

**ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD DE CONSTRUIR UN LABORATORIO DE
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES PARA PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD
EN LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.**

**CÉSAR AUGUSTO GÉLVEZ MÉNDEZ
MIGUEL JOSUE ROJAS MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2014

**ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD DE CONSTRUIR UN LABORATORIO DE
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES PARA PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD
EN LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.**

**CÉSAR AUGUSTO GÉLVEZ MÉNDEZ
MIGUEL JOSUE ROJAS MARTÍNEZ**

Monografía para optar el título de especialista en evaluación y gerencia de
proyectos

Director:
Ing. CARLOS ENRIQUE VECINO ARENAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2014**

DEDICATORIA

A mi hija Lizbeth Sofia, para que tenga presente que:
estudiar es aprender que todo es posible.

A mi madre Matilde, por su gran experiencia.

César Gélvez

A mis padres, que son mi fortaleza y mi motivación.

Miguel Rojas.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la especialización de Evaluación y Gerencia de Proyectos, porque sus experiencias transmitidas. A la Organización Terpel S.A. por facilitarnos el aprendizaje. A nuestro director de proyecto Carlos Enrique Vecino Arenas por sus valiosos aportes. A los compañeros de la especialización que nos hicieron las clases muy agradables. A nuestras familias, por el sacrificio de la compañía.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1. OBJETIVOS | 13 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL..... | 13 |
| 1.2 ALCANCES DEL TRABAJO DE GRADO | 13 |
| 2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA..... | 14 |
| 2.1 PROPÓSITO | 16 |
| 2.2 VISIÓN..... | 16 |
| 2.3 VALORES Y PRINCIPIOS..... | 16 |
| 2.4 COMPORTAMIENTOS | 16 |
| 2.5 ESTRATEGIAS DE LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A. | 16 |
| 2.6 ASUNTOS CORPORATIVOS | 17 |
| 2.7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA..... | 20 |
| 3. OPORTUNIDAD DE NEGOCIO..... | 21 |
| 3.1 CLIENTES DEL LABORATORIO..... | 22 |
| 3.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL..... | 23 |
| 4. ESTUDIO TÉCNICO | 25 |
| 4.1 TECNOLOGÍA | 29 |
| 4.2. LOCALIZACIÓN | 34 |
| 4.3. TAMAÑO Y OBRAS FÍSICAS..... | 35 |
| 4.4. MODELO DE OPERACIÓN..... | 41 |
| 4.5. PRESUPUESTO | 49 |
| 4.6. COSTO DE LAS PRUEBAS..... | 56 |
| 4.7. ASPECTOS DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA | 58 |
| 5. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y DE LA SALUD PÚBLICA | 60 |
| 6. ESTUDIO FINANCIERO | 61 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 73 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Distribución de productos marca Terpel por país. | 15 |
| Figura 2. División de la Organización Terpel S.A por regionales para la operación de distribución de combustibles. | 18 |
| Figura 3. División de plantas en Colombia para la distribución de combustibles Terpel | 19 |
| Figura 4. Organigrama principal de la Organización Terpel S.A..... | 20 |
| Figura 5. Proceso Industrial para el análisis de combustibles Terpel | 25 |
| Figura 6. Diagrama de flujo del proceso interno del laboratorio | 26 |
| Figura 7. Localización de laboratorio de control de calidad para combustibles de la Organización Terpel S.A..... | 34 |
| Figura 8. Primer piso oficinas | 39 |
| Figura 9. Segundo piso laboratorio | 39 |
| Figura 10. Tercer piso terraza..... | 40 |
| Figura 11. Tiempo de ejecución por cada prueba para las muestras mensuales en el turno 1. | 44 |
| Figura 12. Tiempo de ejecución por cada prueba para las muestras mensuales en el turno 2. | 45 |
| Figura 13. Organigrama del laboratorio | 47 |
| Figura 14. Tamaño y distribución del laboratorio de combustibles. | 48 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Ensayos por combustible | 29 |
| Tabla 2. Observaciones por prueba | 32 |
| Tabla 3. Clasificación de áreas | 36 |
| Tabla 4. Ensayos mensuales por el laboratorio. | 41 |
| Tabla 5. Esquema de realización de ensayos | 46 |
| Tabla 6. Personal requerido para la operación del laboratorio | 47 |
| Tabla 7. Listado de equipos, su valor comercial y costos anuales asociados. | 50 |
| Tabla 8. Inversión para las instalaciones del laboratorio y su operación. | 52 |
| Tabla 9. Costos de operación | 53 |
| Tabla 10. Tabla de salarios de perfiles. | 55 |
| Tabla 11. Costo de las pruebas por ensayos anuales..... | 56 |
| Tabla 12. Datos de entrada para el análisis financiero..... | 62 |
| Tabla 13. Horizonte de proyecto | 65 |
| Tabla 14. Inversiones del proyecto | 65 |
| Tabla 15. Análisis de los egresos. | 66 |
| Tabla 16. Estructura financiera. | 67 |
| Tabla 17. Capital de trabajo..... | 67 |
| Tabla 18. Evaluación del flujo, SIN el proyecto. | 68 |
| Tabla 19. Evaluación del flujo, CON el proyecto. | 69 |
| Tabla 20. Análisis diferencial entre flujos netos (CON – SIN). | 70 |
| Tabla 21. Análisis diferencial entre los valores presentes (CON – SIN)..... | 70 |
| Tabla 22. Análisis del flujo de caja incremental..... | 71 |
| Tabla 23. Prueba de sensibilidad en función del número de ensayos. | 72 |

RESUMEN

TITULO: ESTIMACIÓN DE LA VIABILIDAD DE CONSTRUIR UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES PARA PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.*

AUTORES: CÉSAR AUGUSTO GÉLVEZ MÉNDEZ**
MIGUEL JOSUE ROJAS MARTÍNEZ **

PALABRAS CLAVE: PROYECTO, PREFACTIBILIDAD, LABORATORIO, COMBUSTIBLES, CALIDAD, FINANCIERO, TÉCNICO, EVALUACIÓN.

CONTENIDO:

Este proyecto presenta el caso de negocio para evaluar la viabilidad de invertir en la construcción de un laboratorio de análisis de combustibles para pruebas de control de calidad en la organización Terpel, como estrategia de la organización para aumentar sus ventas por medio del aumento de la calidad de todos sus productos. Las fuente de información primaria de este estudio es la misma organización, basados en historicos de comportmientos de ventas y lecciones aprendidas de poryectos similares.

Para la evaluacion de este caso de negocio se realiza un estudio tecnico que propone un modelo de operación del laboratorio, que determina la cantidad de pruebas requeridas por la organización para ofrecer el servicio a todos sus productos, describiendo la estrctura organizacional, definiendo la tecnologia requerida para la realizacion de las pruebas y especificando las características de las las instalacionde y las aducuaciones necesarias para permitir la operación segura del laboratorio.

Con los datos generados se define un horizonte de proyecto y se realiza un analisis CON-SIN, el cual compara el comportamiento financiero de la empresa de no ejecutar el proyecto versus los flujos financieros de sí hacerlo, luego se realiza un analisis incremental con el cual se calcula la rentabilidad del proyecto y finalmente se hace una prueba de sensibilidad para comprender el comprotemiento de la rentabilidad del proyecto en funcion de su variable mas critica.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ing. Carlos Enrique Vecino Arenas

ABSTRACT

TITLE: ESTIMATING THE FEASIBILITY OF BUILDING UP AN ANALYSIS LABORATORY FOR FUEL TESTING QUALITY CONTROL IN TERPEL S.A. *

AUTHORS: CÉSAR AUGUSTO GÉLVEZ MÉNDEZ**
MIGUEL JOSUE ROJAS MARTÍNEZ **

KEYWORDS : PROJECT, FEASIBILITY, LABORATORY, FUELS, QUALITY, FINANCIAL, TECHNICAL, EVALUATION.

CONTENTS:

This work presents the business case in order to assess the viability of investing on the building up an analysis laboratory for fuel testing quality control in Terpel, as an organizational strategy to increase sales by increasing the quality of all the company products. The primary source of information for this study is the same organization, based on the history of sales behaviours and lessons learned from similar projects.

For the evaluation of this business case, a technical study is realised to propose a model of laboratory operation, which determines the amount of tests required by the organization. Thus, providing the service to all of the company products, describing the organizational structure and defining the required technology for the realization of the tests and also specifying the characteristics of the installations and adaptations necessary to allow the safe operation of the laboratory.

Using the data, the project is defined and a WITH- WITHOUT analysis which compares the financial performance of the company if the project versus other financial flows to run the project would be not done, then performing an up-going analysis in which the project profitability is calculated and finally doing a sensitivity test to understand the profitability behaviour of the project in function of its more critical variable.

*WorkDegree

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ing. Carlos Enrique Vecino Arenas

INTRODUCCIÓN

En las zonas de frontera cada vez es mas vulnerable la normatividad de los combustibles por el comercio ilegal, haciendo que estos estén dentro de los artículos preferidos para mercadear.

Los combustibles juegan un papel muy importante en la economía del país, ya que proporcionan la energía que permite la movilidad del comercio y el turismo de cada región.

La certificación de la calidad de los combustibles aportará al diferencial en el negocio de la distribución de los mismos, para evitar que se deterioren las inversiones de millones de colombianos en vehículos de transporte y carga, ya que los contaminantes de los combustibles hacen que carros y camiones no funcionen correctamente, e inclusive pueden generen contratiempos en sus recorridos trazados.

El presente proyecto tiene por objeto el crear un laboratorio de control de calidad en combustibles que vele por la calidad de los estos en la marca Terpel, ya que es la mas grande en puntos de distribución al cliente final llamadas “estaciones de servicio-EDS” con mas del 35% (mas de 2000 EDS en todo el territorio nacional). Se presentará la situación actual de control de calidad de los combustibles Terpel y se comparará con el proyecto que contempla mejorar el tiempo de respuesta y número de análisis a realizar, para que los clientes puedan mejorar la confianza en la marca; con esto se aporta a un pilar de la estrategia del negocio que es “ser la mejor opción en servicio” que lleva implícito la calidad del producto.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar la pre-factibilidad de construir un laboratorio de análisis de combustibles para pruebas de Control de Calidad en la Organización Terpel S.A.

1.2 ALCANCES DEL TRABAJO DE GRADO

El trabajo de monografía comprende una revisión que incluye los siguientes estudios:

- ✓ Estudio del entorno, con el fin de examinar la situación actual del análisis de los combustibles de la marca a nivel nacional.
- ✓ Estudio técnico, para establecer la capacidad requerida para responder a la demanda interna del análisis de combustibles.
- ✓ Estudio financiero, teniendo en cuenta la financiación, el capital de trabajo requerido y los criterios de inversión y retorno de la misma.

2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

La Organización Terpel S.A. es una empresa distribuidora de productos derivados del petróleo, como son gasolina motor, combustible diésel (ACPM), gas natural vehicular (GNV), combustible para aviones, combustibles marinos y cuenta con una planta de producción de aceites lubricantes de la misma marca, además, tiene otros negocios complementarios como cambiadores de aceite y talleres (llamados Masterlub), lavado de vehículos (llamados Ziclos) y tiendas de conveniencia (llamados Alto).¹

Debido a un desabastecimiento de combustible en el departamento de Santander, Terpel nace en 1968 con 20 estaciones de servicio (EDS) en Bucaramanga para dar solución al problema. Después hace presencia en Manizales (1972), Antioquia (1973), primera fábrica de lubricantes Terpel (1982), Mariquita-Neiva (1983), costa Atlántica (1983), Sabana-Bogotá (1986), Terpel Occidente (1988), distribución de combustible diésel para el segmento marino (1993) y en el 2001 se consolida la Organización Terpel S.A. con los 7 Terpeles. Llegada a Ecuador (2006), Panamá con la marca Accel (2007), Chile (2007); en el 2008 se compra al líder en el sector GNV en Colombia, Gazel, ampliando el portafolio de servicios, haciendo presencia también en México (2008) y Perú (2009) con GNV de la marca Gazel. En 2011, Terpel entró con el negocio de aviación en República Dominicana. Ahora la Organización Terpel S.A. distribuye sus productos en los países donde hace presencia como lo muestra la figura 1.

¹ Organización TERPEL

Figura 1. Distribución de productos marca Terpel por país.



Fuente: Informe de sostenibilidad Terpel 2012

2.1 PROPÓSITO

Generamos experiencias memorables a nuestros clientes en todas nuestras líneas de negocio.

2.2 VISIÓN

En el año 2017, con un equipo altamente efectivo, seremos líderes en participación de mercado, con el mejor posicionamiento de marca, reconocidos como el número uno en servicio y por nuestro compromiso con el país.¹

2.3 VALORES Y PRINCIPIOS

- ✓ Integridad
- ✓ Respeto
- ✓ Confianza

2.4 COMPORTAMIENTOS

- ✓ Actitud de servicio
- ✓ Orientación a resultados
- ✓ Disciplina estratégica

2.5 ESTRATEGIAS DE LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.

Las estrategias de la Organización Terpel S.A. para el 2014 son:

Ser la mejor opción en:

- ✓ Precio
- ✓ Servicio
- ✓ Infraestructura.

2.6 ASUNTOS CORPORATIVOS

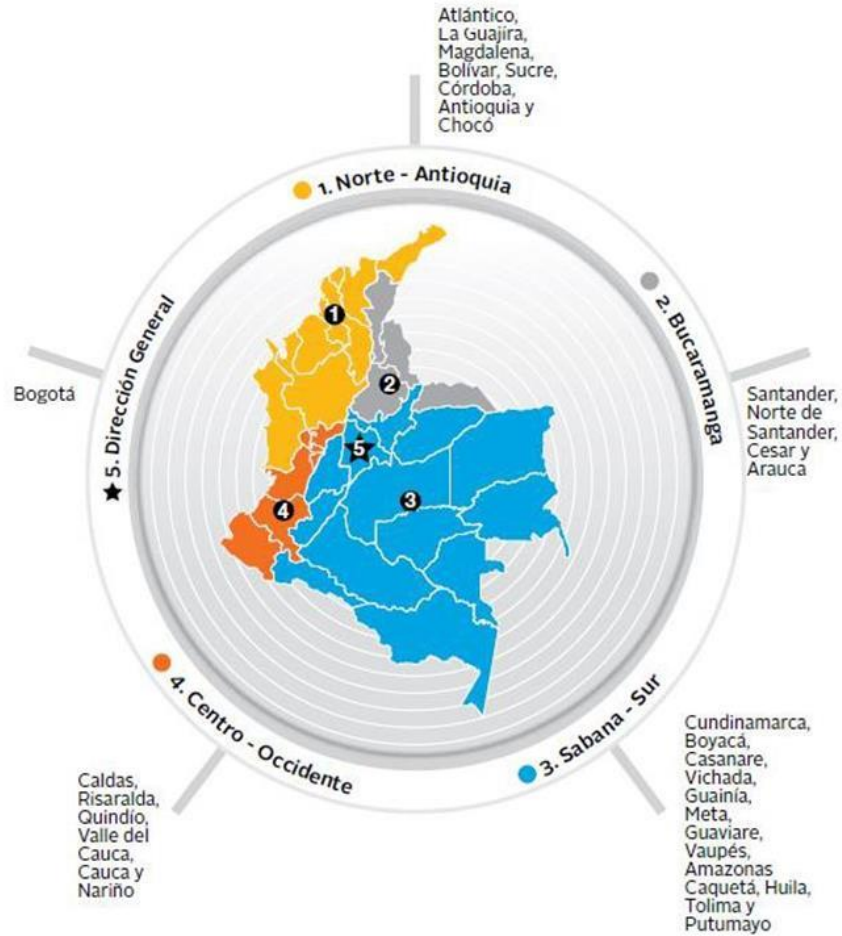
La Organización Terpel S.A. sustenta sus mecanismos de auto-reglamentación, cumplimiento y gobierno corporativo en una cultura basada en valores, comprometido con los derechos humanos, con un modelo de buen gobierno, incorporando buenas prácticas, declarando sus políticas y procedimientos en el código de conducta.

La Organización Terpel S.A. trabaja para generar valor, confianza y desarrollo en cada uno de los productos y servicios que ofrece. Por eso, busca implementar las mejores prácticas y desarrollar sistemas innovadores.

Como resultado a sus procesos y la búsqueda de calidad, la marca se ha posicionado por ofrecer los mejores productos y servicios en tecnología y calidad; además, ha conquistado el corazón y la confianza de sus clientes.

La Organización Terpel S.A. actualmente se encuentra distribuida como aparece en la figura 2, para abastecer a cada zona rural y urbana de todo el territorio nacional.

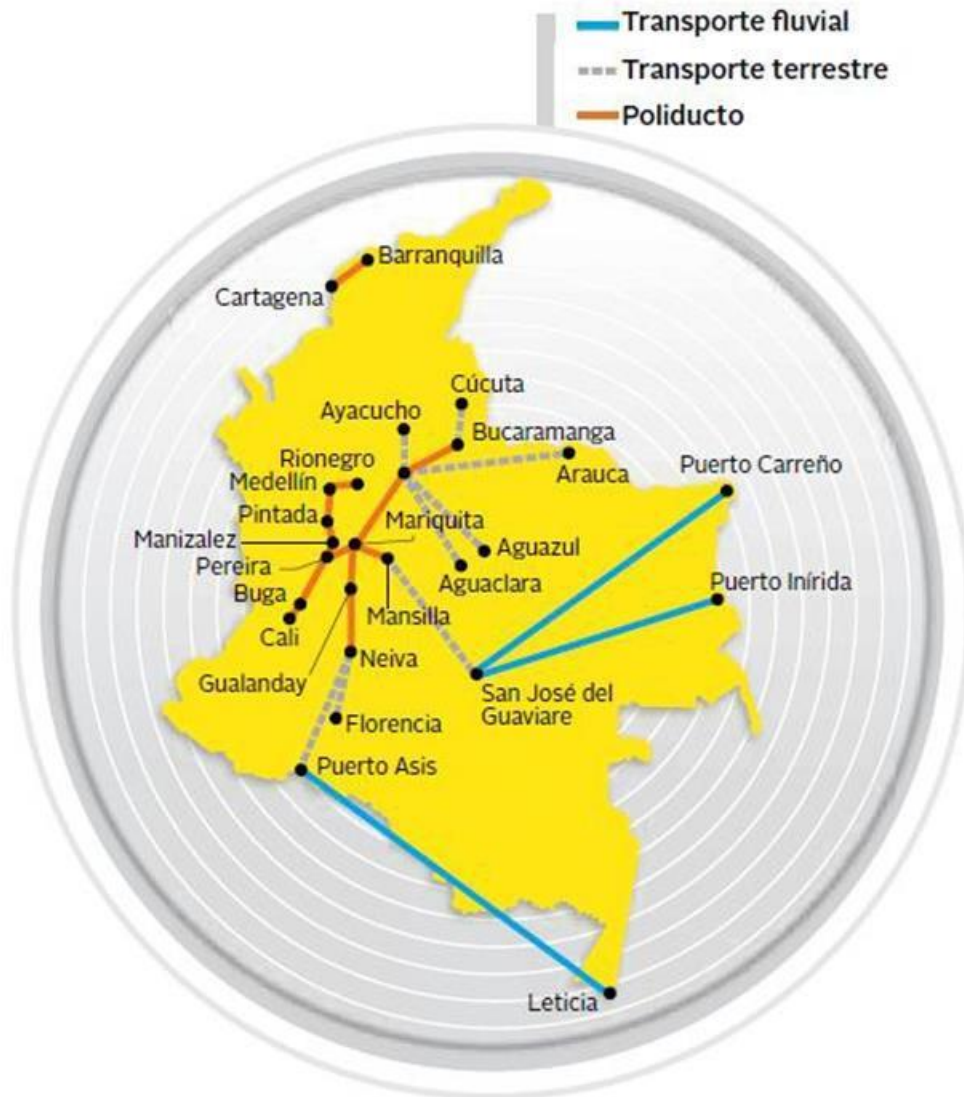
Figura 2. División de la Organización Terpel S.A. por regionales para la operación de distribución de combustibles.



