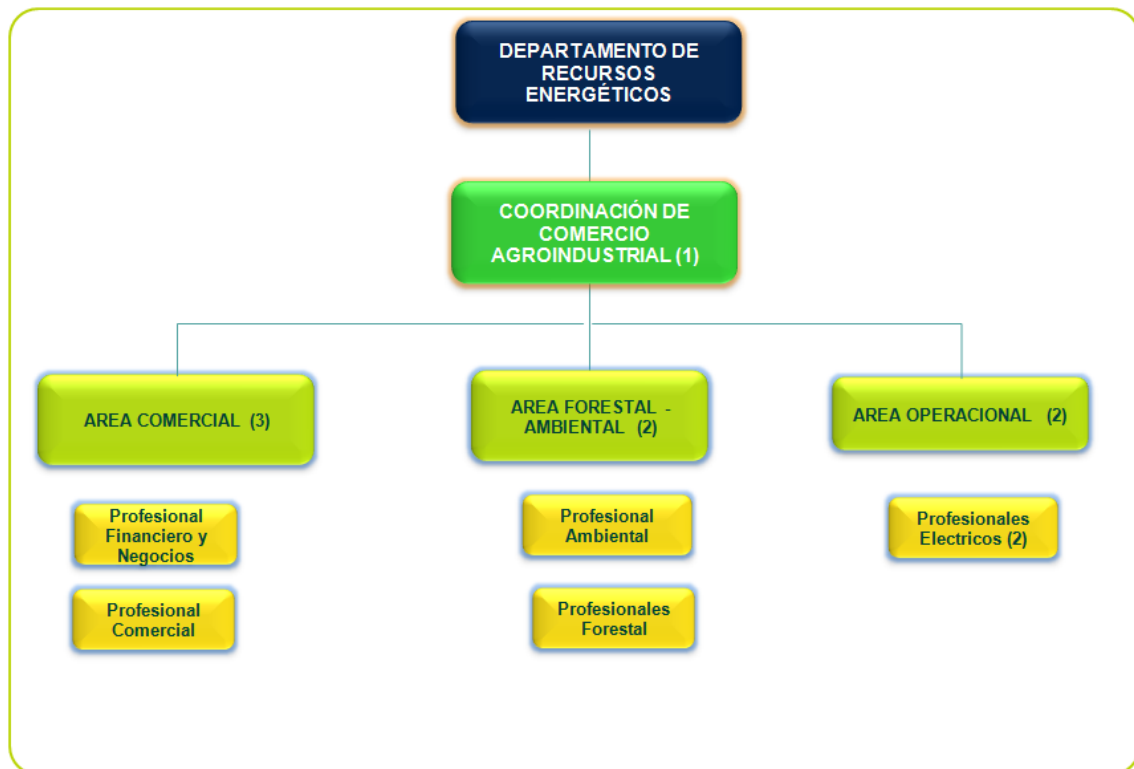
Figura 18. Diagrama Proceso de Generación Eléctrica con Biomasa



6. ESQUEMA ORGANIZACIONAL

Teniendo en cuenta las actividades que se deben realizar durante la ejecución del proyecto, y en la etapa operativa del mismo, se propone la siguiente estructura organizacional que se propone sea una Gerencia de la Vicepresidencia Comercial y de Mercadeo desplegándose desde el Departamento de Recursos Energéticos.

Figura 19. Estructura Organizacional Aprovechamiento Agroindustrial de Agua para Generación Eléctrica con Biomasa



La estructura organizacional se compone de una Coordinación con su líder, y 3 áreas temáticas a cargo de la misma, que se reparten por sus roles y responsabilidades.

Para el Área Comercial se proponen 2 profesionales encargados de la Estructuración de negocios, contratos, seguimiento y control rentabilidad negocio.

Para el área Forestal – Ambiental se proponen 2 profesionales cuyo objetivo es el de dar cumplimiento a la normatividad ambiental, gestión social, calidad de la biomasa para generación eléctrica.

Y Finalmente un área Operacional encargada de la operación de recibo y manejo de la Biomasa, y la gerencia de la operación de generación y distribución energética.

Este esquema organizacional fue tomado en cuenta en los costos operativos del proyecto.

7. VALORACIÓN FINANCIERA ALTERNATIVA SELECCIONADA

En la sección 3.5 se realizó la evaluación financiera de todas las alternativas propuestas con un grado de incertidumbre medio ya que muchas variables se obtuvieron a partir de estimaciones y parámetros obtenidos de la literatura, y esto sirvió para tener un criterio financiero para seleccionar la mejor alternativa. En este capítulo ya se detalla la valoración financiera de la alternativa seleccionada contemplando todo el esquema de negocio desde la valoración de la alternativa de pulimiento del agua, pasando por su aprovechamiento agroforestal, hasta su aprovechamiento agroindustrial, con un menor grado de incertidumbre. Para tal fin, se realizó un modelo determinístico y posteriormente, teniendo en cuenta la valoración de riesgos realizada, se procedió a hacer análisis de sensibilidades sobre el modelo utilizando la metodología Monte Carlo.

7.1. MODELO DETERMINÍSTICO

El modelo determinístico se realizó bajo el escenario denominado más probable, teniendo en cuenta la mejor información en el mercado de las variables más relevantes de este proyecto, entre las que se encuentran las inversiones, costos operativos y venta de energía eléctrica que es el producto generado a partir del aprovechamiento agroindustrial.

