

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

Estudio de Factibilidad Técnico-Económica de una Planta de Dosificación de
Tetraetilo de Plomo en Nafta Básica para la Obtención de Combustible de
Aviación AVGAS 100LL

Feller, Federico – LU 1029152
Ingeniería Industrial

Tutor:
Gatto, Pablo Fernando

Co-Tutor:
Reinhardt, Juan Carlos – Ubajay S.A.

Colaborador/es:
Feller, Norberto Mario – Consultor Independiente

Marzo 2017



UADE

UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Los seres humanos de vez en cuando triunfan pero habitualmente desarrollan, combaten y se esfuerzan. Y ganan, de vez en cuando. Muy de vez en cuando.

Marcelo Bielsa

Agradecimientos

Al Sr. Norberto Mario Feller, especialista en combustibles de aviación, por brindar toda su experiencia adquirida durante más de 35 años en la actividad y ser el motor principal de este trabajo de investigación.

Al Ing. Pablo Fernando Gatto, quien no dudó en colaborar en el desarrollo de este proyecto y cuya intervención fue fundamental para lograr un trabajo de calidad.

Al Ing. Juan Carlos Reinhardt, presidente de Ubajay S.A., por su disposición para formar parte de este proyecto.

Al Sr. Ariel Pérez, presidente de AeroGalvez S.R.L., por permitir el uso de información de su compañía y brindar la posibilidad de visitar las instalaciones de su planta en la Base Aérea Morón.

Al Sr. Nicolás Corti, presidente de Calcor S.A., por compartir en forma completamente desinteresada la valiosa información referida a las iniciativas de la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) para la creación de un AVGAS sin plomo.

A los profesores Ing. Eriel Fernández Galván, Ing. Daniel Zambrano, Ing. Juan Valassina, Ing. Luciano Michelotti, Ing. Carlos Ruiz Huidobro, Ing. Sergio Dopazo, Ing. Alejandro Sureda y Dr. Axel Larrateguy, por su dedicación y conocimientos brindados a lo largo de toda la carrera que son los pilares de este trabajo.

A mis padres, familia y amigos por su apoyo incondicional e invaluable a lo largo de esta carrera, sin el cual nada de lo logrado hubiera sido posible.

Resumen Ejecutivo

El objetivo del presente proyecto es determinar la factibilidad de la producción del combustible AVGAS 100LL en la Argentina, que actualmente se comercializa bajo un esquema de importación, almacenamiento y distribución a cargo de las empresas YPF y AeroGalvez que poseen la totalidad de la participación de mercado.

El mercado interno de consumo del AVGAS se debe principalmente a la actividad de fumigación aérea en cultivos agrícolas. El contexto actual de la industria agrícola en el país con una reducción impositiva a principios del año 2016 que repuntó el nivel de todos los indicadores de la actividad y los servicios brindados al mismo, donde genera el 12,9 % del PBI argentino y es el principal aporte de ingreso de divisas por exportación con el 60%, presenta un escenario favorable para la ejecución de una idea de negocio que permita optimizar y alcanzar economías de escala, reducir el riesgo de desabastecimiento bajo la forma actual de operación e innovar en una faceta del mercado de aviación que a nivel nacional no se terminó de desarrollar.

El proyecto se aborda desde un principio haciendo referencia a las características que convierten al AVGAS en un combustible único, debido a su comportamiento en la cámara de combustión y a la complejidad de su proceso de obtención. Uno de los mensajes más importantes que se obtiene de esta investigación es que la infraestructura de refinación actual en el país permite lograr en más de una plaza la nafta básica que compone al AVGAS y que la dosificación de tetraetilo de plomo es el único paso que nos separa de poder obtenerlo en el país.

En términos de impacto ambiental y a la salud, se profundiza en la explicación de todos los elementos necesarios para reducirlos y para cumplir con la legislación vigente en la localización elegida y en el territorio nacional. La creación de un sistema de gestión de seguridad, salud y medio ambiente, presentado en el desarrollo del proyecto, es la pieza fundamental para asegurar que cualquier tipo de desvío tiene un plan de acción que reduzca al mínimo el impacto que pueda ocasionar.