Fuente: Informe de sostenibilidad Terpel 2012

La Organización Terpel S.A. cuenta con 30 plantas para la distribución de 959,5 millones de galones de combustibles en el 2012, equivalentes a un crecimiento de 4,0% con respecto al 2011, Figura 3.

Figura 3. División de plantas en Colombia para la distribución de combustibles Terpel



Fuente: Informe de sostenibilidad Terpel 2012²

² Informe de sostenibilidad Terpel 2012

2.7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 4. Organigrama principal de la Organización Terpel S.A.



Fuente: Informe de sostenibilidad Terpel 2012³

La figura 4 representa la estructura organizacional principal de la Organización Terpel S.A., a partir de cada vicepresidente se derivan gerentes por cada unidad de negocio, después siguen los directores que a su vez tienen jefes por áreas de negocios, continúan los supervisores y los últimos de la cadena son los analistas, operadores y técnicos, para un total alrededor de 1500 colaboradores directos y otros 1500 indirectos, solo para Colombia.

El proyecto dará soporte a la calidad de los combustibles que están a cargo de la Vicepresidencia de Logística y Operaciones que es la encargada de las plantas de distribución de combustibles y también incluye la operación de distribución de combustible para avión (Jet).

³ Informe de sostenibilidad Terpel 2012

3. OPORTUNIDAD DE NEGOCIO

La oportunidad de negocio hallada dentro de los procesos de la Organización Terpel S.A. consiste en: durante el recibo, almacenamiento y despacho de los combustibles, hay una deficiencia en el control de calidad de los mismos, por lo que se propone la construcción y puesta en marcha de un laboratorio para que analice las propiedades del combustible y entregue el visto bueno de los mismos, además, dar solución a las no conformidades de quejas y reclamos de los clientes, dar soporte en los procesos de investigación, mejora y desarrollo de combustibles y mejora en procesos internos de la operación de combustibles.

El proyecto de inversión se realizará dentro de la Organización Terpel S.A., que a su vez dependerá de la Vicepresidencia de Logística y Operaciones, la cual reemplazará el ejercicio de analizar las muestras de combustible para verificar la calidad según los requerimientos normativos de los combustibles, para lo cual, mejora en el servicio al cliente dando confiabilidad de los productos que mueven al país (combustibles), además, se ha observado en proyectos de la Organización Terpel S.A., que al mejorar la calidad de los combustibles incentiva las ventas en las puntos de distribución como son las estaciones de servicio (EDS) (proyecto diésel micro-filtrado en la troncal Bogotá-Buenaventura, aumentaron las ventas en un 5%), para lo cual el proyecto se encamina en el plan estratégico de ser la mejor opción en servicio; por lo tanto, el proyecto se observa desde un análisis incremental que se verá en el análisis financiero.

El laboratorio trabajará como soporte de servicio para todos los procesos de operación de combustibles, se visualiza el proyecto con una fase inicial de construcción, una segunda de implementación de equipos, una tercera de puesta en marcha de análisis de muestras de combustibles, una cuarta de madurez y saturación; y por último, una etapa de mejora continua (expansión).

El servicio que se desea prestar tendrá actividades de análisis de combustibles, los cuales tienen como beneficio respaldar que los mismos no contienen contaminantes (agua, microorganismos, otros combustibles, sedimentos y material metálico) que puedan perjudicar su buen desempeño; el servicio trabajará con equipos que estarán soportados con normas técnicas nacionales (Normas Técnicas Colombianas, NTC) y normas internacionales (American Society for Testing and Materials, ASTM), el laboratorio lo operará personal calificado en las pruebas establecidas.

El proyecto se encargará de analizar las muestras de los combustibles de la Organización Terpel S.A., iniciando con los recibos de las materias primas tales como combustible diésel B2 (2% de Biodiésel en diésel), diésel extra, gasolina corriente, gasolina extra, Biodiésel (B100), alcohol carburante (etanol) y combustible para avión (Jet), al igual que los productos terminados (combinación de combustibles: gasolina-alcohol, combustible diésel-Biodiésel).

El proyecto del laboratorio de combustibles se enmarca dentro de la estrategia “ser la mejor opción de servicio” de la Organización Terpel S.A., ya que el laboratorio podrá certificar sus productos de combustibles dando respaldo y confiabilidad a los interesados, incrementando la calidad de los productos porque verificando el cumplimiento de la normatividad colombiana vigente; mejorando el servicio y la confianza de los clientes finales, porque amplía la frecuencia de análisis de las muestras de combustibles.

3.1 CLIENTES DEL LABORATORIO

El primer cliente beneficiado del proyecto es el área operativa que pertenece a la vicepresidencia de logística y operaciones y corresponden a todas las plantas pertenecientes a la Organización Terpel S.A. que a su vez son plantas de almacenamiento y distribución a las estaciones de servicio (EDS), son 30 plantas en

todo el territorio nacional, donde se analizarán los combustibles de recibo y almacenamiento, además, se analizaran periódicamente (2 EDS por cada planta, cada mes) que a su vez, será aleatoriamente en todo el país. Con estas muestras se desea dar un buen respaldo de la calidad de los productos combustibles de la Organización Terpel S.A.

En la etapa de madurez del laboratorio, se sugiere revisar como estrategia el análisis de muestras combustibles a clientes externos y requerimientos especiales en investigación de combustibles; debido que para esta fase, el laboratorio cuenta con la experiencia del tiempo de funcionamiento para estudiar la viabilidad de realizar pruebas adicionales a la operación de la organización.

3.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL

El proyecto se percibe como una unidad de apoyo para analizar las propiedades de los combustibles y dar visto bueno sobre ellos, actualmente en la ciudad de Bucaramanga es el Instituto Colombiano de Petróleo (ICP) la única entidad encargada del análisis de las muestras aleatorias de los combustibles del país, quienes aproximadamente facturan un valor de mil seiscientos millones de pesos (\$1.600.000.000) anuales.

Existen laboratorios en algunas universidades, es el ejemplo de la Universidad Nacional, quienes realizan análisis técnicos puntuales, siendo su participación menor al 0,1%. Las restricciones de acceso al servicio en estos laboratorios como es el caso del ICP que tienen prioridades sobre las muestras de Ecopetrol y empresas del sector de perforación, transporte, refinación de crudos y combustibles, y su poca disponibilidad para análisis de muestras de combustibles de clientes como la Organización Terpel S.A. hace que sean analizadas sin prioridad, a lo que se le atribuye los retrasos en los procesos internos de la Organización, por lo tanto no se toman correctivos en los casos donde las

muestras no cumplen con las especificaciones requeridas. Caso similar se presenta en los laboratorios de las universidades, adicional a esto, son muy pocos los laboratorios certificados en ISO 17025, como lo exige la normatividad nacional.

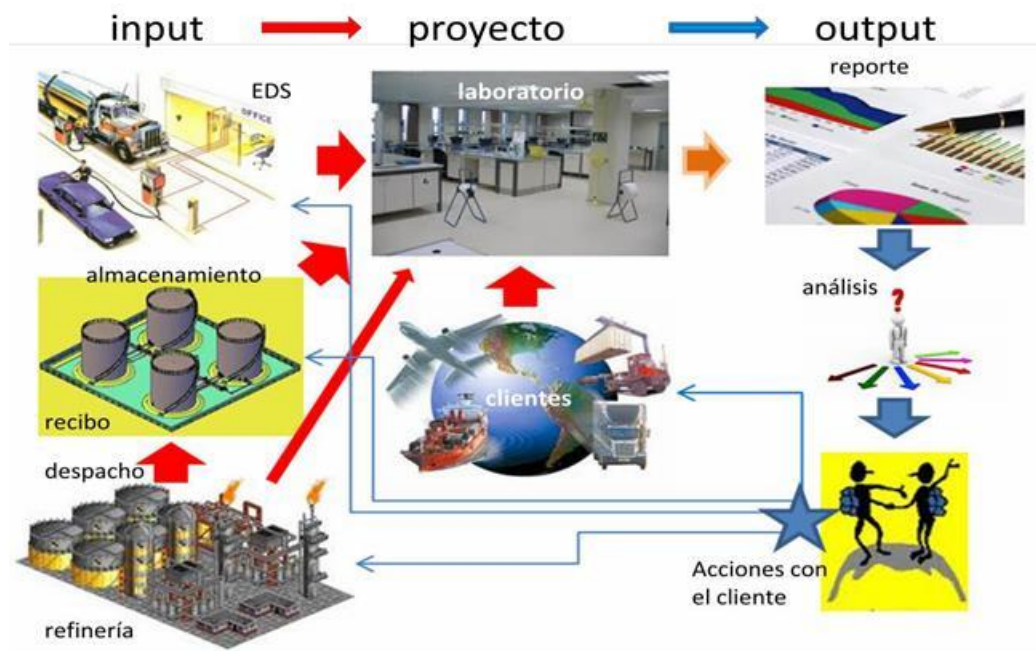
Para el plan de muestreo que plantea la Organización Terpel S.A., requiere la realización de 4236 pruebas anuales analizando materias primas y productos terminados para todos los combustibles, por otro lado, el incremento en la producción de crudo en el 2013 que fue de 1,6% para el primer trimestre, 4,6% para el segundo y 6,1% para el tercer trimestre; hace que el Instituto Colombiano del Petróleo aumente el tiempo de respuesta para el análisis de muestras a terceros (Organización Terpel S.A) dando prioridad a las muestras generadas por este mayor ritmo de crecimiento en la producción de petróleo del país⁴.

⁴ REPORTE DE NOTICIA [Disponible en <http://www.minminas.gov.co/>] [Citado el 30/12/2013]

4. ESTUDIO TÉCNICO

En la figura 5 se observa el flujograma del proceso, en él se representa la entrada (Input) como combustibles en el proceso (recibo, almacenamiento, despacho y solicitudes de clientes). El proceso involucra pruebas de control de calidad de los combustibles y biocombustibles, bajo normas estandarizadas.

Figura 5. Proceso Industrial para el análisis de combustibles Terpel



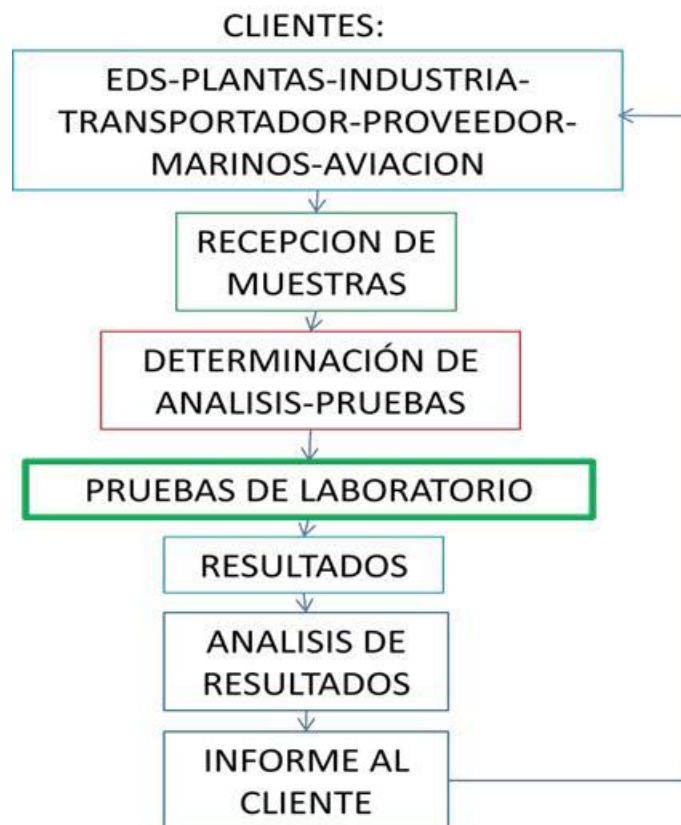
Fuente: Autores

La salida está asociada con la toma de decisiones de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de los combustibles según la entrada.

El proceso interno del laboratorio involucra un proceso de recepción de muestras que puede venir de los clientes como EDS, plantas de distribución, marinos,

aviación, proveedores de combustibles, transportadores e industria que utilizan nuestros productos, como se muestra en la figura 6, luego de recibir las muestras, se determina el tipo de análisis, se realizan las pruebas solicitadas, se generan los resultados y si es necesario, se hace un análisis sobre ellos y se realiza un informe final que permitirá la toma de decisiones.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso interno del laboratorio



Fuente: Autores

Las pruebas que se planean realizar están bajo las normas técnicas colombianas (NTC) según el combustible:

- ✓ NTC 1380 Gasolinas para motores de combustión interna de encendido por chispa.

- ✓ NTC 1438 Combustibles para motores diésel.
- ✓ NTC 1899 Combustibles de aviación para motores tipo turbina.
- ✓ NTC 5414 Alcohol anhidro combustible desnaturalizado obtenido a partir de biomasa, para mezclar con gasolina motor, empleado como combustible en vehículos con motores de combustión interna de encendido por chispa.
- ✓ NTC 5444 Biodiésel para uso en motores diésel.

Para determinar las especificaciones del laboratorio de combustibles para la Organización Terpel S.A. como proyecto, se parte de la normatividad vigente para análisis de las materias primas y producto terminado de los combustibles del país.

En la Norma Técnica Colombiana NTC 5444, se encuentra las pruebas que deben cumplir el Biodiésel (B100) que es una materia prima para el diésel (BX) que se distribuye en las estaciones de servicio (EDS) de las diferentes marcas en todo el territorio nacional. Además, en la NTC 1438, se determinan las pruebas que debe cumplir el diésel que proviene de las refinerías de combustibles del país (Ecopetrol) y en la misma norma, están las especificaciones del combustible que se distribuye después de una mezcla de B100 y diésel en las empresas distribuidoras como la Organización Terpel S.A.

De la misma forma, en la norma NTC 5308 están las pruebas que debe cumplir el alcohol carburante (Etanol) y en la norma NTC 1380 están las para la gasolina y la gasolina oxigenada que se distribuye en las estaciones de servicio (EDS). Las pruebas se encuentran condensadas en la tabla 1.

En la norma NTC 1899 se encuentran las pruebas que debe cumplir el combustible Jet, que a diferencia de los otros combustibles, este no se mezcla solo se distribuye a los diferentes aeropuertos donde hace presencia la marca Terpel.

Revisando estas normas técnicas colombianas de partida para las diferentes

materias primas y sus respectivos productos terminados, se observa que hay pruebas en común como por ejemplo tenemos: la densidad (ASTM D4052), destilación (ASTM D86), punto de inflamación (ASTM D93), entre otras. Por otro lado, hay pruebas técnicas de evaluación que requieren un equipo en común, como por ejemplo: cromatógrafo de gases, para la determinación de glicerina, contenido de alcoholes y aromáticos, más adelante se analizará su disponibilidad para las pruebas que lo solicitan. Otro ejemplo es la determinación de metales tales como fosforo, plomo, cobre, sodio y potasio por Espectroscopia de Absorción Atómica, los cuales se utilizará un equipo más versátil como lo es la Espectroscopia de Plasma ICP-OES (inductively coupled plasma-ICP- Espectrofotómetro de Emisión Óptico-OES)

Dentro de la tabla, se encuentran equipos en los cuales se pueden realizar más de una técnica, por lo que solo se contabiliza una sola vez, por ejemplo la técnica de cromatografía, la cual se pueden determinar alcohol, mono, di y triglicéridos, glicerina, esterres, aromáticos, benceno, etc.

Después de definir las pruebas a realizar a los diferentes combustibles, se requiere un plan de muestreo, para lo cual la Organización Terpel S.A. estipuló como monitoreo a las materias primas un análisis mensual por planta de distribución (siendo 30 plantas en Colombia) y dos EDS por mes de cada planta de la cual se ha distribuido. Cabe aclarar que las materias primas son analizadas por los fabricantes, y Terpel verificará aleatoriamente estos análisis y tendrá la capacidad de certificar el producto terminado para sus clientes.

En el caso del combustible Jet, para todas las plantas excepto la planta de sabana que distribuye el combustible para el aeropuerto el Dorado en Bogotá, se analizará el recibo del combustible (tender), ya que solo es un tender mensual. Para el caso del Dorado, se analizará cada dos lotes, debido a que recibe alrededor de 30 tenderes/mes.

4.1 TECNOLOGÍA

Se ha sugerido que los equipos de dotación del laboratorio sean automatizados o semi-automatizados, para que el personal dedique más tiempo al control de los equipos con cartas de control y procesos de metrología, al igual que acciones de gestión de calidad del laboratorio.

La mano de obra involucra personal idóneo en procesos químicos, debido a que los análisis deberán estar soportados por concedores de cambios de materia y procesos físico-químicos. Por lo tanto, deben tener estudios superiores a técnicos en áreas afines a química o procesos industriales.