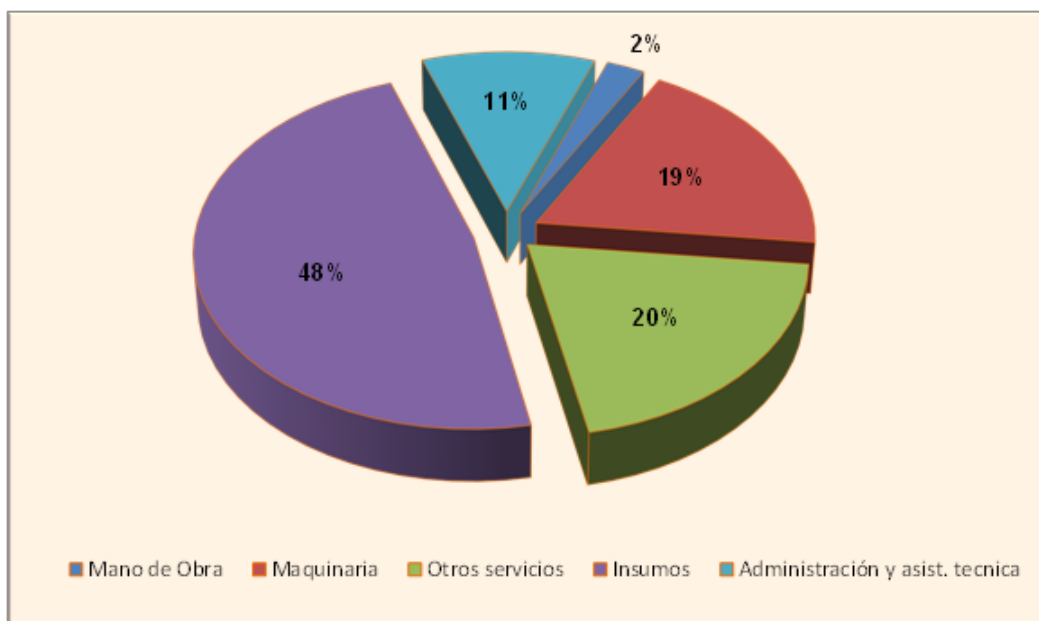
Primero, para visualizar claramente los resultados encontrados, se detallan a continuación las premisas más importantes:

Cuadro 6. Premisas del Modelo Financiero Determinístico

Parametros Modelo Financiero		
Concepto	Unidades	Valor
TRM	[COP/USD]	\$ 2.300,00
Tasa dto.	[%]	11,1%
Tasa Impositiva	[%]	33%
Descontar Flujos al	[Año]	2015
Tipo de Depreciación		Linea Recta
Tiempo de Depreciación	[Años]	10
Valor de Salvamento	[%]	100%
Días	[Días/Año]	360
Valoración de Predios	[%]	0%

Adicionalmente la distribución de los costos que se emplearon en esta modelación son las siguientes:

Figura 20. Distribución de Costos del Modelo Financiero Determinístico



Lo que se busca determinar en este modelo es que el costo por barril de agua después de su tratamiento y disposición, sea menor que el costo que actualmente tienen los campos de producción que (para el caso más empleado dando cumplimiento a las normativas ambientales de disposición por inyección), que es de 0,21 usd/blw (barril de agua). Por lo tanto si se logra disminuir este costo, esta alternativa pasaría a ser la más eficiente.

Para el modelo financiero se tomaron como variables más relevantes el precio de venta de energía, las inversiones a realizarse en osmosis inversa y en aprovechamiento agroindustrial, así como la compra de predios (El detalle de las variables estimadas está en los anexos C al L). Los resultados finales determinísticos encontrados fueron:

Figura 21. Resultados Modelo Financiero Determinístico



En la Figura 21 se observan los resultados en valor presente del flujo de caja de la alternativa seleccionada que se detalla en el anexo L. Para conseguir las tarifas

estimadas, se tomó el Valor presente del flujo de caja y se dividió por el número estimado de barriles de agua que se gerenciaría en ese periodo.

Finalmente los valores conseguidos con un costos integral de menos de 0,11 usd/bl son inferiores a la meta máxima propuesta que es el costo actual por inyección al subsuelo, razón por la cual se podría dar una primera conclusión que esta alternativa es beneficiosa para los posibles clientes, y especialmente para Ecopetrol S.A.