El análisis económico-financiero, donde se compara la inversión inicial necesaria con la rentabilidad esperada, entrega resultados favorables a la ejecución del proyecto

y estimando un recupero de la inversión en cuatro años y medio. Los equipos que forman parte de la inversión inicial se eligen con el fin de aprovechar las competencias de los proveedores y de asegurar que la producción del AVGAS logre los altos estándares de la norma ASTM D-910 y que el análisis de la producción esté asegurado en un laboratorio dentro de la misma planta.

Si bien el foco del análisis está en lograr un AVGAS con bajo contenido de plomo, este proyecto puede considerarse como el inicio de un camino en el autoabastecimiento de este tipo de combustible de aviación con una instalación que podría ser utilizada en un futuro para la dosificación de otros aditivos para producir un AVGAS sin plomo, como el contexto internacional indica que sucederá en un futuro.

Abstract

Project's objective is to determine AVGAS 100LL fuel production' feasibility in Argentina, which is currently supplied under an import, storage and distribution scheme by YPF and AeroGalvez, companies that have full Argentina's market share.

Domestic market consumption of AVGAS is mainly due to airspraying activity in agricultural crops. Current context of agricultural industry in Argentina with a tax reduction at early 2016, which raised the level of all indicators of activity and services provided to it, where it generates 12.9% of Argentine GDP and is top contributor of foreign exchange receipts for exports with 60%, presents a non-risk scenario for a business idea to optimize and achieve economies of scale, reduce risk of shortage under current form of operation and innovate in one facet of aviation market that was not developed yet at national level.

The project is addressed from the outset referring to AVGAS' characteristics that make it a unique fuel, due to its behavior in combustion chamber and complexity of its production process. One of the most important messages obtained from this research is that the current refining infrastructure in the country allows to achieve in more than one place the basic fuel that integrate AVGAS and dosage of tetraethyl lead is the only step that prevent from being able to obtain it in the country.

In terms of environmental and health impact and, research go deeper in explaining all necessary elements to reduce them and to comply with legislation in the chosen location and in the national territory. The creation of a safety, health and environmental

management system, presented along project, is the fundamental piece to ensure that any type of diversion has a plan of action that minimizes the impact that can cause.

Economical and financial analysis, which compares required investment with expected profitability, delivers favorable results in order to project execution with an investment recovery in four and a half years. Equipment that is part of initial investment is chosen in order to take advantage of suppliers' competencies and to ensure that AVGAS production achieves the high standards of ASTM D-910 and that the production analysis is assured in laboratories facilities available at the same plant.

Although the focus of the analysis is on AVGAS with low lead content, this project can be considered as the beginning of a path in the self-supply of this type of aviation fuel with a facility that could be used in the future for the dosage Of other additives to produce a lead-free AVGAS, as the international context indicates will happen in the future.

Índice

Agradecimientos.....	3
Resumen Ejecutivo.....	4
Abstract	5
Índice	7
Índice de Figuras	11
Índice de Tablas.....	12
Contenidos.....	14
1. Objetivos y alcance del proyecto.....	14
1.1. Objetivo principal.....	14
1.2. Objetivos secundarios.....	14
2. Introducción.....	15
2.1. Información general	15
2.2. Historia	16
3. AVGAS 100LL	19
3.1. Composición.....	19
3.1.1. Número de octano	19
3.1.2. Hidrocarburos	20
3.1.3. Aditivos	21
3.1.3.1. Tetraetilo de plomo – TEL	21
3.1.3.2. Colorante	22
3.1.3.3. Stadis ® 450	22
3.2. Propiedades generales y métodos de testeo según Norma ASTM D-910.....	22
4. Proceso de Obtención	23
4.1. Consideraciones iniciales	23
4.2. Refinación	25
4.2.1. Destilación Atmosférica.....	26
4.2.2. Destilación de Vacío	27
4.2.3. Craqueo Catalítico.....	27
4.2.4. Hidrotratamiento	29
4.2.5. Reformación	30
4.2.6. Isomerización	31