Las pruebas a realizar por el laboratorio del proyecto se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Ensayos por combustible

| PARÁMETRO | B100 | Diesel | BX | Gasolina | Etanol | Gasolina Oxigenada | Para las 30 plantas | JET | Total ensayos |
|--|------|--------|----|----------|--------|--------------------|---------------------|-----|---------------|
| Densidad | 1 | 1 | 2 | | 1 | | 150 | 27 | 177 |
| Número de cetano | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Índice de cetano | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Viscosidad cinemática | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Agua y sedimentos | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Contenido de agua | 1 | | | | 1 | | 60 | | 60 |
| Punto de inflamación | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Corrosión al cobre | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 150 | 27 | 177 |
| Estabilidad a la oxidación | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Cenizas sulfatadas/Cenizas | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Contenido de azufre | 1 | | | | | | 30 | 27 | 57 |
| Contenido de fósforo | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Destilación | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 150 | 27 | 177 |
| Número ácido | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP) | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |

| PARÁMETRO | B100 | Diesel | BX | Gasolina | Etanol | Gasolina Oxigenada | Para las 30 plantas | JET | Total ensayos |
|--|------|--------|----|----------|--------|--------------------|---------------------|-----|---------------|
| Pto Fluides/Punto de nube/enturbiamiento | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Carbón residual | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Contenido de metales sodio y potasio | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Glicerina libre y total | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Poder calorífico bruto y neto | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Contenido de metanol o etanol | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Contenido de éster | 1 | | | | | | 30 | | 30 |
| Índice de yodo | 1 | 1 | 2 | | | | 120 | | 120 |
| Azufre | | 1 | 2 | 1 | | 2 | 180 | | 180 |
| Aromáticos | | 1 | 2 | | | | 90 | | 90 |
| Contenido de Biocombustible (5) | | 1 | 2 | | | | 90 | | 90 |
| Color ASTM | | 1 | 2 | | | | 90 | | 90 |
| Lubricidad (7) | | 1 | 2 | | | | 90 | | 90 |
| Índice Antidetonante (RON y MON) | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| Plomo | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| RVP | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| Aromáticos | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| Benceno | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| Contenido de Gomas | | | | 1 | 1 | 2 | 120 | 27 | 147 |
| Estabilidad a la Oxidación | | | | 1 | | 2 | 90 | | 90 |
| Contenido de Agua | | | | | | 2 | 60 | | 60 |
| Oxígeno | | | | | | 2 | 60 | | 60 |
| Aditivos | | | | | | 2 | 60 | | 60 |
| Color | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Aspecto | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Acidez total (como ácido acético) | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Conductividad eléctrica | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| % de etanol | | | | | 1 | 2 | 90 | | 90 |
| % alcohólico | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Contenido de cloro | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Materia no volátil | | | | | 1 | | 30 | | 30 |

| PARÁMETRO | B100 | Diesel | BX | Gasolina | Etanol | Gasolina Oxigenada | Para las 30 plantas | JET | Total ensayos |
|-----------------------------------|------|--------|-------|----------|--------|--------------------|---------------------|------|---------------|
| Contenido de Cobre | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Alcalinidad | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Contenido de desnaturalizante | | | | | 1 | | 30 | | 30 |
| Acidez Total | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Aromáticos | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Aromáticos 2 | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Azufre mercaptano | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Destilación 2 | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Punto de Congelación | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Punto de Inflamación | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Punto de humo | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Calor de Combustión | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Estabilidad térmica | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Microseparómetro | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| FAME | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Conductividad Eléctrica (Máxima) | | | | | | | 0 | 27 | 27 |
| Ensayos mensuales por cada planta | 23 | 18 | 34 | 10 | 14 | 26 | 3750 | 486 | 4236 |
| Ensayos totales mensuales | 690 | 540 | 1020 | 300 | 420 | 780 | 3750 | 486 | 4236 |
| Ensayos totales anuales | 8280 | 6480 | 12240 | 3600 | 5040 | 9360 | 45000 | 5832 | 50832 |

Fuente: Autores

En la tabla 2 se encuentran las observaciones de cada prueba donde se especifica si el equipo tiene auto-muestreador o es de aplicación manual, a más de si el equipo presenta lecturas en simultanea (mayor número de posiciones) y especificando el modo de operación de cada equipo, para todos los casos, los equipos son de lectura automática, por lo que no requerirá que el operador disponga de tiempo para el desarrollo del ensayo, solo para identificar la muestra (en los que tiene auto-muestreador), o dar inicio a la prueba (para los de aplicación manual y multi-posiciones). Además, estas observaciones obedecen al conocimiento y experiencia del laboratorio de lubricantes donde se analizan sus muestras bajo normas ASTM, y en el cual se analizan anualmente 1200 muestras de aceites lubricantes, 3600

muestras de líneas de llenado, 1000 muestras de materias primas, 500 muestras de requerimientos especiales y 15000 muestras de clientes en aceites usados.

Tabla 2. Observaciones por prueba

| PARÁMETRO | UNIDADES | INSTRUMENTO | MÉTODO DE ENSAYO | OBSERVACIONES |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|--|
| Densidad | Kg/m ³ | Equipo Densidad | ASTM D4052, D1298, D287, ISO 3675, ISO 12185 | El equipo tiene auto-muestreador para evitar la dependencia del analista |
| Número de cetano | Cetanos | Equipo Número de cetano | ASTM D613, ISO 5165 | La prueba de número de cetano se remplazará por el índice de cetano por medio de validación. |
| Índice de cetano | Adimensional | Destilación + densidad | ASTM D976 ó D4737; ISO 4264 | Prueba que se realiza por formula empleando los datos de destilación y densidad. |
| Viscosidad cinemática | mm ² /s | Equipo Viscosidad cinemática | ASTM D445, ISO 3104 | Equipo con auto-muestreador |
| Agua y sedimentos | % en volumen | Centrifuga | ASTM D1796, D2709 | Equipo con 6 posiciones |
| Contenido de agua | mg/kg | Karl Fisher | ASTM E203; D95, ISO 12937 | Equipo con aplicación manual |
| Punto de inflamación | °C | Equipo Punto de inflamación | ASTM D93; ISO 2719 | Equipo con auto-muestreador |
| Corrosión al cobre | Clasificación | Baño | ASTM D130, ISO 2160 | Equipo con 4 posiciones |
| Estabilidad a la oxidación | mg/100 ml | Equipo Estabilidad a la oxidación | ASTM D2274 | Equipo con 2 posiciones |
| Cenizas sulfatadas/Cenizas | % en masa | Mufla | ASTM D874/D482 | Equipo con 4 posiciones |
| Contenido de azufre | mg/kg | UV | ASTM D5453, ISO 4260 ; ISO 20846, ISO 20884 ; ISO 8754 | Equipo con aplicación manual |
| Contenido de fósforo | % en masa | Plasma ICP | ASTM D4951, ISO 14107 | Equipo con auto-muestreador |
| Destilación | °C | Equipo Destilación | ASTM D86; D1160, ISO 3405 | Equipo con aplicación manual |
| Número ácido | mg de KOH/g | Titulador | ASTM D974, D664, ISO 6618 | Equipo con auto-muestreador |
| Temperatura de Obturación filtro frio | °C | Equipo Temperatura de Obturación | ASTM D6371, EN 116 | Equipo con aplicación manual |
| Punto Fluidez/nube | °C | Equipo Punto Fluidez | ASTM D97 o D5949; D2500, ISO 3015 | Equipo con aplicación manual |
| Carbón residual | % en masa | Equipo Carbón residual | ASTM D4530 (Referencia ASTM D189 y D524), ISO 10370 | Equipo con 4 posiciones |
| Contenido de sodio y potasio | mg/kg | Absorción Atómica | EN 14108, EN 14109 | Equipo con auto-muestreador |
| Glicerina libre y total | % en masa | Cromatografía de gases | ASTM D6584 ; ISO 14105, ISO 14106 | Equipo con auto-muestreador |
| Poder calorífico bruto y neto | MJ/kg | Equipo Poder calorífico | ASTM D240 | Equipo con aplicación manual |
| Contenido de metanol o etanol | % en masa | Cromatografía de gases | ASTM D4815, ISO 14110 | Equipo con auto-muestreador |
| Contenido de éster | % en masa | Cromatografía de gases | EN 14103 | Equipo con auto-muestreador |

| PARÁMETRO | UNIDADES | INSTRUMENTO | MÉTODO DE ENSAYO | OBSERVACIONES |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Índice de yodo | | Equipo Índice de yodo | EN 14111 | Equipo con aplicación manual |
| Azufre | % masa | Equipo Azufre | ASTM D4294 (1) | Equipo con aplicación manual |
| Aromáticos | % vol. | SFC | ASTM D5186 ó D1319 (2) | Equipo con auto-muestreador |
| Contenido de Biocombustible (5) | % volumen | IR | EN 14708 | Equipo con aplicación manual |
| Color ASTM | | Equipo Color ASTM | ASTM D1500 | Equipo con aplicación manual |
| Lubricidad | micrómetros | Equipo Lubricidad | ASTM D6079 | Equipo con aplicación manual |
| Índice Antidetonante (RON y MON) | | Equipo Índice Antidetonante | ASTM D2699 y D2700 o IR | Equipo con aplicación manual |
| Plomo | G/l | Absorción Atómica | ASTM D3237 o D5059 | Equipo con auto-muestreador |
| RVP | kPa (psia) | Equipo RVP | ASTM D5191 | Equipo con aplicación manual |
| Índice de Cierre de Vapor (ICV) | KPa | Equipo Índice de Cierre de Vapor | | Equipo con aplicación manual |
| Aromáticos | % volumen | Cromatografía de gases | ASTM D5580, D1319 o Método Piano | Equipo con auto-muestreador |
| Benceno | % volumen | Cromatografía de gases | ASTM D5580, D3606 o Método Piano | Equipo con auto-muestreador |
| Contenido de Gomas | mg/100 mL | Extracción heptano | ASTM D381 | Equipo con aplicación manual |
| Estabilidad a la oxidación | | Equipo Estabilidad a la oxidación | ASTM D525 | Equipo con 2 posiciones |
| Contenido de Agua | % volumen | Eliminada 2007 | ASTM D6422 | No aplica |
| Oxígeno | % masa | Cromatografía de gases | ASTM D4815 | Equipo con auto-muestreador |
| Aditivos | % en masa | Plasma ICP | | Equipo con auto-muestreador |
| Color | - | Probeta | Visual | Equipo con aplicación manual |
| Aspecto | - | Probeta | Visual | Equipo con aplicación manual |
| Acidez total (como ácido) | mg/L | Equipo Acidez total | ASTM D 1613 o ABNT/NBR9866 MB2606 | Equipo con aplicación manual |
| Conductividad eléctrica | S/m | Equipo Conductividad eléctrica | ASTM D1125 | Equipo con aplicación manual |
| % de etanol | % volumen | Cromatografía de gases | ASTM D5501 | Equipo con auto-muestreador |
| % alcohólico | °INPM | Equipo % alcohólico | ABNT/NBR 5992(3) | Equipo con aplicación manual |
| Contenido de cloro | mg/kg | Coulometría | ASTM D512 | Equipo con aplicación manual |
| Materia no volátil | mg/kg | Equipo Materia no volátil | NBR8911 MB2123 | Equipo con aplicación manual |
| Contenido de Cobre | mg/kg | Absorción Atómica | ASTM D1688 | Equipo con auto-muestreador |
| Alcalinidad | | pHmetro | ASTM D6423 | Equipo con aplicación manual |
| Contenido de desnaturalizante | | Cromatografía de gases | ASTM D6729 | Equipo con auto-muestreador |
| Acidez Total | mg KOH/g | Equipo Acidez Total | ASTM D3242 | Equipo con aplicación manual |

| PARÁMETRO | UNIDADES | INSTRUMENTO | MÉTODO DE ENSAYO | OBSERVACIONES |
|----------------------------------|----------|---|----------------------------------|------------------------------|
| Aromáticos | %V | Equipo Aromáticos | ASTM D1319 | Equipo con aplicación manual |
| Aromáticos 2 | %V | Equipo Aromáticos 2 | ASTM D6379 | Equipo con aplicación manual |
| Azufre mercaptano | %m | Potencio métrico | ASTM D3227 | Equipo con aplicación manual |
| Destilación 2 | °C | Equipo Destilación 2 | ASTM D2887 | Equipo con aplicación manual |
| Punto de Congelación | °C | Equipo Punto de Congelación | ASTM D2386, D5972, D7153 o D7154 | Equipo con aplicación manual |
| Punto de Inflamación | °C | Equipo Punto de Inflamación | ASTM D56, D3828 | |
| Punto de humo | Mm | Equipo Punto de humo | ASTM D1322 | Equipo con aplicación manual |
| Calor de Combustión | MJ/kg | Equipo Calor de Combustión | ASTM D4529, D3338 o D4809 | Equipo con aplicación manual |
| Estabilidad térmica | Kpa | Equipo Estabilidad térmica | ASTM D3241 | Equipo con aplicación manual |
| Microseparómetro | pS/m | Microseparómetro EMCEE-MARK V 104790 | ASTM D3948 | Equipo con aplicación manual |
| FAME | mg/kg | Cromatografía de gases-masas | IP 585 | Equipo con auto-muestreador |
| Conductividad Eléctrica (Máxima) | pS/m | Equipo Conductividad Eléctrica (Máxima) | ASTM D2624 | Equipo con aplicación manual |

Fuente: Autores

4.2. LOCALIZACIÓN

El laboratorio de control de calidad para combustibles de la Organización Terpel S.A. se visualiza dentro de la Planta Mansilla de la regional Sabana, en la zona de Facatativá en Cundinamarca, debido a que cuenta con buenas vías de acceso y tránsito para las ciudades capitales de todo el país (ver figura 7), y por ende a las plantas que opera la logística de distribución de combustible, además, cuenta con la cercanía del Aeropuerto el Dorado en Bogotá, quien sería el principal cliente interno, esto debido a que el combustible más crítico es el combustible de avión.

Figura 7. Localización de laboratorio de control de calidad para combustibles de la Organización Terpel S.A.



(Fuente: maps.google)

4.3. TAMAÑO Y OBRAS FÍSICAS

El laboratorio de análisis combustible es planteado bajo ingeniería conceptual y se prevé un costo de estudio de ingeniería básica e ingeniería de detalle que se observa en el análisis financiero; la ingeniería conceptual que se describe a continuación es basada en la experiencia del laboratorio de análisis de lubricantes de la Organización Terpel S.A., las instalaciones para el laboratorio de análisis de combustibles cuenta con diferentes áreas para asegurar su operación eficiente, segura y confiable, dada por los requerimientos de operación y las normas técnicas de seguridad y buenas prácticas. Estas áreas están clasificadas de la siguiente manera: Áreas administrativas, Áreas operativas, Servicios generales, Servicios Industriales.

Las áreas administrativas dispondrán con dos oficinas, una sala de reuniones y un archivo, en las cuales laboran el jefe del laboratorio, el supervisor del laboratorio y

los analistas profesionales. Las áreas operativas constan de tres laboratorios y dos cuartos: el laboratorio general, el laboratorio de espectroscopia, el laboratorio de pruebas calientes, el cuarto de preparación de mezclas y el cuarto de recepción y almacenamiento de muestras, en los cuales operan cuatro técnicos químicos. También se cuenta con servicios generales para soportar la operación, como son las baterías de baños, vestidores y la cafetería.

Como requerimiento técnico del laboratorio se incluye un cuarto de UPS para garantizar el flujo de energía hacia los equipos de laboratorio asegurando las pruebas en curso cuando surja un corte energético, un cuarto de cilindros de gases industriales requerido para la operación de los equipos y reacciones químicas de las pruebas, un cuarto para el compresor de aire de instrumentos el cual proporciona servicio a los equipos y electrónica de los laboratorios y por último un cuarto de acopio de residuos peligrosos generados en la realización de las pruebas.

Para salvaguardar la vida de las personas, el medio ambiente y la integridad de las instalaciones el laboratorio cuenta con protecciones pasivas y activas contra incidentes y explosiones, para ello se cuenta con un sistema de agua contra incendios el cual actuara bajo la presencia de incendios, un sistema de fuego y gas que consiste en un circuito electrónico de detección de humos y atmósferas tóxicas o explosivas, además de la instalación de equipos móviles de lucha contra incendio (extintores) y por último la adecuación de un kit de derrames con herramientas apropiadas para el manejo de pérdidas de contención de sustancias peligrosas. A continuación la tabla 3 detalla clasificación de las instalaciones en las áreas establecidas.

Tabla 3. Clasificación de áreas

| | Descripción |
|-----------------------|-------------------|
| Áreas administrativas | Oficinas |
| | Sala de reuniones |

| | Descripción |
|------------------------|---|
| Áreas operativas | Archivo |
| | Laboratorio General |
| | Espectroscopia |
| | Pruebas calientes |
| | Preparación de mezclas |
| | Recepción y almacenamiento de muestras |
| | Cuarto de UPS |
| Servicios industriales | Cuarto de cilindros |
| | Compresor de aire de instrumentos |
| | Sistema contra incendios |
| | Sistema Fire and Gas |
| | Kid de derrames |
| | Cuarto de acopio |
| | Sistema de extracción y tratamiento de gases residuales |
| Servicios generales | Sistema de aire acondicionado |
| | Cafetería |
| | Baños |
| | Vestieres |

Fuente: Autores

La adecuada ubicación de los elementos de cada área es importante para salvaguardar la integridad de las personas, del medio ambiente y las instalaciones, esto se logra distribuyendo los espacios de manera lógica y ordenada, y realizando un análisis de riesgos para identificar las posibles amenazas de ubicar un elemento en determinada posición, por esto las áreas fueron distribuidas en un edificio de tres pisos de la siguiente manera:

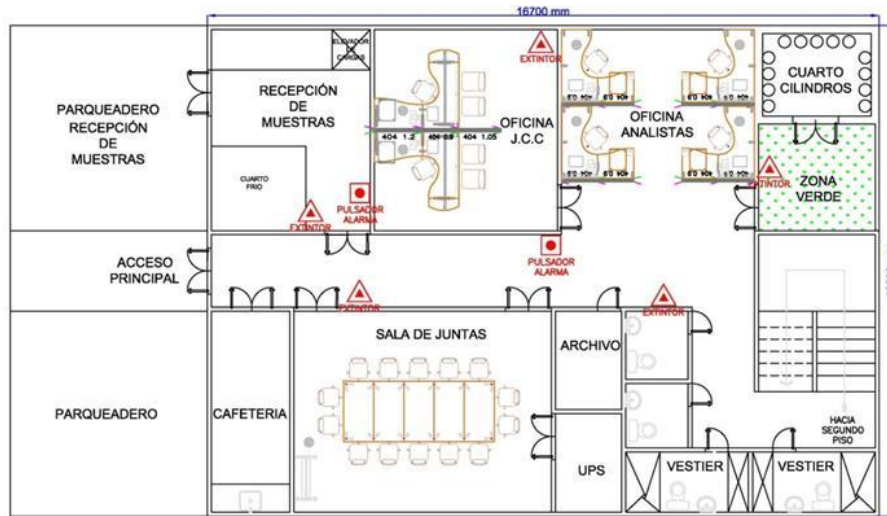
Primer piso: En este piso se encuentra el acceso principal a las instalaciones del laboratorio, este acceso es amplio y debe estar siempre despejado de elementos que puedan obstaculizar esta que es la salida principal en algún caso de emergencia y sea requerida una evacuación del personal.

Como es importante aislar en la medida de lo posible las áreas de alto riesgo a la exposición a las sustancias peligrosas con las que el laboratorio trabaja, en el primer piso se ubican las áreas administrativas, y los laboratorios, donde se encuentra la mayor exposición al riesgo son ubicados en el segundo piso, los únicos dos elementos de alto riesgo que son ubicados en el primer piso son el cuarto de recepción de muestras y el cuarto de cilindros de gases industriales ya

que ubicarlos en el segundo piso en realidad incrementaría su peligrosidad, el cuarto de recepción de muestras se ubica en la zona más próxima al parqueadero de recepción de muestras, de esta manera se evita que las sustancias peligrosas tengan que atravesar todas las instalaciones y se disminuye el tiempo de exposición con áreas que no están acondicionadas para contener posibles incidentes, además se dispone de un elevador de cargas que comunica directamente al pasillo principal del segundo piso donde el personal puede acceder fácilmente a las muestras, sin necesidad de hacer levantamiento de cargas y exponerse a posibles posturas inadecuadas en el trayecto por los pasillos y escaleras.