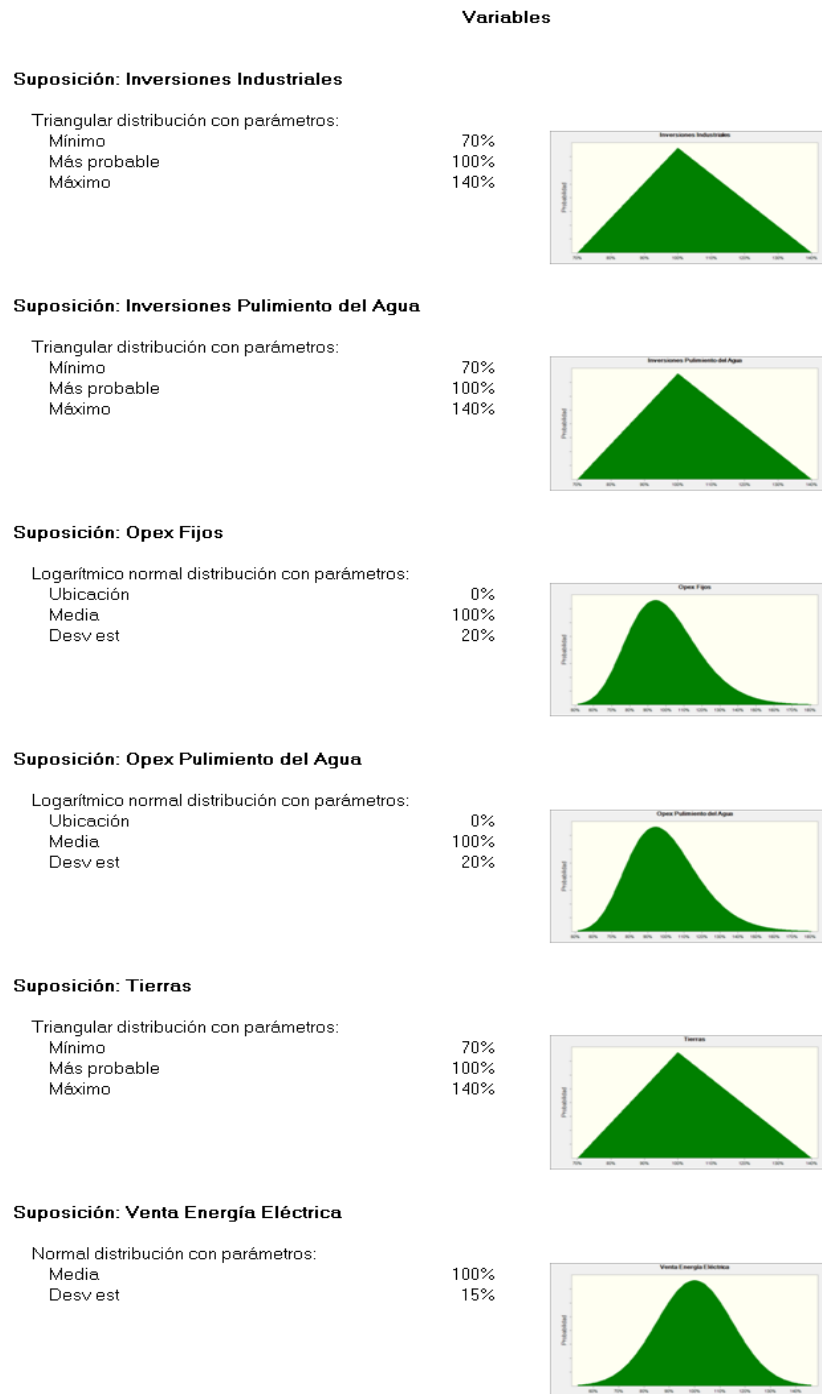
7.2. RESULTADOS MODELO CON ESCENARIOS POR MONTECARLO

A pesar de la conclusión contundente encontrada en el modelo financiero, la duda que se genera es si no todo sale como se espera en este escenario más probable, y se materializan algunos o todos los riesgos referenciados en el proceso de gestión de riesgos, seguirá siendo igual de contundente esta alternativa?

Para lograr dar respuesta a las posibles preguntas planteadas, se elaboró un modelo financiero estocástico o probabilístico, en donde se generaron cientos de miles de posibles escenarios a las variables que no son del control del proyecto, y que por referencias históricas del mercado se cree pueden cambiar.

Las variables tenidas en cuenta y su distribución estocástica obtenida a partir de información histórica en Ecopetrol es:

Figura 22. Variables Modelo Financiero Estocástico



La figura 22 muestra las 6 variables más importantes en el flujo de caja para la alternativa seleccionada de Generación Eléctrica con Biomasa, entre las que están

las inversiones industriales, de pulimiento y de compra de predios; adicionalmente los costos de pulimiento del agua y los fijos de aprovechamiento agroindustrial y generación energía, y el más importante es la venta de energía eléctrica. Lo que se realizó para cada uno de ellos fue una toma de muestras históricas de lo encontrado en la literatura o realizado en Ecopetrol, y para cada variable y por medio de un software se encontró la distribución probabilística que más se ajustará a esos datos históricos, y los resultados encontrados son los que se muestran en la figura 22.

Posteriormente empleando el software financiero, se realizó la simulación para más de 1 millón de escenarios y los resultados se muestran en la figura 23 y 24, que brindan indicadores como que en el 99,4% de los escenarios el resultado tarifario es menor que la tarifa actual por disposición, razón por la cual se reafirma la conclusión que esta alternativa es muy atractiva económicamente. Adicionalmente, hay posibilidades de lograr que en escenarios muy optimistas se tengan costos inferiores a 0,08 USD/blw. Otra conclusión es que a pesar de la incertidumbre asociada a este proyecto, el caso base es muy cercano a la media estocástica, por lo que muestra que el riesgo no está sesgado a tarifas más altas.

Figura 23. Resultados Modelo Financiero Estocástico Tarifario

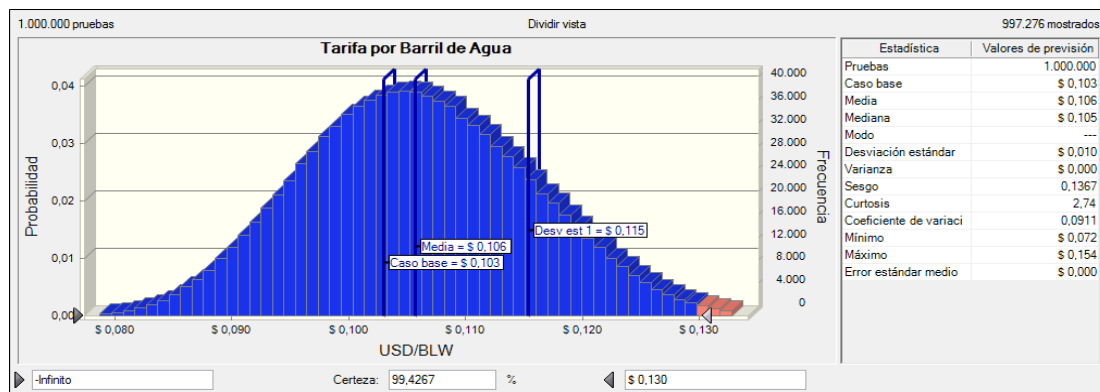
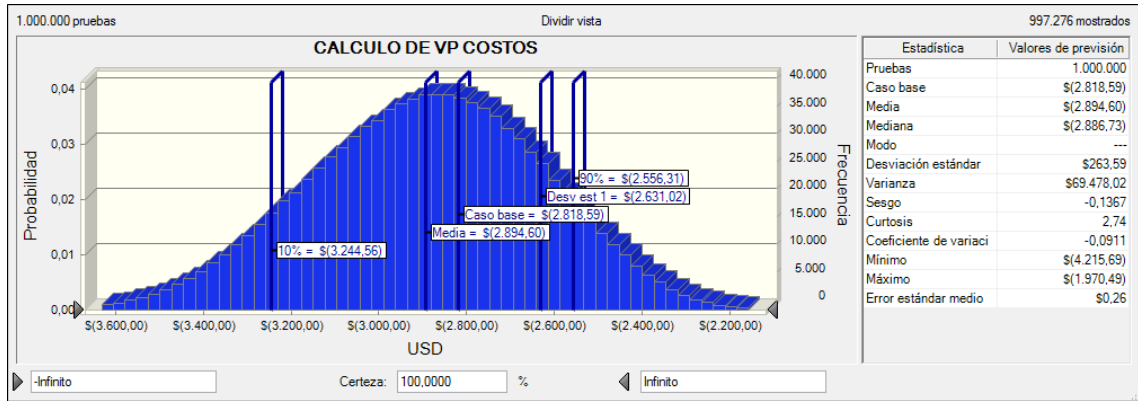


Figura 24. Resultados Modelo Financiero Estocástico VPN



Finalmente se deja en evidencia que los resultados de la alternativa de aprovechamiento agroindustrial de generación Eléctrica con Biomasa es sostenible y muy rentable, y se deja así abierta la opción de adaptar esta propuesta para los campos petroleros de la gerencia regional Oriente con alta generación de agua de producción.