El cuarto de cilindros también está ubicado en el primer piso, ya que el edificio no cuenta con rampas o accesos adecuados para transportar los cilindros, como barreras de protección hacia cualquier incidente o explosión, el cuarto de cilindros esta construido con muros de concreto reforzado y con generosa ventilación natural, además está ubicado en un área libre de barreras superiores, de esta manera si se llegase a presentar una explosión, toda la energía será liberada hacia arriba y afuera del edificio, de esta manera se disminuirá el impacto negativo de esa posible explosión. Ver Figura 8.

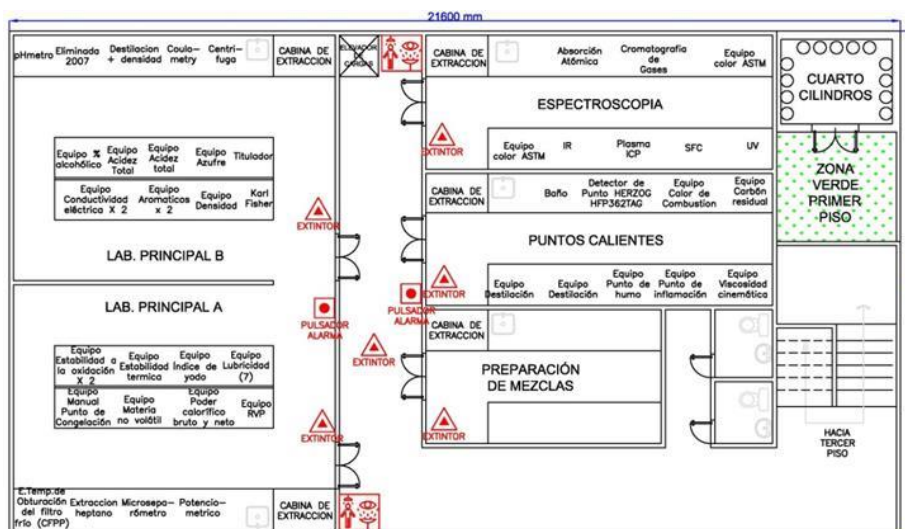
Figura 8. Primer piso oficinas



Fuente: Autores

Segundo Piso: En este piso se encuentran todos los laboratorios, y una batería de baños de fácil acceso para el personal, además este piso se ha dotado con un completo sistema de fuego y gas, que son herramientas para la lucha protección y lucha contra el fuego, que consta de extintores, duchas lava ojos y sistemas de detección temprana de incendios los cuales son ubicados en áreas de fácil acceso para su uso. Ver figura 9.

Figura 9. Segundo piso laboratorio



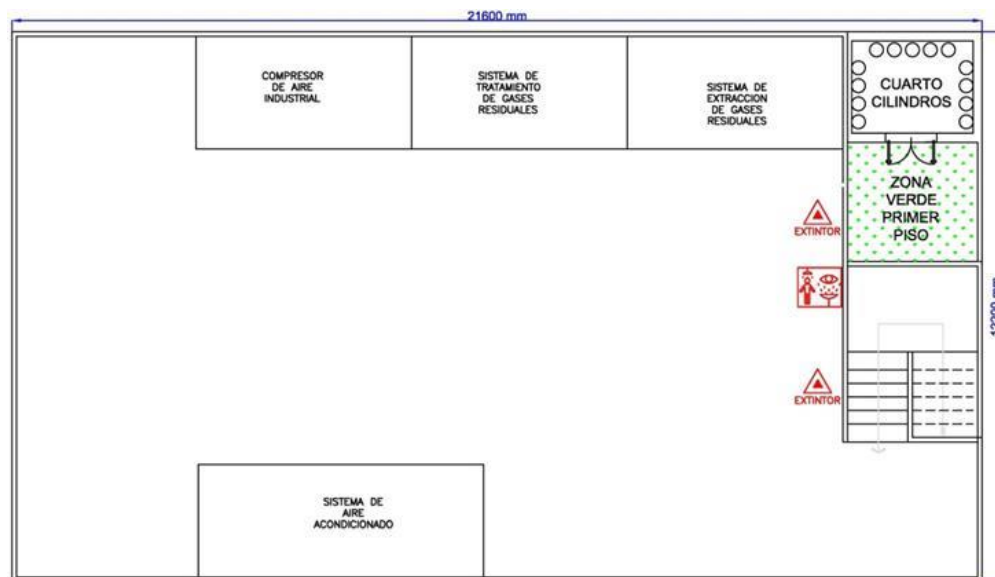
Fuente: Autores

Tercer piso: En este nivel están ubicados los servicios industriales de aires acondicionados y sistemas de extracción y tratamientos residuales, naturalmente estos equipos se ubican en las áreas más ventiladas de las instalaciones ya que su función es mantener el aire interno del edificio libre de gases peligrosos y proporcionar una temperatura siempre agradable para el personal. Además que estos equipos son grandes para el espacio reducido de las instalaciones. Ver figura 10.

En todos los pisos se adecua la red contraincendios, que consta en una tubería que recorre el techo de cada cuarto y tiene rociadores de agua para extinguir el fuego, esta tubería incluye membranas de sensibilidad a la alta temperatura, en caso de incendio son activadas por el aumento de la temperatura.

Además está incluido un sistema de alarmas de detección de áreas explosivas o peligrosas, por medio de sensores ubicados en puntos centrales de cada habitación.

Figura 10. Tercer piso terraza



Fuente: Autores

4.4. MODELO DE OPERACIÓN

El modelo de operación describe como es el flujo y la magnitud de trabajo del laboratorio. Para determinar la magnitud del trabajo se identificó la cantidad de ensayos requeridos por los clientes. En la tabla 4. Se enlistan todos los parámetros y la cantidad de ensayos que se realizan por cada uno de estos en todas las muestras que aplican a cada parámetro, además se relacionan los equipos que realizan dichos ensayos. También especifica el tiempo que dura cada ensayo por parámetro y la cantidad total de tiempo en meses que se requeriría para lograr cumplir todos los ensayos por cada parámetro.

Tabla 4. Ensayos mensuales por el laboratorio.

| PARÁMETRO | Total ensayos | Tiempo de ensayo, min | Tiempo Total mensual | Fraccion de tiempo en el mes |
|--|---------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| Lubricidad (7) | 90 | 90 | 8100 | 0,84 |
| Destilación | 177 | 60 | 7965 | 0,83 |
| Número de cetano | 120 | 60 | 7200 | 0,75 |
| Cenizas sulfatadas/Cenizas | 120 | 240 | 7200 | 0,75 |
| Estabilidad a la Oxidación | 90 | 240 | 7200 | 0,75 |
| Corrosión al cobre | 177 | 240 | 7080 | 0,74 |
| Estabilidad térmica | 27 | 240 | 6480 | 0,68 |
| Punto de inflamación | 120 | 45 | 5400 | 0,56 |
| Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP) | 120 | 45 | 5400 | 0,56 |
| Carbón residual | 120 | 45 | 5400 | 0,56 |
| Azufre | 180 | 30 | 5400 | 0,56 |
| Aromáticos | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| Indice Antidetonante (RON y MON) | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| RVP | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| Aromáticos | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| Benceno | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| % de etanol | 90 | 60 | 5400 | 0,56 |
| Pto Fluidéz/Punto de nube | 120 | 40 | 4800 | 0,50 |
| Índice de cetano | 120 | 30 | 3600 | 0,38 |
| Estabilidad a la oxidación | 30 | 120 | 3600 | 0,38 |
| Oxigeno | 60 | 60 | 3600 | 0,38 |
| Contenido de Gomas | 147 | 20 | 2940 | 0,31 |
| Viscosidad cinemática | 120 | 20 | 2400 | 0,25 |
| Índice de yodo | 120 | 20 | 2400 | 0,25 |
| Agua y sedimentos | 120 | 15 | 1800 | 0,19 |

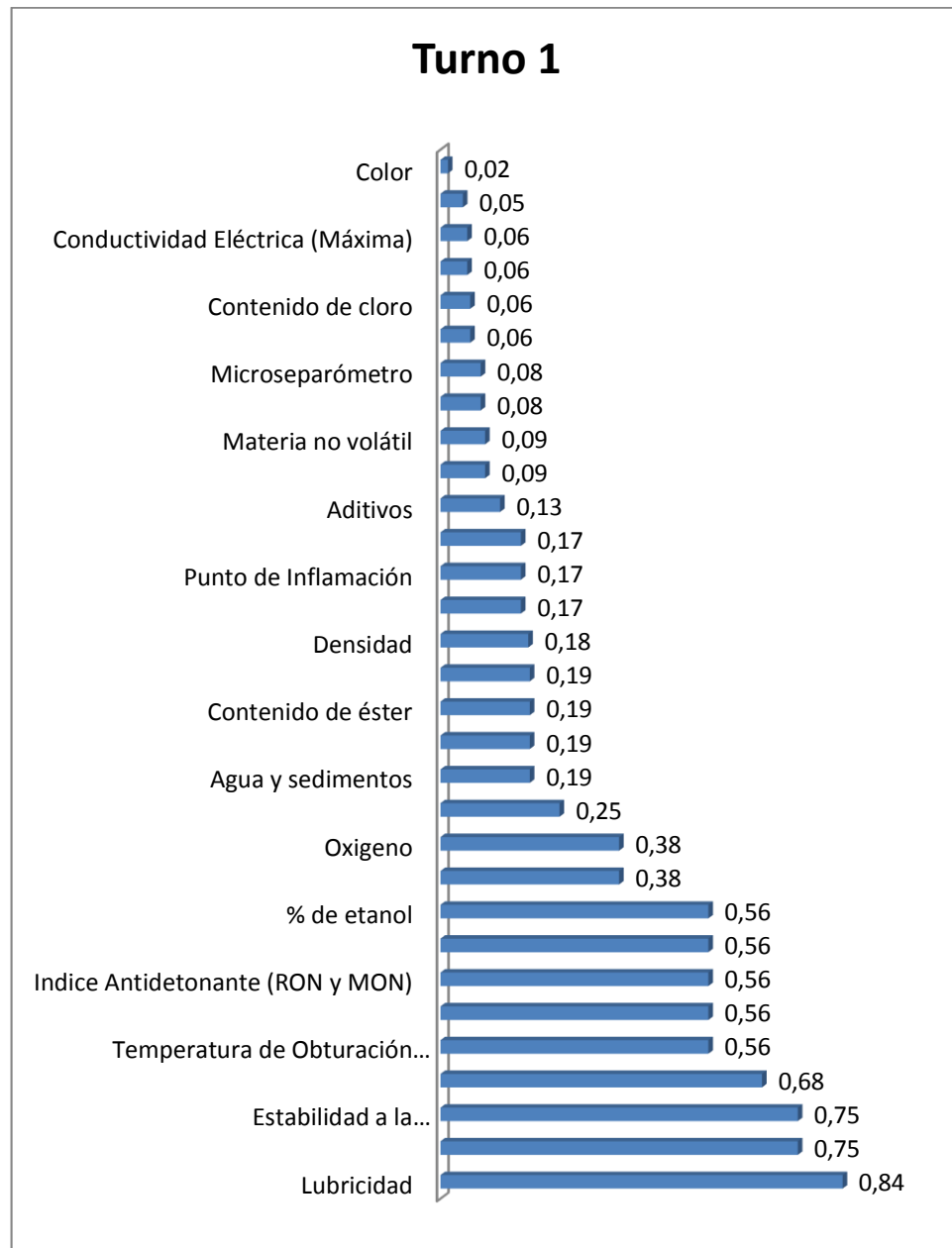
| PARÁMETRO | Total ensayos | Tiempo de ensayo, min | Tiempo Total mensual | Fraccion de tiempo en el mes |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| Glicerina libre y total | 30 | 60 | 1800 | 0,19 |
| Poder calorífico bruto y neto | 30 | 60 | 1800 | 0,19 |
| Contenido de metanol o etanol | 30 | 60 | 1800 | 0,19 |
| Contenido de éster | 30 | 60 | 1800 | 0,19 |
| Contenido de Biocombustible (5) | 90 | 20 | 1800 | 0,19 |
| Plomo | 90 | 20 | 1800 | 0,19 |
| Contenido de desnaturalizante | 30 | 60 | 1800 | 0,19 |
| Densidad | 177 | 10 | 1770 | 0,18 |
| Contenido de azufre | 57 | 30 | 1710 | 0,18 |
| Destilación 2 | 27 | 60 | 1620 | 0,17 |
| Punto de Congelación | 27 | 60 | 1620 | 0,17 |
| Punto de Inflamación | 27 | 60 | 1620 | 0,17 |
| Punto de humo | 27 | 60 | 1620 | 0,17 |
| Calor de Combustion | 27 | 60 | 1620 | 0,17 |
| Color ASTM | 90 | 15 | 1350 | 0,14 |
| Aditivos | 60 | 20 | 1200 | 0,13 |
| Contenido de agua | 60 | 15 | 900 | 0,09 |
| Contenido de Agua | 60 | 15 | 900 | 0,09 |
| Acidez total (como ácido acético) | 30 | 30 | 900 | 0,09 |
| Materia no volátil | 30 | 30 | 900 | 0,09 |
| Aromáticos | 27 | 30 | 810 | 0,08 |
| Aromáticos 2 | 27 | 30 | 810 | 0,08 |
| Azufre mercaptano | 27 | 30 | 810 | 0,08 |
| Microseparómetro | 27 | 30 | 810 | 0,08 |
| Contenido de fósforo | 30 | 20 | 600 | 0,06 |
| Contenido de metales sodio y potasio | 30 | 20 | 600 | 0,06 |
| % alcohólico | 30 | 20 | 600 | 0,06 |
| Contenido de cloro | 30 | 20 | 600 | 0,06 |
| Contenido de Cobre | 30 | 20 | 600 | 0,06 |
| Acidez Total | 27 | 20 | 540 | 0,06 |
| FAME | 27 | 20 | 540 | 0,06 |
| Conductividad Eléctrica (Máxima) | 27 | 20 | 540 | 0,06 |
| Número ácido | 30 | 15 | 450 | 0,05 |
| Conductividad eléctrica | 30 | 15 | 450 | 0,05 |
| Alcalinidad | 30 | 15 | 450 | 0,05 |
| Color | 30 | 5 | 150 | 0,02 |
| Aspecto | 30 | 5 | 150 | 0,02 |
| Total de ensayos mensuales | 4236 | | | |

Fuente: Autores

La Tabla 4 señala que el laboratorio tiene 4236 solicitudes de ensayos de todos los parámetros disponibles mensualmente, además identifica que ningún parámetro requiere más de un mes para cumplir con su cantidad de ensayos demandados por el cliente, lo cual permite asumir con la demanda, requiriendo un ejercicio de logística para lograr construir un cronograma de trabajo para lograr a cabo las 4236 solicitudes mensuales.

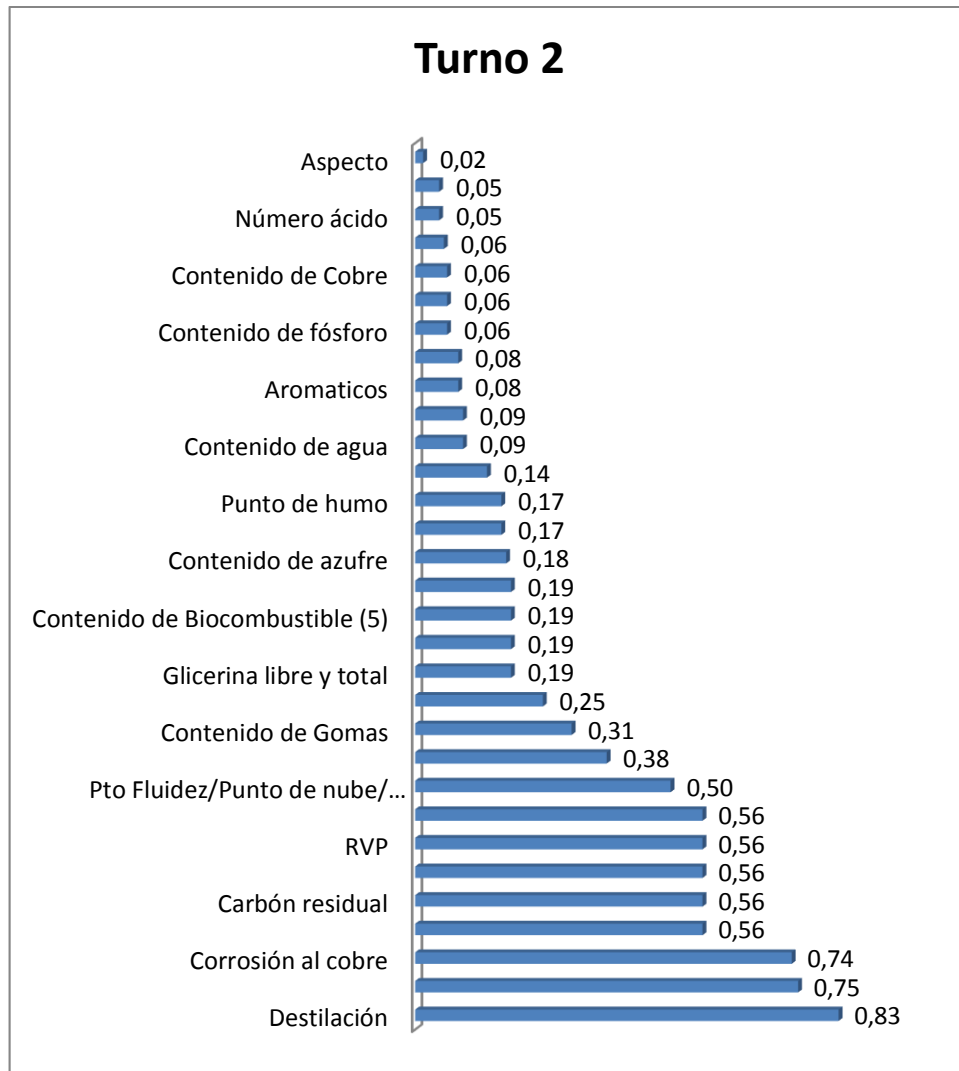
Se propone trabajar en dos turnos consecutivos para la realización de las pruebas, las cuales se organizaron por tiempo de duración para la ejecución mensual, estas se observan en la figura 11, las pruebas se realizan en paralelo debido a que estas no presentan continuidad en los ensayos y según la tecnología utilizada las pruebas no requieren que los analistas estén vigilantes durante el desarrollo, los análisis identifican las muestras en los equipos los cuales un gran número tiene auto-muestreador y otros son de aplicación manual con procedimiento automático, después de identificadas, el equipo trabaja automáticamente mientras el analista pasa a identificar las muestras en otro equipo, repitiendo esta función hasta dejar identificadas las muestras iniciando por las de mayor hasta las de menor tiempo de ensayo para el número de muestras. Según la figura 11, inicia por las cenizas y termina por la acidez total para el ejemplo ilustrado del turno 1, de la misma forma aplica para el turno dos, ilustrándose las pruebas en la figura 12.

Figura 11. Tiempo de ejecución por cada prueba para las muestras mensuales en el turno 1.



Fuente: Autores

Figura 12. Tiempo de ejecución por cada prueba para las muestras mensuales en el turno 2.



Fuente: Autores

Para definir la cantidad de personal requerida para la operación del laboratorio se hace un ejercicio de descomposición de ensayos en el tiempo para establecer una capacidad de operación por parte de los perfiles, si mensualmente el laboratorio requiere hacer 4236 ensayos, y como ninguna de esa cantidad de ensayos dura más de un mes, se propone realizar entrega de informes semanalmente, procurando aprovechar al máximo el tiempo de los perfiles.

Entonces se establece que el laboratorio entregara 1059 ensayos semanales, ya que esta cifra es elevada, se dispondrán de dos perfiles para técnico químico operador, dos perfiles para la preparación de mezclas y dos profesionales analistas, de esta manera se pueden realizar varios ensayos en paralelo.

Ya dividida la cantidad de ensayos semanales por dos perfiles, se crean dos equipos de técnicos y analistas para efectuar en paralelo la ejecución de los ensayos. Teniendo que realizar 530 ensayos cada perfil semanalmente, se descompone esta cantidad de ensayos por la cantidad de días laborales de cada semana, se encuentra que cada perfil debe realizar 106 ensayos diarios. Este valor por la cantidad de horas laborales diarias dice que cada perfil debe cumplir con la realización de 14 ensayos por cada hora laboral. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Esquema de realización de ensayos

| ENSAYOS | CANTIDAD DE ENSAYOS |
|---------------------------|---------------------|
| Mensuales del laboratorio | 4236 |
| Semanales del laboratorio | 1059 |
| Semanales por técnico | 530 |
| Diarios por técnico | 106 |
| Por hora por técnico | 14 |

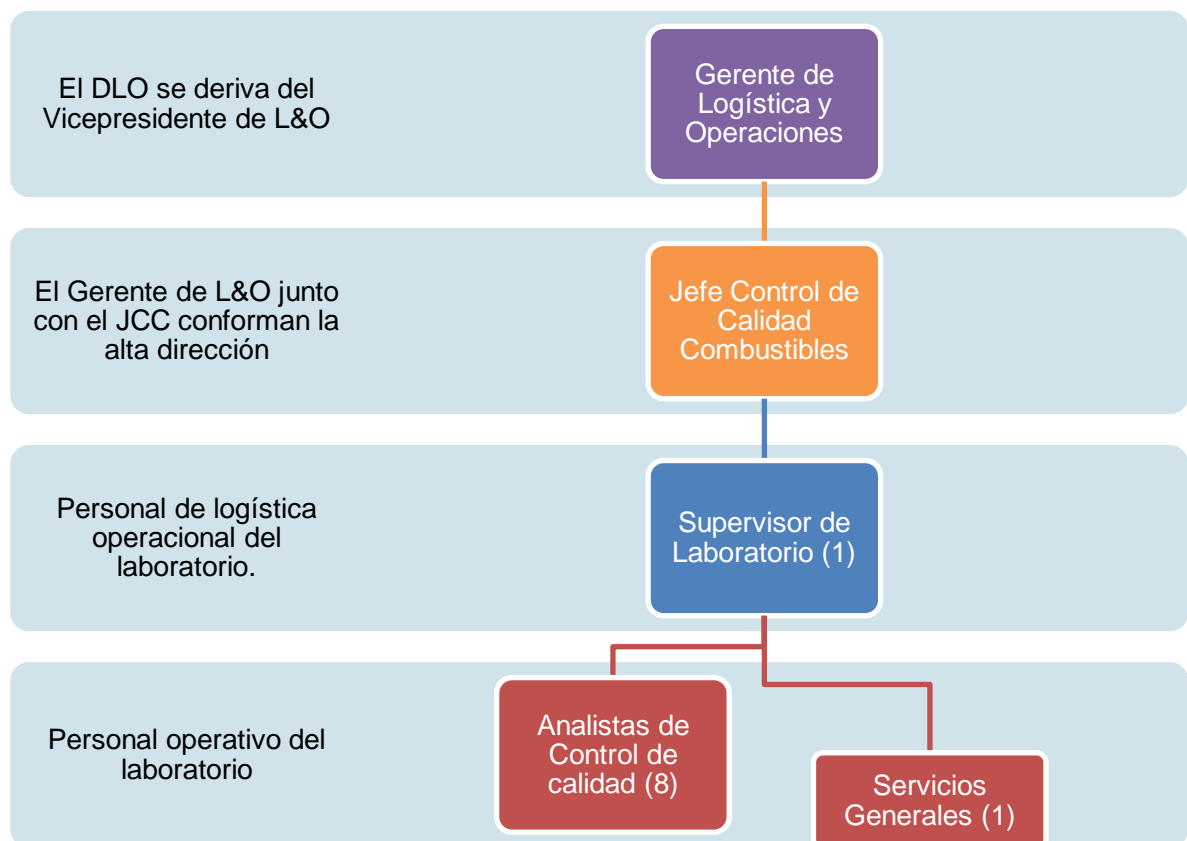
Fuente: Autores

La definición de los requerimientos de cantidad de ensayos solicitados por los clientes soporta que el personal a cargo del laboratorio debe estar conformado por un jefe de laboratorio, como canal de comunicación y responsable de la operación del laboratorio con la Organización Terpel S.A., un supervisor de laboratorio encargado de coordinar las operaciones y el manejo de personal del laboratorio, dos analistas encargado de elaborar los informes con los resultado de los ensayos, dos técnicos operadores encargados operar los equipos y realizar los ensayos, dos técnicos soportes de muestras encargados de la recepción, almacenamiento y preparación de muestras para los ensayos y un soporte de servicios generales para

el mantenimiento y aseo de las instalaciones.

El organigrama se observa en la figura 11, el cual inicia con un gerente de logística y operaciones, este cargo existe actualmente dentro de la Organización Terpel S.A., que a su vez, se deriva del vicepresidente de logística y operaciones, también existente, los cargos nuevos se relacionan en la tabla 6, y corresponden al personal que interviene directamente en el laboratorio, este modelo de organigrama fue tomado del actual nivel jerárquico del laboratorio de lubricantes de la Organización Terpel S.A, el cual lleva más de veinticinco (25) años de funcionamiento con muy pocas variaciones desde su inicio.

Figura 13. Organigrama del laboratorio



Fuente: Autores

Tabla 6. Personal requerido para la operación del laboratorio

| Perfiles | Cantidad |
|-------------------------------------|----------|
| Jefe de laboratorio | 1 |
| Supervisor de laboratorio | 1 |
| Analista Prof. Qca | 2 |
| Técnico Químico Operador | 4 |
| Técnico Químico Soporte de muestras | 2 |
| Servicios generales | 1 |

Fuente: Autores

El modelo de operación del laboratorio está dado por el flujo de las muestras y su análisis, comienza con las solicitudes de servicio dadas por los diferentes puntos en todo el país, estas solicitudes son atendidas directamente con el Jefe del Laboratorio quien coordina con el supervisor del laboratorio para programar la ejecución del servicio, las muestras son enviadas por los clientes y son recibidas por el personal técnico químico en soporte de muestras quienes reciben, clasifican y almacenan debidamente las muestras mientras el personal de operación preparan los equipos para la realización de los ensayos, antes de ser enviadas las muestras a los técnicos operadores, las muestras son preparadas por los técnicos de muestras, quienes las llevan a las condiciones ideales de temperatura, presión y cantidad para efectuar los ensayos.

El personal técnico químico operador recibe las muestras después de haber preparado los equipos y procede a realizar los ensayos, ellos llevan el control y monitoreo de las muestras durante todo el ensayo, cuando el ensayo ha finalizado están encargados de generar los reportes de los hallazgos en los ensayos, dirigiendo estos resultados hacia el personal de análisis químico, ellos evalúan los resultados de los ensayos y generan los informes de los hallazgos para que estos sean dirigidos por medio del jefe del laboratorio hacia los diferentes clientes en todo el país. Ver Figura 14.

Figura 14. Tamaño y distribución del laboratorio de combustibles.



(Fuente: Autores)

4.5. PRESUPUESTO

La inversión inicial para lograr poner en marcha el laboratorio de esta dada en primera medida por las ingenierías conceptual básica y de detalle, las cuales arrojarán los requerimientos técnicos y de operación que darán las pautas para la construcción y posterior operación del laboratorio. Para la realización de estas ingenierías se estima una inversión de novecientos millones de pesos (\$900.000.000 COP), además se agregan trescientos millones de pesos (\$300.000.000 COP) para permisos y licencias, ciento veinte millones de pesos (\$120.000.000 COP) para el inmobiliario y doce mil quinientos cuarenta y ocho millones novecientos diecinueve mil trescientos cuarenta y nueve (\$12.548.919.349 COP) como gastos pre-operativos; dentro de los últimos gastos se contempla el gasto en ensayos durante el periodo en el cual el laboratorio llega al 100% de operación.

Del estudio técnico previamente realizado se identificaron la totalidad de los equipos requeridos para cumplir con los ensayos que el laboratorio espera realizar a las muestras solicitadas por los clientes, estos equipos han sido cotizados en el mercado local e internacional y a continuación se describe su valor comercial a la fecha de la realización de este documento.

Tabla 7. Listado de equipos, su valor comercial y costos anuales asociados.

| | EQUIPO | Costo | Insumos consumibles | Servicios Industriales (gases Ind.) | Mantenimiento |
|----|---|-------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | Baño | 20.000.000 | 600.000 | 400.000 | 1.000.000 |
| 2 | Centrifuga | 35.000.000 | 525.000 | 350.000 | 875.000 |
| 3 | coulometry | 30.000.000 | 450.000 | 300.000 | 750.000 |
| 4 | Cromatografía de gases | 400.000.000 | 6.000.000 | 4.000.000 | 10.000.000 |
| 5 | Detector de Punto HERZOG HFP362TAG | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 6 | Equipo % alcohólico | 20.000.000 | 300.000 | 200.000 | 500.000 |
| 7 | Equipo Acidez Total | 60.000.000 | 900.000 | 600.000 | 1.500.000 |
| 8 | Equipo Acidez total (como ácido acético) | 20.000.000 | 300.000 | 200.000 | 500.000 |
| 9 | Equipo Aromáticos | 250.000.000 | 3.750.000 | 2.500.000 | 6.250.000 |
| 10 | Equipo Aromáticos 2 | 250.000.000 | 3.750.000 | 2.500.000 | 6.250.000 |
| 11 | Equipo Azufre | 110.000.000 | 1.650.000 | 1.100.000 | 2.750.000 |
| 12 | Equipo Calor de Combustión | 60.000.000 | 900.000 | 600.000 | 1.500.000 |
| 13 | Equipo Carbón residual | 35.000.000 | 525.000 | 350.000 | 875.000 |
| 14 | Equipo Color ASTM | 20.000.000 | 300.000 | 200.000 | 500.000 |
| 15 | Equipo Conductividad eléctrica | 15.000.000 | 225.000 | 150.000 | 375.000 |
| 16 | Equipo Conductividad Eléctrica (Máxima) | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 17 | Equipo Densidad | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 18 | Equipo Destilación | 75.000.000 | 1.125.000 | 750.000 | 1.875.000 |
| 19 | Equipo Destilación 2 | 200.000.000 | 3.000.000 | 2.000.000 | 5.000.000 |
| 20 | Equipo Estabilidad a la oxidación | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 21 | Equipo Estabilidad a la Oxidación | 40.000.000 | 600.000 | 400.000 | 1.000.000 |
| 22 | Equipo Estabilidad térmica | 200.000.000 | 3.000.000 | 2.000.000 | 5.000.000 |
| 23 | Equipo Índice de yodo | 65.000.000 | 975.000 | 650.000 | 1.625.000 |
| 24 | Equipo Lubricidad (7) | 150.000.000 | 2.250.000 | 1.500.000 | 3.750.000 |

| EQUIPO | | Costo | Insumos consumibles | Servicios Industriales (gases Ind.) | Mantenimiento |
|----------------------------------|---|----------------------|------------------------|---|-------------------|
| 25 | Equipo Manual Punto de Congelación | 130.000.000 | 1.950.000 | 1.300.000 | 3.250.000 |
| 26 | Equipo Materia no volátil | 30.000.000 | 450.000 | 300.000 | 750.000 |
| 27 | Equipo Poder calorífico bruto y neto | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 28 | Equipo Pto Fluidéz/Punto de nube/ enturbiamiento | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 29 | Equipo Punto de humo | 70.000.000 | 1.050.000 | 700.000 | 1.750.000 |
| 30 | Equipo Punto de inflamación | 45.000.000 | 675.000 | 450.000 | 1.125.000 |
| 31 | Equipo RVP | 45.000.000 | 675.000 | 450.000 | 1.125.000 |
| 32 | Equipo Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP) | 80.000.000 | 1.200.000 | 800.000 | 2.000.000 |
| 33 | Equipo Viscosidad cinemática | 40.000.000 | 600.000 | 400.000 | 1.000.000 |
| 34 | Extracción heptano | 30.000.000 | 450.000 | 300.000 | 750.000 |
| 35 | IR | 40.000.000 | 600.000 | 400.000 | 1.000.000 |
| 36 | Karl Fisher | 20.000.000 | 300.000 | 200.000 | 500.000 |
| 37 | Microseparómetro EMCEE-MARK V 104790 | 150.000.000 | 2.250.000 | 1.500.000 | 3.750.000 |
| 38 | Mufla | 30.000.000 | 450.000 | 300.000 | 750.000 |
| 39 | pHmetro | 10.000.000 | 150.000 | 100.000 | 250.000 |
| 40 | Plasma ICP | 300.000.000 | 4.500.000 | 3.000.000 | 7.500.000 |
| 41 | Potenciómetro | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| 42 | SFC | 200.000.000 | 3.000.000 | 2.000.000 | 5.000.000 |
| 43 | Titulador | 55.000.000 | 825.000 | 550.000 | 1.375.000 |
| 44 | UV | 50.000.000 | 750.000 | 500.000 | 1.250.000 |
| TOTALES (millones de COP) | | 3.730.000.000 | 56.250.000 | 37.500.000 | 93.750.000 |

Fuente: Autores

La inversión inicial en equipos para el laboratorio se encuentra alrededor de los tres mil setecientos treinta millones de pesos (\$3.730.000.000 COP), también se debe considerar el mantenimiento por noventa y tres millones setecientos cincuenta mil pesos (\$93.750.000 COP) y los consumibles por cincuenta y seis millones

doscientos cincuenta mil pesos (\$56.250.000), además los servicios industriales por treinta y siete millones quinientos mil pesos (\$37.500.000 COP) que requieren los equipos para su correcta operación, para un total de ciento ochenta y siete millones quinientos mil pesos (\$187.500.000 COP) anuales.

El terreno donde se ubicará el laboratorio es propiedad de la Organización Terpel S.A., el costo del terreno en el presupuesto real del proyecto no se causará, pero es tomado en el análisis financiero para evaluar la rentabilidad del proyecto con todas sus variables.

La Tabla 8 discrimina el costo en pesos colombianos de la infraestructura, el mobiliario, los sistemas de protección y control ante incidentes, los equipos de cómputo y los equipos del laboratorio, todos en relación a las áreas donde se implementarán. Todos ellos garantizan la operación efectiva del laboratorio así como salvaguardar la integridad de las personas, medio ambiente e instalaciones del laboratorio. El total de inversión para la infraestructura e instalaciones del laboratorio es de seis mil setecientos veintiocho millones de pesos (\$6.728.000.000 COP).

Tabla 8. Inversión para las instalaciones del laboratorio y su operación.

| DESCRIPCIÓN | | INVERSIÓN | | | |
|---|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------|---------|
| | | INFRAESTRUCTURA | COSTOS (millones) MOVILIARIO | COMPUTO | EQUIPOS |
| Terreno | | 400 | | | |
| Edificio (incluye estructura civil, redes de servicios domésticos, baterías de baños, mesones, apliques y acabados) | | 500 | | | |
| Áreas administrativas | Oficinas | Mobiliario para 6 puestos de trabajo | 18 | | |
| | | 6 equipos de computo | | 18 | |
| | Sala de reuniones | Mobiliario para 1 sala de reuniones | 25 | | |
| | | 1 equipo de teleconferencias | | 1 | |
| Archivo | Mobiliario | 5 | | | |
| Áreas operativas | Equipos de laboratorio | | | | 3.730 |
| | Insumos de laboratorio | | | | 56 |

| DESCRIPCIÓN | | INVERSIÓN | | | | |
|----------------------------------|---|--|---------------------------------|-----------|--------------|-----|
| | | INFRAESTRUCTURA | COSTOS (millones) MOVILIARIO | COMPUTO | EQUIPOS | |
| Servicios industriales | Laboratorio General | Mobiliario para 2 puestos de trabajo | | 6 | | |
| | | 2 equipos de computo | | | 6 | |
| | Espectroscopia | Mobiliario para 1 puesto de trabajo | | 3 | | |
| | | 1 equipos de computo | | | 3 | |
| | Pruebas calientes | Mobiliario para 1 puesto de trabajo | | 3 | | |
| | | 1 equipos de computo | | | 3 | |
| | Recepción y almacenamiento de muestras | Mobiliario para 1 puesto de trabajo | | 3 | | |
| | | 1 equipos de computo | | | 3 | |
| | | 1 cuarto frio | | | | 60 |
| | | 1 elevador de cargas | | | | 40 |
| | Cuarto de UPS | Equipamiento | | | | 50 |
| | Cuarto de cilindros | Instalación de tubería e instrumentación | | | | 150 |
| | Compresor de aire de instrumentos | Compresor e Instalación de tubería e instrumentación | | | | 300 |
| | Sistema contra incendios | Diseño e instalación | | | | 400 |
| | Sistema Fire and Gas | 13 Extintores,3 duchas lava ojos, sistemas de detección de humos y alarmas | | | | 600 |
| | Sistema de aire acondicionado | Equipos e Instalación de tubería e instrumentación | | | | 90 |
| | Sistema de extracción y tratamiento de gases residuales | Equipos e Instalación de tubería e instrumentación | | | | 250 |
| | Cuarto de acopio | de residuos peligrosos orgánicos y reciclables | | 5 | | |
| TOTALES (millones de COP) | | 900 | 68 | 34 | 5.726 | |

Fuente: Autores

En la tabla 9 se encuentran los costos de operación por ciento ochenta y seis millones trescientos mil pesos (\$186.300.000 COP) en los cuales contempla los costos anuales de servicios industriales y los servicios domésticos y cuarenta y dos millones ochocientos mil pesos (\$42.800.000 COP) por gastos generales de administración.