8. CONCLUSIONES

- Este documento de Plan de Negocios contiene la evaluación técnica y financiera de las alternativas para el aprovechamiento agroindustrial del agua de producción de los campos petroleros que viabilizan la operación, reducen los costos operativos y generan sostenibilidad en la producción de petróleo y en el crecimiento económico y social de la región impactada.
- Debido a factores técnicos de los yacimientos Colombianos, especialmente los ubicados en los llanos Orientales, la extracción de agua de los campos petrolíferos cada día tendrá un mayor volumen, y a partir de esto se deben identificar y desarrollar nuevas tecnologías y procesos que viabilicen la producción de estos campos y sean amigables con el medio ambiente y colaborativos con la sociedad afectada.
- Actualmente en la Industria no hay soluciones sostenibles para los niveles de agua proyectadas para esta región, ni se tienen identificados proyectos que genere un aprovechamiento ambiental, social y económico hacia estas aguas de producción.
- Se establecieron diferentes alternativas de aprovechamiento agroindustrial de las posibles especies a cultivar en la región analizada, entre las que se encuentra la Generación de Biocombustibles con Caña y Palma, así como la Generación eléctrica con la Caña o biomasa extraída de plantaciones de eucalipto. Otra alternativa es la venta de productos de valor agregado como lo es el fruto de la palma o la madera, y por último la venta de reducción de emisiones por bonos de carbono. Cada alternativa puede aplicar bajo diferentes panoramas técnicos, económicos o sociales, en donde para el caso

de este estudio se dio la viabilidad a la generación eléctrica a partir de biomasa de las plantaciones de eucalipto.

- Empleando técnicas de análisis de decisiones bajo incertidumbre desarrollada por Ecopetrol, se logró identificar que la alternativa que generaba mayor valor agregado para Ecopetrol, bajo los criterios de menor riesgo y mayores beneficios financieros es la opción de aprovechamiento agroindustrial para generación de energía eléctrica con biomasa, y se deja una propuesta operativa, económica y organizacional para que esta alternativa se vuelva una realidad. Adicionalmente, se brinda por medio de este trabajo gran información de las demás alternativas, que servirán para futuras tomas de decisiones en el evento de cambios en escenarios económicos, normativos y políticos.
- Se incorporó el modelo CANVAS como una herramienta fácil y eficiente para la estructuración de planes de negocio, en donde se identifican rápidamente los factores y variables claves a tener en cuenta en cualquier nuevo proyecto a ser desarrollado.
- A la alternativa seleccionada se le desarrollo un esquema de personal que encajaba dentro de Coordinaciones de la estructura organizacional de Ecopetrol, generando sinergias con áreas existentes, y minimizando al máximo los costos adicionales asociados al desarrollo de este proyecto.
- Por medio de herramientas y metodologías de análisis estocástico, se realizó empleado Monte Carlo una evaluación financiera por escenarios para cuantificar de los riesgos identificados, y así se determinó que en más del 99% de los casos, los resultados económicos son mejores a los costos actuales que tiene Ecopetrol para la disposición de agua de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA DE PUERTO GAITÁN, "Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 Porque unidos somos más.", 2012.
- CAÑIZARES Pablo, BETETA Alberto, SÁEZ Cristina, RODRÍGUEZ Luis, y RODRIGO Manuel , "Use of electrochemical technology to increase the quality of the effluents of bio-oxidation processes. A case studied.," Chemosphere, vol. 72, no. 7, Jul. 2008.
- CORPOICA. "Informe Técnico.," 2012.
- ECOPETROL. Datos históricos de producción de Petróleo. Bogotá. [en línea]. [citado 10 de junio de 2015] Disponible en: <URL:http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Libro60anos/.../series_numericas.pdf>.
- ECOPETROL. Marco estratégico 2013-2020 Bogota. [en línea]. [citado 10 de junio de 2015] Disponible en: URL: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.
- FAKHRU'L-RAZI Ahmud, PENDASHTEH Alireza, S. S. Madaeni, and Z. Z. Abidin, "Review of technologies for oil and gas produced water treatment," J. Hazard. Mater, vol. 170, no. 2–3, Oct. 2009.

- FINCH, Brian. "How to Write a Business Plan: Create Your Strategy: Kogan Page Lt,",2010.
- HARVARD Bussines School. "Writing a Business Plan: The basis Harvard Bussines Review.," 2005.
- LONGENECKER, Justin G. "Administración de Pequeñas Empresas.," Ciudad de México. Cengage Learning Editores, 2012.
- MEERGANZ VON MEDEAZZA Gregor. "'Direct' and socially-induced environmental impacts of desalination," Desalination, vol. 185, no. 1–3, Nov. 2005.
- MENESES Montse, Pasqualino, CÉSPEDES-SÁNCHEZ Raquel, y CASTELLS Francesc, "Alternatives for Reducing the Environmental Impact of the Main Residue From a Desalination Plant," J. Ind. Ecol., vol. 14, no. 3,, Feb. 2010.
- MURTY Bhallamudi, VENKOBACHAR C., y LIGY Philip, "Water and waste water engineering," 2011.
- OSTERWALDER, Alex, PIGNEUR, Yves. "Business Model Generation," 1ed. Amsterdam: Editorial Modderman Drukwerk, 2009.
- RICHARD, Arnold. Manejo de Producción de Agua: de residuo a recurso. Nuevo México: 2004, P.15.A. K. Plappally and J. H. Lienhard V, "Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 7, Sep. 2012.