Tabla 9. Costos de operación

| COSTOS DE OPERACIÓN | | |
|---|--------------|--------------------|
| Concepto | | Costo anual |
| Servicios industriales (gases Ind.) | | 37.500.000 |
| Servicios domésticos | Electricidad | 120.000.000 |
| | Agua | 27.600.000 |
| | Gas | 1.200.000 |
| Materia prima Total (millones de COP) | | 186.300.000 |
| Internet y telefonía | | 13.200.000 |
| Consumibles oficina | | 12.000.000 |
| Dotación | | 17.600.000 |
| Gastos generales de Admon. Total (millones de COP) | | 42.800.000 |

Fuente: Autores

Los gastos de mano de obra de la elaboración de los ensayos están dados por los salarios de todo el personal del laboratorio (ver Tabla 10), desde el jefe del laboratorio hasta el personal de servicios generales ya que rol de cada uno aporta al negocio del laboratorio, en la tabla se discrimina el salario de cada perfil, se incluyen todas las prestaciones legales, las prestaciones sociales indirectas y los costos por transferencias, de esta manera se conoce el costo total para el laboratorio de cada perfil, además, se restan los descuentos al trabajador y se especifica el total del salario pagado a cada perfil.

Los salarios están discriminados por los perfiles necesarios para la operación del laboratorio, los cuales sus valores de salario básico se tomaron de modelo al laboratorio de análisis de lubricantes de la Organización Terpel S.A., y como resultado se tiene el valor de treientos veinticuatro millones setecientos treinta y un mil setecientos noventa y un pesos (\$324.731.791 COP), que será el valor de mano de obra del proyecto.

Tabla 10. Tabla de salarios de perfiles.

| | Jefe Laboratorio | | Supervisor Lab | | Analista Prof. Qca | | Tecnico Quimico | | Servicios generales | |
|--|--------------------|-----------|----------------|-----------|--------------------|-----------|-----------------|-----------|---------------------|---------|
| | Valor parc. | Acum. | Valor parc. | Acum. | Valor parc. | Acum. | Valor parc. | Acum. | Valor parc. | Acum. |
| Valor mensual jornada diurna | 3.500.000 | | 2.400.000 | | 1.500.000 | | 1.200.000 | | 616.000 | |
| Auxilio de transporte | | | | | | | | | 72.000 | |
| Salario base | | 3.500.000 | | 2.400.000 | | 1.500.000 | | 1.200.000 | | 688.000 |
| PREST. SOCIALES LEGALES DIRECTAS | | | | | | | | | | |
| Cesantias (mensual) | 291.669 | | 200.002 | | 125.001 | | 100.001 | | 57.334 | |
| Prima de servicios (mensual) | 291.669 | | 200.002 | | 125.001 | | 100.001 | | 57.334 | |
| Interes a las cesantias (mensual) | 35.000 | | 24.000 | | 15.000 | | 12.000 | | 6.880 | |
| Dotación (cada 4 meses) | 245.000 | | 168.000 | | 105.000 | | 84.000 | | 48.160 | |
| Vacaciones | 145.775 | | 99.960 | | 62.475 | | 49.980 | | 28.655 | |
| TOTAL PRESTACIONES SOCIALES L.D. | | 1.009.113 | | 691.963 | | 432.477 | | 345.982 | | 198.363 |
| PRESTACIONES SOCIALES INDIRECTAS | | | | | | | | | | |
| SENA | 70.000 | | 48.000 | | 30.000 | | 24.000 | | 12.320 | |
| ICBF | 105.000 | | 72.000 | | 45.000 | | 36.000 | | 18.480 | |
| subsidio Familiar | 140.000 | | 96.000 | | 60.000 | | 48.000 | | 24.640 | |
| TOTAL APORTES PARAFISCALES | | 315.000 | | 216.000 | | 135.000 | | 108.000 | | 55.440 |
| TRANSFERENCIAS | | | | | | | | | | |
| Fondo de Pensiones (IVS) | 420.000 | | 288.000 | | 180.000 | | 144.000 | | 73.920 | |
| Salud EPS | 297.500 | | 204.000 | | 127.500 | | 102.000 | | 52.360 | |
| ARP Estimado | 105.000 | | 72.000 | | 45.000 | | 36.000 | | 18.480 | |
| TOTAL TRANSFERENCIAS | | 822.500 | | 564.000 | | 352.500 | | 282.000 | | 144.760 |
| COSTO TOTAL MANO DE OBRA J.D. | 5.646.613 | | 3.871.963 | | 2.419.977 | | 1.935.982 | | 1.086.563 | |
| POR CANTIDAD DE PERFILES | 1 | | 1 | | 2 | | 6 | | 1 | |
| TOTAL DE SALARIOS MENSUALES | 5.646.613 | | 3.871.963 | | 4.839.954 | | 11.615.890 | | 1.086.563 | |
| TOTAL DE SALARIOS ANUALES | 67.759.356 | | 46.463.558 | | 58.079.448 | | 139.390.675 | | 13.038.753 | |
| SUMATORIA SE SALARIOS ANUAL (millones de COP) | 324.731.791 | | | | | | | | | |

Fuente: Autores

4.6. COSTO DE LAS PRUEBAS

Los ingresos del laboratorio están dados por la realización de ensayos solicitados por los clientes internos de todo el país, estos ensayos son realizados a diferentes tipos de combustibles, y a cada uno de ellos se les practican ensayos específicos, así como se muestra en la Tabla 11. Para describir cuanto es el ingreso por ensayo realizado a estos combustibles, en la columna “Ensayos Mensuales” de la Tabla 11, se muestra la cantidad de ensayos mensuales realizados por parámetro, estos ensayos tienen un costo que se relacionan en la columna del costo unitario de la tabla en mención (que son los precios a los cuales la Organización Terpel S.A., cancela por cada prueba). De este modo se estimó el costo mensual de ensayos por parámetro.

La suma del costo mensual de ensayos para todos los parámetros es de mil cuarenta y cuatro millones setecientos cuarenta y siete mil pesos (\$1.044.747.000 COP), el anterior valor para los doce meses del año da como resultado el ingreso total del laboratorio anual que es de doce mil quinientos treinta y seis millones novecientos sesenta y cuatro mil pesos (\$12.536.964.000).

Tabla 11. Costo de las pruebas por ensayos anuales

| Ensayo | Ensayos mensuales | Costo unitario | Costo mensual |
|--|-------------------|----------------|---------------|
| Densidad a 15 °C/ Gravedad API | 177 | 67000 | 11859000 |
| Número de cetano | 120 | 239000 | 28680000 |
| Índice de cetano | 120 | 244000 | 29280000 |
| Viscosidad (cinemática a 40 °C) | 120 | 174000 | 20880000 |
| Agua y sedimentos | 120 | 81000 | 9720000 |
| Contenido de agua | 60 | 97000 | 5820000 |
| Punto de inflamación | 120 | 93000 | 11160000 |
| Corrosión al cobre | 177 | 106000 | 18762000 |
| Estabilidad a la oxidación | 30 | 471000 | 14130000 |
| Cenizas sulfatadas/Cenizas | 120 | 129000 | 15480000 |
| Contenido de azufre | 57 | 169000 | 9633000 |
| Contenido de fósforo | 30 | 239000 | 7170000 |
| Destilación | 177 | 179000 | 31683000 |
| Número ácido | 30 | 181000 | 5430000 |
| Temperatura de Obturación del filtro frío (CFPP) | 120 | 239000 | 28680000 |
| Pto Fluidez/Punto de nube/ enturbiamiento | 120 | 95000 | 11400000 |

| Ensayo | Ensayos mensuales | Costo unitario | Costo mensual |
|---|-----------------------|----------------|-------------------|
| Carbón residual | 120 | 274000 | 32880000 |
| Contenido de metales sodio y potasio | 30 | 365000 | 10950000 |
| Glicerina libre y total | 30 | 313000 | 9390000 |
| Poder calorífico bruto y neto | 30 | 133000 | 3990000 |
| Contenido de metanol o etanol | 30 | 239000 | 7170000 |
| Contenido de éster | 30 | 239000 | 7170000 |
| Índice de yodo | 120 | 238000 | 28560000 |
| Azufre | 180 | 153000 | 27540000 |
| Aromáticos | 90 | 513000 | 46170000 |
| Contenido de Biocombustible (5) | 90 | 239000 | 21510000 |
| Color ASTM | 90 | 41000 | 3690000 |
| Lubricidad (7) | 90 | 704000 | 63360000 |
| Índice Antidetonante (RON y MON) | 90 | 1764000 | 158760000 |
| Plomo | 90 | 293000 | 26370000 |
| RVP | 90 | 160000 | 14400000 |
| Índice de Cierre de Vapor (ICV) | 90 | 239000 | 21510000 |
| Aromáticos | 90 | 239000 | 21510000 |
| Benceno | 90 | 239000 | 21510000 |
| Contenido de Gomas | 147 | 239000 | 35133000 |
| Estabilidad a la Oxidación | 90 | 362000 | 32580000 |
| Contenido de Agua | 60 | 239000 | 14340000 |
| Oxigeno | 60 | 239000 | 14340000 |
| Aditivos | 60 | 239000 | 14340000 |
| Color | 30 | 239000 | 7170000 |
| Aspecto | 30 | 239000 | 7170000 |
| Acidez total (como ácido acético) | 30 | 45000 | 1350000 |
| Conductividad eléctrica | 30 | 37000 | 1110000 |
| % de etanol | 90 | 305000 | 27450000 |
| % alcohólico | 30 | 239000 | 7170000 |
| Contenido de cloro | 30 | 239000 | 7170000 |
| Materia no volátil | 30 | 40000 | 1200000 |
| Contenido de Cobre | 30 | 239000 | 7170000 |
| Alcalinidad | 30 | 34000 | 1020000 |
| Contenido de desnaturalizante | 30 | 239000 | 7170000 |
| Acidez Total | 27 | 140000 | 3780000 |
| Aromáticos | 27 | 395000 | 10665000 |
| Aromáticos 2 | 27 | 279000 | 7533000 |
| Azufre mercaptano | 27 | 135000 | 3645000 |
| Destilación 2 | 27 | 395000 | 10665000 |
| Punto de Congelación | 27 | 134000 | 3618000 |
| Punto de Inflamación | 27 | 90000 | 2430000 |
| Punto de humo | 27 | 104000 | 2808000 |
| Calor de Combustión | 27 | 133000 | 3591000 |
| Estabilidad térmica | 27 | 239000 | 6453000 |
| Microseparómetro | 27 | 227000 | 6129000 |
| FAME | 27 | 338000 | 9126000 |
| Conductividad Eléctrica (Máxima) | 27 | 82000 | 2214000 |
| Totales mensuales | 4326 | NA | 1044747000 |
| Total de ensayos anuales | 51912 | | |
| Total de costos en ensayos anuales (COP) | 12.536.964.000 | | |

Fuente: Autores

4.7. ASPECTOS DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA

Para la construcción del laboratorio, la Organización Terpel S.A. cuenta con banco de proveedores según la rama de fortaleza, por consiguiente, cuenta con proveedores de ingeniería civil, para la construcción de la estructura física, con proveedores para ductería e instalación de servicios básicos como energía, agua, alcantarillado, aires acondicionados, compresores para aire comprimido y vacío, además, de los proveedores de los acabados como muebles para el laboratorio, oficinas y vestidores.

En la fase pre-operativa, se debe hacer la contratación del personal de laboratorio, por políticas de la Organización Terpel S.A., se inicia por bolsa de empleo y después del año, según los resultados de evaluación del personal, se realiza la contratación directa por la organización. Es necesario que en esta fase contar con el personal operativo y administrativo; los equipos se podrán instalar previamente en el laboratorio de lubricantes en la misma planta, para aprender a operarlos y familiarizarse con sus funciones y aplicaciones al igual de su seguridad y riesgos, por parte de todo el personal.

En esta unidad de negocio, la estructura es muy sencilla, porque a partir del director de operaciones de la regional Bucaramanga se deriva el jefe Control de Calidad de laboratorio y de él se deriva los analistas del laboratorio, técnicos de laboratorio y personal de servicio general.

La dotación del personal de laboratorio, se hará según los lineamientos de la organización, para los cuales, el área de SSAC proporcionará la indumentaria por ser elementos de protección personal (EPP), como son: batas, pantalones, botas de seguridad dieléctricas y otros elementos como gafas, guantes, máscaras full face y máscaras de gases.

La contratación de personal y demás aspectos de gestión humana, se realizará según las políticas internas de la Organización Terpel S.A. Ante faltas de disciplina o violación de las políticas, se realizarán según las condiciones de la organización.

El proyecto se concibe para abastecer la demanda interna de la organización, el jefe de control de calidad, será la persona idónea para emitir juicios de análisis cuando sea requerido. Los analistas serán los encargados de analizar las muestras de combustibles y reportarle al jefe bajo informes de resultados.

La estructura de los proyectos basados en el PMBOK tiene una estructura débil, debido a que la organización no cuenta con un área específica para proyectos. Por lo tanto, el coordinador es el jefe de mantenimiento de combustibles, quien dirigirá a los colaboradores que aportarán según sus conocimientos en las especificaciones de implementación, ejecución y operación del laboratorio.

5. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y DE LA SALUD PÚBLICA

Las operaciones de recibo, almacenamiento y distribución de combustibles están enmarcadas en operación de la Organización Terpel S.A. para su unidad de negocio combustible y el proyecto se contempla dentro de sus mismos parámetros, debido a que las pequeñas cantidades de muestras no representan riesgos de grandes proporciones, en caso de accidentes podrán atenderse local y puntualmente. Además, el laboratorio se contempla ser construido con la reglamentación a la fecha, con sus salidas de emergencia, identificación de puntos eléctricos (con tomas anti-explosión), lavaojos y duchas de seguridad, aires acondicionados independientes para la oficina del laboratorio, con señalización de evacuación, extintores y kit de derrames. En la fase pre-operativa, en el momento de conocimiento de los equipos se evalúan bajo matriz de riesgos los cuidados relacionados con el manejo de los equipos y de la operación.

Los residuos peligrosos generados en la operación del proyecto dentro de la fase pre-operativa como en la operativa, se realizarán según los lineamientos del área de SSAC (Salud, Seguridad, Ambiente y Calidad), estos se contemplan en el plan de manejo ambiental de la organización, además, ya tienen establecidos los proveedores de este servicio (tratamiento de residuos); bajo las buenas prácticas basadas en la norma NTC 14001 (norma ambiental), el laboratorio se deberá clasificar e identificar en la fuente de generación de residuos para su mejor disposición, así, se previene la contaminación y controla la generación de residuos peligrosos, evitando la mitigación y compensación a la comunidad en general.

6. ESTUDIO FINANCIERO

En el planteamiento del estudio financiero del proyecto se realizó una delimitación de tiempo y se definieron unos parámetros de entrada, de esta manera se procede a crear los flujos y el respectivo análisis para cada uno.

Para los indicadores financieros del proyecto se tiene en cuenta el impuesto a la renta, equivalente a un 33% anual, y se define una tasa de interés del 20% anual y se utilizara como unidades monetarias el peso colombiano (COP), estos valores aplican para el horizonte del proyecto ya que se tomaran todos los flujos en términos constantes, de esta manera se eliminaran aquellos factores de distorsión y externalidades.

La tasa de descuento definida en el proyecto es de un 20%, esta es una cifra conservadora con respecto a los históricos de la organización la cual de un 16,6% para el año 2011, de esta manera se exige al proyecto que entregue resultados mayores esperados por la organización.

Como se explica en el capítulo 3, la oportunidad de negocio encontrada es un proyecto de ampliación de la organización para incrementar el número de ventas, por medio de una inversión en nuevas instalaciones y activos fijos, que permitan mejorar la calidad de los productos, dando una nueva herramienta al departamento de mercadeo para promocionarlos y lograr mayor penetración en el mercado, de esta manera se busca ubicar a la empresa en el primer puesto del sector en el país, el cual es un objetivo estratégico de la organización.

Por lo tanto se realiza un análisis financiero del proyecto con la técnica de flujos incrementales, el cual permite comparar cuales son las ventajas de ejecutar el proyecto versus la operación normal de la empresa sin el proyecto, como datos de

entrada del análisis financiero se utilizan los siguientes valores y datos extraídos del estudio técnico previamente explicado. Ver tabla 12.

Tabla 12. Datos de entrada para el análisis financiero.

| Dato | | Observación |
|--|-------------------|--|
| Impuesto a la Renta (%) | 33 | Definido por el autor basado en indicadores colombianos del 2013 |
| Intereses (%) | 20 | Definido por el autor basado en indicadores colombianos del 2014 |
| Tasa de descuento (%) | 20 | Definido por el autor basado en historicos de la organización. |
| Terreno | \$ 400.000.000 | Valor comercial hallado por medio de un avaluo |
| Edificio | \$ 500.000.000 | Valor hallado de multiplicar el area cuadrada del laboratorio por la oferta del contratista que construira |
| Moviliario | \$ 68.000.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 8. |
| Equipos de computo | \$ 34.000.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 8. |
| Equipos de laboratorio | \$ 5.670.000.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 8. & tabla 7. |
| Insumos consumibles | \$ 56.250.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 7. |
| Ingenieria conceptual, basica y de detalle | \$ 900.000.000 | Valor comercial hallado por historicos de la organización. |
| Permisos y licencias | \$ 300.000.000 | Valor comercial hallado por historicos de la organización. |
| Gestion inmobiliaria | \$ 120.000.000 | Valor comercial hallado por historicos de la organización. |
| Otro gastos preoperativos | \$ 12.548.919.349 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 11. |
| Costo Mat.Prima | \$ 186.300.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y cotizaciones, ver tabla 7 & tabla 11. |
| Costo Costos Ind. de Fab. % sobre | 2 | Definido por el autor basado por historicos de la organización. |
| Gastos Generales de Admón | \$ 42.800.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y por historicos de la organización., ver tabla 8. |
| Gastos de Mtto y Seguros | \$ 93.750.000 | Valor estimado por en el estudio tecnico y por historicos de la organización., ver tabla 7. |
| Depreciación Edificios % anual | 5 | Definido por el autor basado en la contabilidad colombiana del 2012 |
| Depreciación Maquinaria y Equipo % anual | 10 | Definido por el autor basado en la contabilidad colombiana del 2013 |
| Depreciación Muebles y Enseres % anual | 10 | Definido por el autor basado en la contabilidad colombiana del 2013 |
| Amortiz. Gastos Preoperativos % anual | 20 | Definido por el autor basado en políticas de la organización. |
| Dias de cobertura Mano de Obra | 15 | Definido por el autor basado en politicas de la organización. |
| Dias de cobertura CIF | 15 | Definido por el autor basado en politicas de la organización. |
| Dias de cobertura Gastos Generales de Admón | 10 | Definido por el autor basado en politicas de la organización. |

Fuente: Autores

Con estos datos de entrada se realiza el estudio financiero con la técnica de flujos incrementales, para esto se procederá a realizar los análisis de las inversiones, los egresos, el capital de trabajo, flujo de caja sin el proyecto, el flujo de caja con el proyecto, la diferencia entre los flujos netos y la diferencia entre los VNA con y sin el proyecto.

La definición de la inversión está dada por los requerimientos técnicos para la construcción y puesta en marcha del laboratorio de análisis de combustibles para pruebas de control de calidad dados en el capítulo de estudio técnico, y estos requerimientos son clasificados en tres cuentas: i) instalaciones ii) mobiliario iii) maquinaria y equipos iv) ingenierías y gastos pre operativos.

El proyecto cuenta con un área designada dentro de las instalaciones de la Organización Terpel S.A. y por efectos de control interno de la organización esta inversión no se tiene en cuenta, pero para el análisis financiero se busca estudiar la viabilidad del proyecto con todas sus variables, así que para este análisis si se tomara en cuenta. También es necesaria la construcción del laboratorio, que consta de levantamiento de muros, adecuación de servicios domiciliarios e industriales, modificación de pisos techos y fachadas. Para ello se estima un valor general en la construcción y adecuación de novecientos millones de pesos (\$900.000.000 COP). Ver tabla 8.

Para la dotación del laboratorio se requiere de instalaciones y mobiliario industrial y administrativo, la suma de estos elementos son los activos totales del proyecto y tienen un valor de seis mil seiscientos setenta y dos millones de pesos (\$6.672.000 COP), el detalle de este valor esta dado en la tabla 8.

El principal insumo para el laboratorio son su maquinaria y equipos, ya que estos son vitales para la realización de las pruebas, este requerimiento es el que posee mayor participación en la inversión del proyecto ya que son costosos por ser

insumos especializados y de alta tecnología, además se requiere la importación de estos debido a que no son producidos en el país, la suma de esta inversión está en los seis mil seiscientos setenta y dos millones de pesos (\$6.672.000.000 COP). Ver tabla 7 y tabla 8.

Debido a que la Organización Terpel S.A. no posee experiencia en la construcción y operación de esta clase de laboratorios, se hace necesaria la aplicación de ingenierías para definir claramente los requerimientos del proyecto, por lo tanto, el primer periodo estará dedicado a crear las ingenierías básicas y de detalle del mismo, comenzando por el diseño de la ingeniería conceptual, básica y de detalle orientada a satisfacer las recomendaciones encontrados en la gestión de los permisos y licencias legales y ambientales, y la gestión inmobiliaria interna de la compañía, así mismo como la gestión para la otorgación de recursos para el presupuesto del proyecto. Ya que la puesta en marcha del laboratorio no alcanzara un porcentaje de operación del 100% hasta el quinto año del proyecto es necesario cubrir las pruebas que se requieren para ese periodo tercerizandolas, entonces se incluye ese valor como otro gasto preoperativo y este ira decreciendo con los años en función inversa al porcentaje de operación del laboratorio. La suma de estas inversiones son los activos diferidos. Ver tabla 14.

Para la financiación total del proyecto se hará uso del capital social de Terpel, valiéndose del plan estratégico de la organización se justificara el proyecto y no será necesario buscar financiación externa en ninguna de las etapas del proyecto.

El horizonte del proyecto estará definido en 12 periodos de un año, y se distribuirán de la siguiente manera: dos años pre operativo de los cuales uno será para realizar las ingenierías y el segundo año para la construcción y adecuación de laboratorio, a partir del tercer año se comenzara la operación del laboratorio y se establecerán diez años de operación para hacer la recuperación de la horizonte de proyecto inversión ya que la maquinaria y equipos se deprecian en este tiempo,

quedando así como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Horizonte de proyecto

| PREOPERACIÓN | | Ejecución | | | | | | | | | | Cierre |
|--------------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |

Fuente: Autores

Ya establecidos los parámetros iniciales para el proyecto se calcula el flujo de las inversiones, en la Tabla 14. Se detallan los movimientos respectivos a cada ítem con valores dados en la Tabla 12, se asignan los recursos para el periodo de ingenierías y de construcción del laboratorio y se distribuye el capital de trabajo durante el horizonte del proyecto.

Tabla 14. Inversiones del proyecto

| INVERSIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 12 | 13 |
|--|-------------------|-------------------|-------------|-------------|------|------|------|-------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2025 | 2026 |
| ACTIVOS FIJOS | | | | | | | | |
| Terreno | | 400 | | | | | | |
| Edificio | | 500 | | | | | | |
| SUBTOTAL INSTALACIONES | | 900 | | | | | | |
| Mobiliario | | 68 | | | | | | |
| Equipos de computo | | 34 | | | | | | |
| SUBTOTAL MOBILIARIO | | 102 | | | | | | |
| Equipos de laboratorio | | 5670 | | | | | | |
| Insumos consumibles | | | | | | | | |
| SUBTOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS | | 5670 | | | | | | |
| TOTAL ACTIVOS FIJOS | | 6672 | | | | | | -450 |
| ACTIVOS DIFERIDOS | | | | | | | | |
| Ingeniería conceptual, básica y de detalle | 900 | | | | | | | |
| Permisos y licencias | 300 | | | | | | | |
| Gestión inmobiliaria | 120 | | | | | | | |
| Otro gastos preoperativos (PRUEBAS CON TERCEROS) | 1254 9 | 1254 9 | 3137 | 1255 | | | | 1254 9 |
| TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS | 1386 9 | 1254 9 | 3137 | 1255 | | | | |
| Subtotal Activos no corrientes | 1386 9 | 1922 1 | 3137 | 1255 | | | | |

| INVERSIONES | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 6 2019 | 12 2025 | 13 2026 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Acum Activos no corrientes | 1386 9 | 3309 0 | 3622 7 | 3748 2 | 3748 2 | 3748 2 | 3748 2 | |
| CAPITAL DE TRABAJO INICIAL | | 283 | 71 | 70 | 46 | | | -470 |
| INVERSION TOTAL | 1386 9 | 1950 4 | 3208 | 1324 | 46 | | | -920 |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Los egresos por periodo están distribuidos por los costos de la materia prima, los costos de la mano de obra, los costos indirectos de fabricación los costos de producción y la depreciación y amortización, en la Tabla 15. Se ilustra esta distribución.

Tabla 15. Análisis de los egresos.

| ANALISIS DE LOS EGRESOS | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 6 2019 | 7 2020 | 8 2021 | 12 2025 | 13 2026 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Analisis de materias primas | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | |
| Capacidad de Utilización (%) | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Unid.s Producidas año | 38934 | 46720 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | |
| Total Costo Materia Prima (\$) | 140 | 168 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | |
| Analisis de mano de obra | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | |
| Total Costo M. de O. | 244 | 292 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | |
| Analisis de gastos generales de fabricación (2%) | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | |
| Total Costos Ind. de Fab. | 188 | 226 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | |
| Costos directos de produccion | 572 | 686 | 762 | 762 | 762 | 762 | 762 | |
| Analisis de otros egresos | | | | | | | | |
| Gastos Generales de Admón | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | |
| Gastos de Mtto y Seguros | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | |
| Subtotal Otros Gastos | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | |
| Depreciacion y amortizacion | | | | | | | | VALOR EN |
| >>>Depreciacion | | | | | | | | LIBROS |
| Edificios % anual | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | -450 |
| Maquinaria y Equipo % anual | 667 | 667 | 667 | 667 | 667 | 667 | 667 | |
| Muebles y Enseres % anual | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| Subtotal Deprec. Activos Fijos | 722 | 722 | 722 | 722 | 722 | 722 | 722 | -450 |
| >>>Amortizacion | | | | | | | | |
| Amortiz. Gastos Preoperativos % anual | 2774 | 2774 | 2774 | 2774 | 2774 | | | |
| Capital de Trabajo | | | | | | | | -470 |
| Total Deprec & Amortiz | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 722 | 722 | -920 |
| Acumulada Deprec & Amort | 3496 | 6992 | 10489 | 13985 | 17481 | 18203 | 21093 | |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Como es un proyecto que apunta directamente a el marco estratégico de la organización con el fin de aumentar las ventas, la organización a decidido financiar completamente el proyecto, en la tabla 16 se describe que es el capital social el que soporta completamente la inversión del proyecto.

Tabla 16. Estructura financiera.

| ESTRUCTURA FINANCIERA | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 12 2025 | 13 2026 |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Capital Social | 13.868.919.349 | 19.504.373.454 | | - | |
| ACUM. CAPITAL SOCIAL | 13.868.919.349 | 33.373.292.803 | 33.373.292.803 | 33.373.292.803 | |
| Total Fuentes | 13.868.919.349 | 52.877.666.257 | 33.373.292.803 | 33.373.292.803 | |

*Valores en COP

Fuente: Autores

En la Tabla 17. se ilustra el cálculo del capital de trabajo, para conocer el detalle del flujo del capital de trabajo en el hasta el periodo 6, cuando ya se terminó de diferir la inversión de las ingenierías y los estudios previos para la construcción del laboratorio y se mantiene constante durante el resto de la operación del proyecto, a menos que se realice una nueva inversión. Se debe acudir al Anexo 1. Para mas detalles.

Tabla 17. Capital de trabajo

| CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO | 2 2015 | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 12 2025 |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. ACTIVO CORRIENTE | | | | | |
| 1.1 CAJA (Saldo efect. requer.) | 15 | 19 | 23 | 25 | 25 |
| 1.2 CxC | 251 | 314 | 376 | 418 | 418 |
| 1.3 EXISTENCIAS | | | | | |
| Materias Primas | 9 | 12 | 14 | 16 | 16 |
| Productos en Proceso | 14 | 18 | 21 | 22 | 22 |
| Productos Terminados | 8 | 10 | 11 | 12 | 12 |
| TOTAL ACTIVO CORRIENTE | 298 | 372 | 445 | 494 | 494 |
| 2. PASIVO CORRIENTE | | | | | |
| 2.1 CxP (En función de Mat. Pr.) | 14 | 17 | 21 | 23 | 23 |
| 2.2 Otras CxP | | | | | |
| TOTAL PASIVO CORRIENTE | 14 | 17 | 21 | 23 | 23 |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | 284 | 355 | 424 | 471 | 471 |

| | | | | |
|----------------------|-----|----|----|----|
| 4. INC/DECR C. DE T. | 284 | 71 | 70 | 46 |
|----------------------|-----|----|----|----|

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

En la tabla 18, la evaluación del flujo incremental SIN el proyecto describe que pasaría si la empresa decide no realizar el proyecto y soportar los gastos de realizar las pruebas con terceros durante el tiempo en el que está estimado el proyecto, por un valor global anual de doce mil quinientos cuarenta y ocho millones novecientos diecinueve mil trescientos cuarenta y nueve pesos (12.548'919.349 COP), que viene de la tabla 11, donde se especifica la estimación del número de pruebas por el valor de cada prueba para certificar la calidad de los combustibles que comercializa la Organización Terpel S.A.; en la evaluación, si se llevan estos flujos al presente encontramos que el total de inversión requerida para hacer las pruebas es de sesenta y seis mil ochocientos cuarenta y ocho millones ochocientos cuarenta y siete mil doscientos un pesos (\$66.848.847.201 COP).

Tabla 18. Evaluación del flujo, SIN el proyecto.

| FLUJO DE CAJA (SIN EL PROYECTO) | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 12 2025 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Unid.s Producidas año | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 |
| TOTAL COSTO PRUEBAS | -12537 | -12537 | -12537 | -12537 |
| VALOR PRESENTE NETO (20%) | -66785 | | | |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Como segunda opción la organización puede realizar el proyecto, esto implica una fuerte inversión en la primera etapa del proyecto, pero los gastos operacionales siguientes resultan ser menores que la inversión que se tuviera que llevar pagando con terceros las pruebas si no se realizara el proyecto, en la tabla 19. Se describe como se distribuye la inversión de la construcción y equipamiento del laboratorio en su primera etapa y como se deprecian estos activos, así como también se amortizan los gastos preoperativos, además se describe como se llevan a cabo los gastos operacionales durante toda la ejecución del proyecto.

Si se calculan estos flujos y se llevan hasta el presente calculamos que la inversión requerida para lograr satisfacer la necesidad de la organización por mejorar la calidad de sus productos, encontramos que este valor asciende hasta los treinta y siete mil quinientos veintiséis millones de pesos(37.526.000.000 COP).

Tabla 19. Evaluación del flujo, CON el proyecto.

| FLUJO DE CAJA (CON EL PROYECTO) | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 6 2019 | 7 2020 | 8 2021 | 12 2025 | 13 2026 |
|---|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Capacidad de Utilización | | | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| TOTAL VENTAS | | | | | | | | | | |
| COSTOS DIRECTOS DE PROD. | | | 572 | 686 | 762 | 762 | 762 | 762 | 762 | |
| Materia Prima | | | 140 | 168 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | |
| Mano de Obra | | | 244 | 292 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | |
| Costos Ind. de Fabricación | | | 188 | 226 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | |
| UTILIDAD BRUTO DE VENTAS | | | -572 | -686 | -762 | -762 | -762 | -762 | -762 | |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | | | | | | |
| Gastos de Admón, Ventas, etc. | | | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | |
| DEPREC. & AMORT. | | | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 722 | 722 | |
| UTIL. OPERACIÓN (UAI) | | | -4204 | -4319 | -4395 | -4395 | -4395 | -1621 | -1621 | |
| OTROS INGR. (Vr. Residual gravable) | | | | | | | | | | |
| INTERESES OPERACIONALES | | | | | | | | | | |
| UTIL. ANTES DE IMP. (UAI) | | | -4204 | -4319 | -4395 | -4395 | -4395 | -1621 | -1621 | |
| IMPUESTOS (%) | | | | | | | | | | |
| UTILIDAD NETA | | | -4204 | -4319 | -4395 | -4395 | -4395 | -1621 | -1621 | |
| Total Deprec & Amortiz | | | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 3496 | 722 | 722 | -920 |
| Subtotal Activos no corrientes | 13869 | 19221 | 3137 | 1255 | | | | | | -450 |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | | 283 | 354 | 424 | 470 | 470 | 470 | 470 | 470 | -470 |
| '=Flujo de caja Neto (con financiación) | -13869 | -19504 | -4200 | -2501 | -1369 | -1369 | -1369 | -1369 | -1369 | 0 |
| VALOR PRESENTE NETO (20%) | -37526 | | | | | | | | | |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Para evidenciar los flujos entre no realizar el proyecto y realizarlo durante el tiempo estimado del proyecto, se realiza un análisis diferencial entre los flujos, así hallamos una diferencia positiva de realizar el proyecto después del flujo 3, de esta manera si llevamos esta diferencia hacia el presente encontramos que la decisión de realizar el proyecto nos daría un valor positivo de veintinueve mil doscientos cincuenta y nueve millones de pesos (29.321.410.597 COP) esta información es decisiva para que los involucrados que tienen el poder de decisión para realizar el proyecto o no,

se inclinen a favor por que este se realice. Ver tabla 20.

Tabla 20. Análisis diferencial entre flujos netos (CON – SIN).

| ANALISIS DIFERENCIAL ENTRE FLUJOS NETOS | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 12 2025 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| CON EL PROYECTO | -13869 | -19504 | -4200 | -2501 | -1369 | -1369 |
| SIN EL PROYECTO | -12537 | -12537 | -12537 | -12537 | -12537 | -12537 |
| CON-SIN | -1332 | -6967 | 8337 | 10036 | 11168 | 11168 |
| VALOR PRESENTE NETO (20%) | 29259 | | | | | |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Otra manera de evidenciar el resultado positivo del proyecto es comparar los valores presentes netos de realizar o no el proyecto, y encontramos nuevamente que la diferencia de estos tiene como resultado un valor positivo de veintinueve mil doscientos cincuenta y nueve millones de pesos(29.321.410.597 COP), este ejercicio se hace como comprobación del análisis diferencial entre flujos netos (CON-SIN). Ver tabla 21.

Tabla 21. Análisis diferencial entre los valores presentes (CON – SIN).

| ANALISIS DIFERENCIAL ENTRE LOS VALORES PRESENTES (CON-SIN) | |
|--|--------|
| VALOR PRESENTE CON PROYECTO | -37526 |
| VALOR PRESENTE SIN PROYECTO | -66785 |
| VALOR PRESENTE DEL PROYECTO | 29259 |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

En la tabla 20. El análisis diferencial entre flujos resta los flujos de realizar el proyecto con los de no realizarlo, este es la cantidad que el proyecto le está ahorrando a la organización con la realización de las pruebas internamente, entonces se asume el valor de las pruebas anuales del flujo de caja sin proyecto como el ingreso en el análisis de flujos incrementales en la tabla 22. Este flujo de análisis incremental combina los ingresos hallados y les resta el flujo de caja de la

operación del proyecto, de esta manera se puede analizar el proyecto como una oportunidad de inversión en la ampliación de planta de la organización. El flujo final de la operación es el flujo de caja neto, si este flujo se lleva a valores presentes nuevamente encontramos el valor presente neto del proyecto en veinte y nueve mil trescientos millones de pesos (29.321.410.597 COP). Al calcular la rentabilidad del proyecto por medio de la TIR, encontramos que esta es positiva en un 98,92%, este indicador refleja el buen comportamiento del retorno de la inversión, lo cual puede hacer atractiva la propuesta para la organización de la inversión del laboratorio de control de calidad de combustibles.

Tabla 22. Análisis del flujo de caja incremental.

| FLUO DE CAJA INCREMENTAL | 1 2014 | 2 2015 | 3 2016 | 4 2017 | 5 2018 | 12 2025 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Capacidad de Utilización | | | 75 | 90 | 100 | 100 |
| TOTAL VENTAS | 12.549 | 12.549 | 12.549 | 12.549 | 12.549 | 12.549 |
| COSTOS DIR. DE PROD. | | | 572 | 686 | 762 | 762 |
| UTILIDAD BRUTO DE VENTAS | 12.549 | 12.549 | 11.977 | 11.863 | 11.787 | 11.787 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | | |
| Gastos de Admón. | | | 137 | 137 | 137 | 137 |
| DEPREC. & AMORT. | | | 3.496 | 3.496 | 3.496 | 722 |
| UTIL. OPERACIÓN (UAI) | 12.549 | 12.549 | 8.345 | 8.230 | 8.154 | 10.928 |
| INTERESES OPERACIONALES | | | | | | |
| UTIL. ANTES DE IMP. (UAI) | 12.549 | 12.549 | 8.345 | 8.230 | 8.154 | 10.928 |
| IMPUESTOS (%) | | | | | | |
| UTILIDAD NETA | 12.549 | 12.549 | 8.345 | 8.230 | 8.154 | 10.928 |
| Total Deprec & Amortiz | | | 3.496 | 3.496 | 3.496 | 722 |
| Subtotal Activos no corrientes | 13.869 | 19.221 | 3.137 | 1.255 | | |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | | 284 | 355 | 424 | 471 | 471 |
| ' + Prestamos | | | | | | |
| ' - Abonos a capital | | | | | | |
| ' = Flujo de caja Neto | (1.320) | (6.956) | 8.349 | 10.047 | 11.180 | 11.180 |
| VALOR PRESENTE NETO | 29.321 | | | | | |
| TIR | 98,92% | | | | | |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Adicionalmente, se revisa la sensibilidad del proyecto en función de la cantidad de ensayos mensuales, y se observa la variación del valor presente neto y la TIR del proyecto en la tabla 23.