- SAVAI, Susana. "Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro" Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, México, D.F. 2012
- TCHOBANOGLOUS George y BURTON Franklin, "Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse," 1st ed. New York: McGraw-Hill, 1979.
- VAN DER BRUGGEN R. Milis, C. VANDECASTEELE Bielen, y HUYSMAN K., "Electrodialysis and nanofiltration of surface water for subsequent use as infiltration water," Water Res., vol. 37, no. 16, Sep. 2003.
- VIERIA DOS SANTOS Elisama, BECERRA ROCHA Jose, y MARTÍNEZ-HUITLE Carlos Alberto, "Decontamination of produced water containing petroleum hydrocarbons by electrochemical methods: a mini review,"

ANEXOS

Anexo A. Equipo de Expertos Aprovechamiento AgroIndustrial

EQUIPO DE EXPERTOS APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL		
Nombre	Area Organizacional	Experticia
Jaime Leonardo Florez	Ecopetrol - Bioenergy	Lider en Aprovechamiento Agroindustrial
Ariel Uribe	Instituto Colombiano del Petróleo	Diversificación Energética
Marlon Serrano	Instituto Colombiano del Petróleo	Tecnologías de Tratamiento
Raul leonardo Triana	Instituto Colombiano del Petróleo	Tecnologías de Tratamiento
Carolina Kitchen	Unidad de Gestión Ambiental	Calidad del Agua
Yudy Pedreros	Unidad de Gestión Ambiental	Viabilidad Ambiental
Miguel Angel Vargas	Unidad de Gestión Inmobiliaria	Gestión Inmobiliaria
Juanita de la Hoz	Vicepresidencia Jurídica	Soporte Juridico Industria Petrolera
Leonel Vera	Dirección de Estrategia de Abastecimiento	Gestión de Compras y Contratación
Jorge Mantilla	Superintendencia de Yacimientos	Yacimientos Petrolíferos
Sergio Rojas	Gerencia Regional Oriente	Modelos Financieros
Corpoica	Ministerio de Agricultura	Conversion de Tierras, Diseño de campo y obras civiles de agro. Operación de Agro
Shell Global Solutions	Shell	Consultoria Externa

Anexo B. Listado de Identificación de Riesgos

Descripción del Riesgo
Evento / Riesgo
Restricciones en la entrega del agua de producción al tercer agricultor
Restricciones en el recibo y/o disposición del agua de producción por parte del tercer agricultor
Demandas de pobladores, instituciones gremiales o comunidad en general de los corregimientos y veredas del area de influencia directa del proyecto
Multas de autoridades ambientales competentes al Operador del campo
Demora en la aprobación del Plan de manejo Ambiental y permisos ambientales (cruces, vertimientos y aprovechamiento forestal)
Disposición de agua en aprovechamiento agroindustrial que no cumple con estandares establecidos en normas ambientales.
Demoras en la aprobación de permisos de vertimiento en suelos
Demora en la gestión de negociación con un tercero para la operación del sistema de aprovechamiento agroindustrial
Demoras en las entregas de las ingenierías que puedan atrasar el proyecto
Demoras en el inicio de la operación del Aprovechamiento Agroindustrial por atrasos en construcción de obras y facilidades conexas
Posibles paros por falsas expectativas hacia la comunidad respecto a la generación de empleo y contratación de bienes y servicios locales
Dificultades en la consecución de mano de obra local para el proyecto
Posibles paros por manifestaciones de inconformismo por parte de proveedores locales de bienes y servicios.
Multas de autoridades ambientales competentes por contaminaciones o afectaciones a la biodiversidad

Anexo C. Parámetros de Aprovechamiento Agroindustrial

Analisis

Alternativa Caso de Negocio	Aprovechamiento Agroindustrial
Modulo	Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción
Operador	Ecopetrol

Parametros Economicos

Concepto	Unidades	Valor	Concepto	Unidades	Valor
TRM	[COP/USD]	\$ 2,300,00	Tipo de Depreciación		Linea Recta
Tasa dto.	[%]	11,1%	Tiempo de Depreciación	[Años]	10
Tasa Impositiva	[%]	33%	Valor de Salvamento	[%]	100%
Descontar Flujos al IVA	[Año]	2015	Dias	[Dias/Año]	360
	[%]	0,0%	Valoración de Predios	[%]	0%

Del valor en libros a la terminación del proyecto

Adicional al terminar el proyecto

Proyecciones Macroeconomicas	Unidades	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
IPC Estimado	[% E.A.]	3,4%	3,2%	3,1%	3,0%	2,8%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Afecta a:		FALSO 0,00 FALSO 0,00 FALSO 0,00															

Cantidades

Concepto	Unidades	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Perfil de Agua de Salida [KBVPP]	[KBVPP]	-	-	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000

Alternativas

1	Alternativa 1	ETANOL DE CAÑA + COGENERACIÓN ELÉCTRICA	6	Alternativa 6	GENERACIÓN ELÉCTRICA + COGENERACIÓN TÉRMICA CON BIOMASA
2	Alternativa 2	MIEL DE CAÑA + COGENERACIÓN ELÉCTRICA	7	Alternativa 7	MADERABLES CON PLANTACIÓN FORESTAL
3	Alternativa 3	BIODIESEL DE PALMA	8	Alternativa 8	PLANTACION FORESTAL AMBIENTAL VENTA BONOS DE CARBONO
4	Alternativa 4	FRUTO DE PALMA	9	Alternativa 9	
5	Alternativa 5	GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOMASA	10	Alternativa 10	

Seleccione la Alternativa a Analizar:

Precio de venta

Concepto	Unidades	CAÑA	PALMA	EUCALIPTO
Precio Venta Miel de Caña	USD/Kilo	\$ 0,43		
Precio Venta Etanol	USD/Bl	\$ 60,00		
Precio Venta Biodiesel	USD/Bl	\$ 60,00		
Precio de Venta de Palma	USD/ton	\$ 350,00		
Precio de Venta Madera	USD/m3	\$ 217,39		
Precio Venta Energía Eléctrica	USD/Kwh-h		\$ 320,00	

Anexo E. Flujo de Caja A2. Miel de Caña + Cogeneración Eléctrica

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción		Operador	Ecopetrol
Concepto		Unidades	Valor
TMM	(DOP/ANQ)		\$ 2.300,00
Tasa dte.	(%)		11,3%
Tasa Impositiva	(%)		33,0%
Descontar Flujos al	(años)		2015

Item	Descripción	VPN (0%)	VPN (WACC)
1	Ingresos de Operación	\$ 1.405.225.739	\$ 308.837.569
1.1	Venta Etanol	\$ -	\$ -
1.2	Venta Energía Eléctrica	\$ 7.312.696	\$ 3.486.376
1.3	Venta Miel de Caña	\$ 189.913.043	\$ 90.542.302
5	TOTAL INGRESOS (1+2) (Valores +)	\$ 1.405.225.739	\$ 308.837.569
4	Costos Operacionales (5+6+7)	\$ 577.500.000	\$ 247.819.839
5	IOPEX	\$ 577.500.000	\$ 247.819.839
5.1	Open Fijos	\$ 577.500.000	\$ 275.326.952
9	TOTAL COSTOS (4+8) (Valores -)	\$ 577.500.000	\$ 247.819.839
15	MARGEN OPERATIVO (3+9+14)	\$ 827.725.739	\$ 61.018.530
16	DEPRECIACIÓN	\$ (480.000.000)	\$ (205.979.461)
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ 480.000.000	\$ 228.943.181
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15-16)	\$ 347.725.739	\$ (144.960.931)
18	Impuesto de Renta	\$ (379.713.966)	\$ (70.474.439)
21	Impuestos de renta (18+...+20)	\$ (379.713.966)	\$ (70.474.439)
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+)	\$ 448.011.773	\$ (6.455.900)
23	INVERSIONES (Valores +)	\$ (1.688.000.000)	\$ (1.519.351.935)
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (1.688.000.000)	\$ (1.519.351.935)
23.1.1	Tierras	\$ 1.208.000.000	\$ 1.087.308.731
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 480.000.000	\$ 432.043.204
26	Flujo de Caja Proyecto	\$ (860.274.261)	\$ (1.458.333.405)
28	CALCULO DE VP COSTOS	\$ (1.408.337.405.96)	USD usd/baw

Alternativa		MIEL DE CAÑA + COGENERACIÓN ELÉCTRICA														
Concepto		Unidades	Valor													
Tipo de Depreciación		Línea Recta														
Tiempo de Depreciación		15														
Valor de Salvamento		0%														
Días		360														
Producción Miel		29.120	ton/año													
Generación Energética		0,40	MW-H													
WTI		60,00	usd/bbl													
Del valor en libros a la terminación del proyecto																
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
\$ -	\$ -	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 1.221.148.383
\$ -	\$ -	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513	\$ 487.513
\$ -	\$ -	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870	\$ 12.660.870
\$ -	\$ -	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 13.148.383	\$ 1.221.148.383
\$ -	\$ -	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000
\$ -	\$ -	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000
\$ -	\$ -	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000	\$ 38.500.000
\$ -	\$ -	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ 1.182.648.383
\$ -	\$ -	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)	\$ (32.000.000)
\$ -	\$ -	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000
\$ -	\$ -	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ (57.351.617)	\$ 1.159.648.383
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (379.713.966)
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (379.713.966)
\$ -	\$ -	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ 802.934.416
\$ -	\$ (1.688.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ (1.688.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ 1.208.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ 480.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ (1.688.000.000)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ (25.351.617)	\$ 1.182.648.383

Anexo G. Flujo de Caja A4. Fruto de Palma

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción			Operador	Ecopetrol	Alternativa	FRUTO DE PALMA																	
Concepto	Unidades	Valor	Concepto	Unidades	Valor																		
TIR	[OP/VAU]	\$ 2.300,00	Tipo de Depreciación	Linea Recta		Producción de Palma	57,000	ton/año															
Tasa dfo.	[%]	11,3%	Tiempo de Depreciación	[Años]	15	Generación Energética	0,40	MW-H															
Tasa Ingresiva	[%]	33,0%	Valor de Salvamento	[%]	100%	WTI	60,00	usd/bt															
Descontar Flujos al	[Año]	2015	Días	[Días/Año]	360	Del valor en libras a la terminación del proyecto																	
Item	Descripción	VPN (P)	VPN (WACC)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031			
1	Ingresos de Operación	\$ 2.715.250.000	\$ 576.821.910	\$ -	\$ -	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 2.425.950.000		
1.5	Venta de Fruto de Palma	\$ 299.250.000	\$ 142.669.421	\$ -	\$ -	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	
3	TOTAL INGRESOS (1+2) (Valores +)	\$ 2.715.250.000	\$ 576.821.910	\$ -	\$ -	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 19.950.000	\$ 2.425.950.000		
4	Cuentos Operacionales (5+6+7)	\$ 901.500.000	\$ 386.855.175	\$ -	\$ -	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	
5	CAPEX	\$ 901.500.000	\$ 386.855.175	\$ -	\$ -	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	
5.1	Opex Fijos	\$ 901.500.000	\$ 429.796.699	\$ -	\$ -	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	
9	TOTAL COSTOS (4+8) (Valores -)	\$ 901.500.000	\$ 386.855.175	\$ -	\$ -	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	\$ 60.100.000	
15	MARGEN OPERATIVO (1+9-14)	\$ 1.813.750.000	\$ 189.966.736	\$ -	\$ -	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ 2.375.950.000	
16	DEPRECIACIÓN	\$ (693.000.000)	\$ (297.382.847)	\$ -	\$ -	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	\$ (46.200.000)	
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ 693.000.000	\$ 330.392.343	\$ -	\$ -	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	\$ 46.200.000	
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15-16)	\$ 1.120.750.000	\$ (107.416.111)	\$ -	\$ -	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ (86.350.000)	\$ 2.329.550.000
18	Impuesto de Renta	\$ (768.784.500)	\$ (142.695.448)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (768.784.500)	
21	Impuestos de renta (18*-20)	\$ (768.784.500)	\$ (142.695.448)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (768.784.500)	
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+)	\$ 1.044.965.500	\$ (7.200.290)	\$ -	\$ -	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ 1.667.065.500	
23	INVERSIONES (Valores -)	\$ (3.109.000.000)	\$ (2.798.279.838)	\$ -	\$ -	\$ (3.109.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (3.109.000.000)	\$ (2.798.279.838)	\$ -	\$ -	\$ (3.109.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1.1	Tierras	\$ 2.416.000.000	\$ 2.174.617.462	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 693.000.000	\$ 623.762.376	\$ -	\$ -	\$ 693.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
25	Flujo de Caja Proyecto	\$ (1.295.250.000)	\$ (2.688.413.302)	\$ -	\$ -	\$ (3.109.000.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ (40.150.000)	\$ 2.375.950.000	
28	CALCULO DE VP COSTOS	\$ -	\$ (2.688.413.302) usd	USD																			
		\$ -	\$ (2.688.413.302) usd/bhr	usd/bhr																			