Tabla 23. Prueba de sensibilidad en funcion del numero de ensayos.

| | 100% | 95% | 90% | 85% | 80% | 75% | 70% |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------|---------------|
| Cant. ensayos | 51912 | 49.316 | 47.311 | 44.125 | 41.530 | 38.934 | 36.338 |
| VPN * | \$ 29.321,41 | \$ 23.457,13 | \$ 17.592,85 | \$ 11.728,56 | \$ 5.864,28 | \$ 586,43 | \$ (5.864,28) |
| TIR | 22,64% | 21,17% | 20,00% | 18,10% | 16,49% | 14,83% | 13,10% |

*Valores en millones de COP

Fuente: Autores

Por lo tanto, se observa que en el proyecto al disminuir el numero de ensayos la TIR se reduce, cuando los ensayos están alrededor de las (20.000 pruebas anuales) la TIR tenderá a cero, por lo que el proyecto no es viable, además, con bajar el numero de pruebas en un 10%, la TIR se ajusta al 20%, lo que hace que el proyecto se ubique sobre el limite del costo de capital planteado para este análisis, pero, como consideramos una consto de capital muy conservador, el proyecto sigue sientto rentable, solo cuando la TIR llega a una disminución del 16%, el proyecto se encuentra cercano a los históricos de costo de capital de la organización, lo que representa una disminución del 20 % de la cantidad de pruebas a realizar anualmente, entonces empieza a ser inviable el proyecto, por este motivo la cantidad de ensayos anuales a realizar por el proyecto es un factor clave para definir la viabilidad del mismo.

7. CONCLUSIONES

Con la implementación del proyecto se reduce el tiempo de análisis, realizando las pruebas en dos semanas. Ya que sin el proyecto, se recurre al proveedor mayoritario (Instituto Colombiano del Petróleo) el cual no puede cumplir con los tiempos de respuesta y el número de ensayos que requiere la Organización Terpel S.A.

La capacidad de operación del laboratorio está limitada por el tiempo del análisis, la infraestructura y el modelo de operación, para realizar las pruebas en el menor tiempo sin involucrar al analista en el desarrollo de la prueba, debido a que los equipos son automáticos y semiautomáticos.

En el análisis financiero los flujos arrojan un comportamiento saludable para el proyecto, alcanzado superar las metas conservadoras del 20% de costo de capital propuesto para el estudio, una TIR del 22% y un VNA positivo, son buenos indicadores para que la organización tome la decisión de apoyar el proyecto.

Se debe llevar control y seguimiento a el alcance de cantidad de pruebas anuales, ya que si estas descienden un 20% sobre la cantidad de pruebas planeadas se pone en riesgo la rentabilidad del proyecto y es posible que la organización tome la decisión de cancelar el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

BUSTAMANTE, Guillermo. Estudio técnico y evaluación financiera del proyecto, marzo de 2013, Colombia

Guerrero H. Hernán. Análisis de Mercados Renta Variable, Sector Recursos Naturales, Santiago, 21 de Junio de 2011.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC-ISO/IEC 17025; Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC 1380; Petróleo y sus Derivados. Gasolinas para Motores de Combustión Interna de Encendido por Chispa

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC 1438; Petróleo y sus Derivados. Combustibles para Motores Diésel.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC 5308; Etanol Anhidro Combustibles Desnaturalizado Obtenido a partir de Biomasa, para Mezclar con Gasolinas Motor, Empleado como Combustible en Vehículos con Motores de Combustión Interna de Encendido por Chispa.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC 5444; Petróleo y sus derivados. Biodiésel para uso de Motores Diésel. Especificaciones

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); NTC 1899; Petróleo y sus derivados. Turbocombustible para aviación.

LEÓN GARCÍA Oscar. Administración Financiera Fundamentos y aplicaciones, Colombia.

MINISTERIO DE MINAS Disponible en: [<http://www.minminas.gov.co/minminas/>]

Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Fifth Edition, United States of America.

REPORTE DE NOTICIA [Disponible en <http://www.minminas.gov.co/>] [Citado el 30/12/2013]

SAPAG CHAIN, Nassir. Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación, segunda edición 2011, Prentice Hall, Chile.

| LABORATORIO DE ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES PARA PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD | PREOPERACIÓN | | | | | | | | | | | | EJECUCIÓN | | | | | | | | | | | | CIERRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudio Técnico y Evaluación Financiera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Universidad Industrial de Santander | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autores: Miguel Rojas / Cesar Gelvez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Bucaramanga Santander | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Director: Carlos Vecino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 de mayo de 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| INDICADORES | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|--|------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Inflación según el período del proyecto (%). (Este ejercicio es constante) | | | 0% | | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Impuesto a la Renta (%) | | 33% | | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | 33% | |
| Dividendos (%) | | 0% | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| Intereses (%) | | 20% | | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | |

| INVERSIONES | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|--|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| ACTIVOS FIJOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terreno | | 400.000.000 | | | 400.000.000 | | | | | | | | | | | |
| Edificio | | 500.000.000 | | | 500.000.000 | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL INSTALACIONES | | | 900.000.000 | | 900.000.000 | | | | | | | | | | | (450.000.000) |
| Mobiliario | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mobiliario | | 68.000.000 | | | 68.000.000 | | | | | | | | | | | |
| Equipos de computo | | 34.000.000 | | | 34.000.000 | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL MOBILIARIO | | | 102.000.000 | | 102.000.000 | | | | | | | | | | | |
| Equipos de laboratoria | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipos de laboratoria | | 5.670.000.000 | | | 5.670.000.000 | | | | | | | | | | | |
| Insumos consumibles | | 56.250.000 | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS | | | 5.670.000.000 | | 5.670.000.000 | | | | | | | | | | | |
| TOTAL ACTIVOS FIJOS | | | 6.672.000.000 | | 6.672.000.000 | | | | | | | | | | | (450.000.000) |
| ACTIVOS DIFERIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingeniería conceptual, básica y de detalle | | 900.000.000 | | 900.000.000 | | | | | | | | | | | | |
| Permisos y licencias | | 300.000.000 | | 300.000.000 | | | | | | | | | | | | |
| Gestión inmobiliaria | | 120.000.000 | | 120.000.000 | | | | | | | | | | | | |
| Otro gastos preoperativos (PRUEBAS CON TERCEROS) | | 12.548.919.349 | | 12.548.919.349 | 3.137.229.837 | 1.254.891.935 | | | | | | | | | | 12.548.919.349 |
| TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS | | | 13.868.919.349 | 13.868.919.349 | 12.548.919.349 | 3.137.229.837 | 1.254.891.935 | | | | | | | | | |
| Subtotal Activos no corrientes | | | 33.089.838.698 | 13.868.919.349 | 19.220.919.349 | 3.137.229.837 | 1.254.891.935 | | | | | | | | | |
| Acum Activos no corrientes | | | | 13.868.919.349 | 33.089.838.698 | 36.227.068.535 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | 37.481.960.470 | |
| CAPITAL DE TRABAJO INICIAL | | | | | 32.714.825 | 8.178.706 | 6.878.873 | 4.585.915 | | | | | | | | (52.358.320) |
| INVERSION TOTAL | | | 20.540.919.349 | 13.868.919.349 | 19.253.634.174 | 3.145.408.544 | 1.261.770.808 | 4.585.915 | | | | | | | | (502.358.320) |

| ANÁLISIS DE LOS EGRESOS | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------|------------------|----------------|------|-------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Análisis de materias primas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capacidad de Utilización (%) | | | | | | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Unid.s Producidas año | | | | | 38.934 | 46.721 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 |
| Costo Unit. Mat.Prima (\$) | 1,50% | 186300000 | | | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 | 3.615 |
| Total Costo Materia Prima (\$) | | | | | 139.725.000 | 167.670.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 |
| Análisis de mano de obra | | | | | | | | | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capacidad de Utilización | | | | | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Unid.s Producidas año | | | | | 38.934 | 46.721 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 |
| Costo Unit. M. de O. | 2,6% | 324.731.791 | | | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 | 6.261 |
| Total Costo M. de O. | | | | | 243.548.843 | 292.258.612 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 |
| Análisis de gastos generales de fabricación (2%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| >>>Pruebas de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capacidad de Utilización | | | | | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Unid.s Producidas año | | | | | 38.934 | 46.721 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 | 51.912 |
| Costo Unit. Costos Ind. de Fab. | 2,0% | | | | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 | 4.835 |
| Total Costos Ind. de Fab. | | | | | 188.233.790 | 225.880.548 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 |
| Costos directos de producción | | | | | 571.507.633 | 685.809.160 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 |
| Análisis de otros egresos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastos Generales de Admón | | 42.800.000 | anuales | | | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 | 42.800.000 |
| Gastos Generales de Ventas | | - | anuales | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos Generales de Distrib. | | - | anuales | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos de Mtto y Seguros | | 93.750.000 | anuales | | | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 | 93.750.000 |
| Otros Gastos Fijos | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Subtotal Otros Gastos | | | | | | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 |
| Depreciación y amortización | | | | | | | | | | | | | | | | |
| >>>Depreciación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Edificios % anual | 5 | | | | | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 | 45.000.000 |
| Maquinaria y Equipo % anual | 10 | | | | | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 | 667.200.000 |
| Muebles y Enseres % anual | 10 | | | | | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 | 10.200.000 |
| Subtotal Deprec. Activos Fijos | | | | | | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 |
| >>>Amortización | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amortiz. Gastos Preoperativos % anual | 20 | | 13.868.919.349 | | | 2.773.783.870 | 2.773.783.870 | 2.773.783.870 | 2.773.783.870 | 2.773.783.870 | | | | | | |
| Capital de Trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | (52.358.320) |
| Total Deprec & Amortiz | | | | | | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | (502.358.320) |
| Acumulada Deprec & Amort | | | | | | 3.496.183.870 | 6.992.367.740 | 10.488.551.609 | 13.984.735.479 | 17.480.919.349 | 18.203.319.349 | 18.925.719.349 | 19.648.119.349 | 20.370.519.349 | 21.092.919.349 | |

| ANÁLISIS DE CAPITAL DE TRABAJO | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Saldo efectivo requerido en caja | Días de Cobertura | | Coficiente de Renov. | | | | | | | | | | | | | |
| Mano de Obra | 15 | | 24 | | 8.118.295 | 10.147.868 | 12.177.442 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 | 13.530.491 |
| CIF | 15 | | 24 | | 6.274.460 | 7.843.075 | 9.411.690 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 | 10.457.433 |
| Gastos Generales de Admón | 10 | | 36 | | 951.111 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 | 1.188.889 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Gastos Generales de Ventas | 8 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos Generales de Distrib. | 30 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Saldo efectivo requerido en caja | | | 15.343.866 | 19.179.832 | 22.778.021 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 |
| Incremento saldo efectivo req. | | | 15.343.866 | 3.835.966 | 3.598.189 | 2.398.792 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
|----------------------------------|-----------|------------------|--|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | |
| 1. ACTIVO CORRIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 CAJA (Saldo efect. requer.) | | | | | 15.343.866 | 19.179.832 | 22.778.021 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 | 25.176.813 |
| 1.2 CxC | 30 | 12 | | | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.3 EXISTENCIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materias Primas | 30 | 12 | | | 9.315.000 | 11.643.750 | 13.972.500 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 | 15.525.000 |
| Productos en Proceso | 9 | 40 | | | 14.161.153 | 17.701.441 | 20.558.979 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 | 22.464.004 |
| Productos Terminados | 5 | 72 | | | 7.867.307 | 9.834.134 | 11.421.655 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 | 12.480.002 |
| TOTAL ACTIVO CORRIENTE | | | | | 46.687.325 | 58.359.157 | 68.731.155 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 | 75.645.820 |
| 2. PASIVO CORRIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 CxP (En función de Mat. Pr.) | 45 | 8 | | | 13.972.500 | 17.465.625 | 20.958.750 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 |
| 2.2 Otras CxP | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL PASIVO CORRIENTE | | | | | 13.972.500 | 17.465.625 | 20.958.750 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 | 23.287.500 |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | (Inic>>>) | 80% | | | 32.714.825 | 40.893.532 | 47.772.405 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 |
| 4. INC/DECR C. DE T. | | | | | 32.714.825 | 8.178.706 | 6.878.873 | 4.585.915 | - | - | - | - | - | - | - | - | (52.358.320) |

| FLUJO DE CAJA (SIN EL PROYECTO) | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------------|-----------|------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Capacidad de Utilización | % | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TOTAL VENTAS | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COSTOS DIRECTOS DE PROD. | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Materia Prima | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mano de Obra | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Costos Ind. de Fabricación | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTILIDAD BRUTO DE VENTAS | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos de Admón, Ventas, etc. | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DEPREC. & AMORT. | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTIL. OPERACIÓN (UAI) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| OTROS INGR. (Vr. Residual gravable) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| INTERESES OPERACIONALES | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTIL. ANTES DE IMP. (UAI) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| IMPUESTOS (%) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTILIDAD NETA | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Deprec & Amortiz | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Unid.s Producidas año | 0 | 0 | | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 | 51912 |
| TOTAL COSTO PRUEBAS | | | | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | (Inic>>>) | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +Prestamos | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +Abonos a capital | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL COSTO PRUEBAS | | | | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) | (12.548.919.349) |
| VALOR PRESENTE NETO | 20% | | | (66.848.847.201) | | | | | | | | | | | | |

| FLUJO DE CAJA (CON EL PROYECTO) | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------------|-----------|------------------|--|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Capacidad de Utilización | % | | | - | - | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TOTAL VENTAS | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COSTOS DIRECTOS DE PROD. | | | | - | - | 571.507.633 | 685.809.160 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 |
| Materia Prima | | | | - | - | 139.725.000 | 167.670.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 |
| Mano de Obra | | | | - | - | 243.548.843 | 292.258.612 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 |
| Costos Ind. de Fabricación | | | | - | - | 188.233.790 | 225.880.548 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 |
| UTILIDAD BRUTO DE VENTAS | | | | - | - | (571.507.633) | (685.809.160) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) | (762.010.178) |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos de Admón, Ventas, etc. | | | | - | - | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 |
| DEPREC. & AMORT. | | | | - | - | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 |
| UTIL. OPERACIÓN (UAI) | | | | - | - | (4.204.241.503) | (4.318.543.030) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) |
| OTROS INGR. (Vr. Residual gravable) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| INTERESES OPERACIONALES | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTIL. ANTES DE IMP. (UAI) | | | | - | - | (4.204.241.503) | (4.318.543.030) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) |
| IMPUESTOS (%) | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTILIDAD NETA | | | | - | - | (4.204.241.503) | (4.318.543.030) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (4.394.744.048) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) | (1.620.960.178) |
| Total Deprec & Amortiz | | | | - | - | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 |
| Subtotal Activos no corrientes | | | | 13.868.919.349 | 19.220.919.349 | 3.137.229.837 | 1.254.891.935 | - | - | - | - | - | - | - | - | (450.000.000) |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | (Inic>>>) | | | - | 32.714.825 | 40.893.532 | 47.772.405 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 |
| +Prestamos | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +Abonos a capital | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| =Flujo de caja Neto | | | | (13.868.919.349) | (19.253.634.174) | (3.886.181.002) | (2.125.023.500) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) | (950.918.498) |
| VALOR PRESENTE NETO | 20% | | | (35.953.699.528) | | | | | | | | | | | | |

| ANALISIS DIFERENCIAL ENTRE FLUJOS NETOS | | Datos de Entrada | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|--|------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 20 | | | |

| | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|-------------------------------------|----------|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Capacidad de Utilización | % | - | - | - | 75 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TOTAL VENTAS | - | - | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 |
| COSTOS DIRECTOS DE PROD. | - | - | - | - | 571.507.633 | 685.809.160 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 | 762.010.178 |
| Materia Prima | - | - | - | - | 139.725.000 | 167.670.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 | 186.300.000 |
| Mano de Obra | - | - | - | - | 243.548.843 | 292.258.612 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 | 324.731.791 |
| Costos Ind. de Fabricación | - | - | - | - | 188.233.790 | 225.880.548 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 | 250.978.387 |
| UTILIDAD BRUTO DE VENTAS | - | - | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 11.977.411.715 | 11.863.110.189 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 | 11.786.909.171 |
| COSTOS INDIRECTOS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastos de Admón, Ventas, etc. | - | - | - | - | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 | 136.550.000 |
| DEPREC. & AMORT. | - | - | - | - | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 |
| UTIL. OPERACIÓN (UAI) | - | - | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 8.344.677.846 | 8.230.376.319 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 |
| OTROS INGR. (Vr. Residual gravable) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| INTERESES OPERACIONALES | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTIL. ANTES DE IMP. (UAI) | - | - | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 8.344.677.846 | 8.230.376.319 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 |
| IMPUESTOS (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| UTILIDAD NETA | - | - | 12.548.919.349 | 12.548.919.349 | 8.344.677.846 | 8.230.376.319 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 8.154.175.301 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 | 10.927.959.171 |
| Total Deprec & Amortiz | - | - | - | - | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 3.496.183.870 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 | 722.400.000 |
| Subtotal Activos no corrientes | - | - | 13.868.919.349 | 19.220.919.349 | 3.137.229.837 | 1.254.891.935 | - | - | - | - | - | - | - | - | (450.000.000) |
| 3. CAPITAL DE TRABAJO | (inic>>> | - | - | 32.714.825 | 40.893.532 | 47.772.405 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 | 52.358.320 |
| +Prestamos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| -Abonos a capital | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| =Flujo de caja Neto | - | - | (1.320.000.000) | (6.704.714.825) | 8.662.738.347 | 10.423.895.849 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | 11.598.000.851 | - |
| VALOR PRESENTE NETO | 0 | - | 30.895.147.673 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TIR | | | 104,22% | | | | | | | | | | | | |

| | 100% | 90% | 80% | 70% | 60% | 50% | 40% | 30% | 20% | 10% |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Cant. ensayos | 51912 | 46.721 | 41.530 | 36.338 | 31.147 | 25.956 | 20.765 | 15.574 | 10.382 | 5.191 |
| TIR | \$ 29.321 | \$ 26.782 | \$ 24.242 | \$ 21.702 | \$ 19.162 | \$ 16.623 | \$ 14.083 | \$ 11.543 | \$ 9.004 | \$ 6.464 |
| VPN | 98,92% | 96,85% | 94,63817574% | 92,26% | 89,69% | 86,87% | 83,76% | 80,27% | 76,26% | 71,50% |