Anexo H. Flujo de Caja A5. Generación Eléctrica con Biomasa

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción			Operador	Ecopetrol	Alternativa	GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOMASA																
Concepto	Unidades	Valor	Concepto	Unidades	Valor																	
TMM	(DPP/USD)	\$ 2,300.00	Tipo de Depreciación	Linea Recta		Producción de Palma																
Tasa int.	(%)	11.1%	Valor de Depreciación	(Año)	15	Generación Eléctrica																
Tasa Ingresos	(%)	33.0%	Valor de Salvamento	(%)	100%	WTI																
Descargar Flujos al	(Año)	2015	Días	(Días/Año)	360	Del valor en libras a la terminación del proyecto																
ton/año																						
MW-H																						
USD/bt																						
Item	Descripción	VPN (0%)	VPN (WACC)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031		
1	Ingresos de Operación	\$ 1,061,043.478	\$ 308,229.917	\$ -	\$ -	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 634,469,565	
1.2	Venta Energía Eléctrica	\$ 487,043.478	\$ 217,890.507	\$ -	\$ -	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 634,469,565
3	TOTAL INGRESOS (1+2) (Valores +)	\$ 1,061,043.478	\$ 308,229.917	\$ -	\$ -	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 30,469,565	\$ 634,469,565	
4	Costos Operacionales (5+6+7)	\$ 351,000.000	\$ 156,622.481	\$ -	\$ -	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000
5	OPEX	\$ 351,000.000	\$ 156,622.481	\$ -	\$ -	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000
5.1	Opex Fijos	\$ 351,000.000	\$ 167,341.576	\$ -	\$ -	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000
9	TOTAL COSTOS (4+8) (Valores -)	\$ 351,000.000	\$ 156,622.481	\$ -	\$ -	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000	\$ 23,400,000
15	MARGEN OPERATIVO (3+9-14)	\$ 710,043.478	\$ 157,607.436	\$ -	\$ -	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 611,069,565
16	DEPRECIACIÓN	\$ (350,000.000)	\$ (150,193.357)	\$ -	\$ -	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)	\$ (23,333,333)
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ 350,000.000	\$ 166,864.819	\$ -	\$ -	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333	\$ 23,333,333
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15-16)	\$ 360,043.478	\$ 7,414.879	\$ -	\$ -	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)	\$ (16,263,768)
18	Impuesto de Renta	\$ (183,952.957)	\$ (35,997.427)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (183,952.957)
21	Impuestos de renta (18+...+20)	\$ (183,952.957)	\$ (35,997.427)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (183,952.957)
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+...)	\$ 516,990.522	\$ 121,618.009	\$ -	\$ -	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 417,116.609
23	INVERSIONES (Valores -)	\$ (954,000.000)	\$ (858,685.809)	\$ -	\$ -	\$ (954,000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (954,000.000)	\$ (858,685.809)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.1	Tierras	\$ 604,000.000	\$ 543,654.365	\$ -	\$ -	\$ 604,000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 350,000.000	\$ 315,031.503	\$ -	\$ -	\$ 350,000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
26	Flujo de Caja Proyecto	\$ (243,956.522)	\$ (91,078.433)	\$ -	\$ -	\$ (954,000.000)	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 7,069,565	\$ 611,069,565
28	CALCULO DE VP COSTOS	\$ (701,879,432.51)	USD	\$ (701,879,432.51)	USD/bw																	

Anexo I. Flujo de Caja A6. Generación Eléctrica + Cogeneración Térmica con Biomasa

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción			Operador	Ecopetrol	Alternativa	GENERACIÓN ELÉCTRICA + COGENERACIÓN TÉRMICA CON BIOMASA																	
Concepto	Unidades	Valor			Concepto	Unidades	Valor																
TIR	(COP/año)	\$ 2.300,00			Tipo de Depreciación	Línea Base		Producción de Palma															
Tasa dfo	(%)	13,3%			Tiempo de Depreciación	(años)	15	Generación Energética															
Tasa Ingresiva	(%)	33,0%			Valor de Salvamento	(%)	100%	WtH															
Descontar Flujos al	(año)	2055			Del valor en libros a la terminación del proyecto	Diez	360	ton/año															
								25,00															
								60,00															
Item	Descripción	VPN (0%)	VPN (WACC)		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031		
1	Ingresos de Operación	\$ 1.063.043.478	\$ 308.229.917		\$ -	\$ -	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 634.469.565	
1.2	Venta Energía Eléctrica	\$ 457.043.478	\$ 217.039.507		\$ -	\$ -	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	
3	TOTAL INGRESOS (1+2)	\$ 1.063.043.478	\$ 308.229.917		\$ -	\$ -	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 30.469.565	\$ 634.469.565	
4	Costos Operacionales (5+6+7)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481		\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
5	OPEX	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481		\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
5.1	Opex Fijos	\$ 351.000.000	\$ 167.341.576		\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
9	TOTAL COSTOS (4+8) (Valores -)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481		\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
15	MARGEN OPERATIVO (3+9-14)	\$ 710.043.478	\$ 157.607.436		\$ -	\$ -	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 611.069.565	
16	DEPRECIACIÓN	\$ (885.000.000)	\$ (165.712.693)		\$ -	\$ -	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	\$ (25.666.667)	
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ 385.000.000	\$ 183.551.301		\$ -	\$ -	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	\$ 25.666.667	
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15+16)	\$ 325.043.478	\$ (7.605.256)		\$ -	\$ -	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	\$ (18.597.101)	
18	Impuesto de Renta	\$ (193.182.957)	\$ (35.854.516)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (193.182.957)	
21	Impuesto de renta (18*...+20)	\$ (193.182.957)	\$ (35.854.516)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (193.182.957)	
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+...)	\$ 516.860.522	\$ 121.752.920		\$ -	\$ -	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 417.886.609	
23	INVERSIONES (Valores -)	\$ (889.000.000)	\$ (890.189.019)		\$ -	\$ -	\$ (889.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (889.000.000)	\$ (890.189.019)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1.1	Tierras	\$ 604.000.000	\$ 543.654.365		\$ -	\$ -	\$ 604.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 385.000.000	\$ 346.534.653		\$ -	\$ -	\$ 385.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
26	Flujo de Caja Proyecto	\$ (278.956.522)	\$ (722.581.083)		\$ -	\$ -	\$ (889.000.000)	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 7.069.565	\$ 611.069.565	
28	CALCULO DE VP COSTOS	\$ (722.581.083)	USD																				
		\$ (7.072)	USD/Wh																				

Anexo J. Flujo de Caja A7. Maderables con Plantación Forestal

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción			Operador	Ecopetrol	Alternativa	MADERABLES CON PLANTACIÓN FORESTAL																
Concepto	Unidades	Valor	Concepto	Unidades	Valor																	
TRM	(BPP/USO)	\$ 2.300,00	Tipo de Depreciación	Linea Recta		Producción de Madera																
Tasa dfo.	(%)	11,1%	Tiempo de Depreciación	(Años)	15	Area terreno																
Tasa Ingresos	(%)	13,0%	Valor de Salvamento	(%)	100%	W11																
Descontar Flujos al	(Años)	2015	Días	(Días/Años)	360	Del valor en libros a la terminación del proyecto																
						35 m3/ha/año																
						36.300,00 Ha																
						60,00 USD/ha																
Item	Descripción	VPN (0%)	VPN (WACC)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031		
1	Ingresos de Operación	\$ 880.195.652	\$ 230.623.797	\$ -	\$ -	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 622.413.043	
1.6	Venta Maderable	\$ 276.195.652	\$ 131.678.108	\$ -	\$ -	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	
3	TOTAL INGRESOS (1+2) (Valores -)	\$ 880.195.652	\$ 230.623.797	\$ -	\$ -	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 18.413.043	\$ 622.413.043	
4	Costos Operacionales (5+6+7)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
5	OPEX	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
5.1	Opex Fijos	\$ 351.000.000	\$ 167.341.576	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
9	TOTAL COSTOS (4+8) (Valores -)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	
15	MARGEN OPERATIVO (1-9+14)	\$ 529.195.652	\$ 80.001.316	\$ -	\$ -	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ 599.913.043	
16	DEPRECIACIÓN	\$ (280.000.000)	\$ (130.154.685)	\$ -	\$ -	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	\$ (18.666.667)	
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ (280.000.000)	\$ (133.491.856)	\$ -	\$ -	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	\$ 18.666.667	
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15-16)	\$ 249.195.652	\$ (40.153.370)	\$ -	\$ -	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ (21.653.623)	\$ 580.346.377
18	Impuesto de Renta	\$ (191.514.304)	\$ (35.544.816)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (191.514.304)
21	Impuestos de renta (18*-+20)	\$ (191.514.304)	\$ (35.544.816)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (191.514.304)
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+)	\$ 337.681.348	\$ 44.656.500	\$ -	\$ -	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ 407.488.729	
23	INVERSIONES (Valores -)	\$ (884.000.000)	\$ (795.679.568)	\$ -	\$ -	\$ (884.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (884.000.000)	\$ (795.679.568)	\$ -	\$ -	\$ (884.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.1	Tierras	\$ 604.000.000	\$ 543.654.365	\$ -	\$ -	\$ 604.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 280.000.000	\$ 252.025.203	\$ -	\$ -	\$ 280.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
26	Flujo de Caja Proyecto	\$ (354.804.348)	\$ (715.478.252)	\$ -	\$ -	\$ (884.000.000)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ (4.986.957)	\$ 599.913.043
28	CALCULO DE VP COSTOS	\$ (715.478.252,11)	USO																			
		\$ 9,03	USD/ha																			

Anexo K. Flujo de Caja A8. Plantación Forestal Ambiental.

Aprovechamiento Agroindustrial de Agua de Producción			Operador	Ecopetrol	Alternativa	PLANTACION FORESTAL AMBIENTAL VENTA BONOS DE CARBONO														
Concepto	Unidades	Valor	Concepto	Unidades	Valor															
TMM	(DOP/MS)	\$ 2.300,00	Tipo de Depreciación	Línea Recta																
Tasa etc.	(%)	11,1%	Tiempo de Depreciación	(Años)	5															
Tasa Impositiva	(%)	33,0%	Valor de Salvamento	(%)	100%	Del valor en libros a la terminación del proyecto														
Descontar Flujos al	(Años)	2015	Días	(Días/Año)	360															
Producción de Madera						35 m ³ /Ha/año														
Área terreno						36.300,00 Ha														
WTI						66,00 usd/bt														
Item	Descripción	VPN (0%)	VPN (WACC)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	Ingresos de Operación	\$ 604.000.000	\$ 112.101.648	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 604.000.000
3	TOTAL INGRESOS (1+2) (Valores +)	\$ 604.000.000	\$ 112.101.648	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 604.000.000
4	Costos Operacionales (5+6+7)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000
5	OPEX	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000
6.1	Open Fijos	\$ 351.000.000	\$ 167.341.526	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000
9	TOTAL COSTOS (4-8) (Valores -)	\$ 351.000.000	\$ 150.622.481	\$ -	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000
15	MARGEN OPERATIVO (3+9-14)	\$ 253.000.000	\$ 38.520.833	\$ -	\$ -	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)
16	DEPRECIACIÓN	\$ 245.000.000	\$ 116.135.350	\$ -	\$ -	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)
16.1	Depreciación/Amortización línea recta	\$ 245.000.000	\$ 116.105.374	\$ -	\$ -	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)	\$ (16.333.333)
17	MARGEN OPERATIVO GRAVABLE (15-16)	\$ 8.000.000	\$ (14.520.182)	\$ -	\$ -	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)	\$ (9.733.333)
18	Impuesto de Renta	\$ (186.208.000)	\$ (34.559.373)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (186.208.000)
21	Impuestos de renta (18+...+20)	\$ (186.208.000)	\$ (34.559.373)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (186.208.000)
22	MARGEN OPERATIVO DESPUES DE IMPUESTOS (17+...)	\$ 66.792.000	\$ (73.080.806)	\$ -	\$ -	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)
23	INVERSIONES (Valores +)	\$ (849.000.000)	\$ (84.172.410)	\$ -	\$ -	\$ (849.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1	Activos Fijos Tangibles	\$ (849.000.000)	\$ (84.172.410)	\$ -	\$ -	\$ (849.000.000)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.1	Tierras	\$ 604.000.000	\$ 543.654.365	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
23.1.2	Inversiones Industriales	\$ 245.000.000	\$ 200.522.042	\$ -	\$ -	\$ 245.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
26	Flujo de Caja Proyecto	\$ (596.000.000)	\$ (82.697.251)	\$ -	\$ -	\$ (849.000.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)	\$ (23.400.000)
28	CALCULO DE VP COSTOS																			