4.2.7. Alquileración	33
4.3. Dosificación de aditivos	33
5. Estudio de Mercado	33
5.1. Caracterización del contexto internacional	33
5.2. Caracterización del contexto local	34
5.2.1. Infraestructura de Refinación en Argentina	35
5.2.2. Aviación agrícola	36
5.2.2.1. Fumigación aérea.....	37
5.3. Análisis de Demanda.....	38
5.4. Análisis de Oferta.....	40
5.5. Análisis del Precio.....	42
6. Marco Legal, Ambiental e Impositivo.....	43
6.1. Legislación Nacional y Provincial	43
6.1.1. Ley Nacional 13.660	43
6.1.2. Decreto N° 1844 / 02 de la Provincia de Santa Fe	43
6.1.2.1. Presentación Legal.....	44
6.1.2.2. Presentación Técnica	44
6.1.2.3. Información sobre Residuos	44
6.2. Convenio de Rotterdam.....	44
6.3. Análisis de impacto ambiental y a la salud	45
6.3.1. Riesgos Químicos y Físicos	45
6.3.2. Riesgos a la Salud Humana.....	45
6.3.3. Riesgos Ambientales	46
6.3.4. Política de seguridad, salud y medio ambiente	46
6.3.4.2. Objetivos y Metas de Seguridad.....	47
6.3.4.3. Programas de Salud, Seguridad y Ambiente	48
6.4. Marco Impositivo	49
7. Estudio técnico-operativo de la instalación y equipos	50
7.1. Localización	50
7.2. Selección del proveedor de aditivos.....	51
7.3. Dimensionamiento de la instalación y equipos	52
7.3.1. Consideraciones iniciales	52
7.3.2. Layout.....	54

7.3.2.1. Obra civil	56
7.3.2.2. Tanques de almacenamiento.....	58
7.3.2.3. Equipo de dosificación	59
7.3.2.4. Módulo de descarga.....	59
7.3.2.5. Módulo de dosificación	60
7.3.2.6. Módulo de medición.....	61
7.3.3. Dimensionamiento de tuberías y selección de bombas	61
7.4. Programación y control de la producción.....	67
7.4.1. Programación de la producción.....	67
7.4.2. Control de la producción	69
7.4.2.1. Método de testeo ASTM D-86 – Perfil de destilación	70
7.4.2.2. Método de testeo ASTM D-1298 – Densidad	70
7.4.2.3. Método de testeo ASTM D-2699 – Número de octano (RON)...	71
7.4.2.4. Método de testeo ASTM D-2700 – Número de octano motor (MON)	72
7.4.2.5. Método de testeo ASTM D-4953 – Presión de vapor Reid.....	73
8. Estudio comercial	73
8.1. Idea de negocio.....	73
8.2. Estrategia de precio	74
8.3. Estimación del costo variable de producción	75
8.4. Estimación del volumen de venta por provincia	75
9. Estudio Económico-Financiero	77
9.1. Consideraciones iniciales	77
9.2. Determinación de la inversión necesaria.....	77
9.2.1. Inversión en activos fijos.....	77
9.2.2. Inversión en activos intangibles	80
9.3. Estructura de financiación	80
9.4. Tasa de corte.....	80
9.5. Flujo de fondos	81
9.6. Métodos de evaluación del proyecto	82
9.7. Análisis de sensibilidad	84
9.7.1. Sensibilidad al costo de nafta básica.	84
9.7.2. Cuadro de Mando Integral.....	85

Conclusión.....	86
Bibliografía.....	88
Anexos.....	91
1. ANEXO A: Sistema de seguridad, salud y gestión del medio ambiente.....	91
2. ANEXO B: Cálculo de dimensionamiento de tuberías y bombas.....	93
3. ANEXO C: Simulación programación de producción.	97
4. ANEXO D: Presupuesto financiero con moneda corriente.	100
5. ANEXO E: Cuadro de Mando Integral	102

Índice de Figuras

Figura 1: Fórmula química del Tetraetilo de Plomo	21
Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de obtención de AVGAS	25
Figura 3: Diagrama de la unidad de craqueo catalítico	28
Figura 4: Deshidrogenación de Ciclohexano para obtención de Benceno	29
Figura 5: Saturación de olefinas en hidrotratamiento	29
Figura 6: Reacción de deshidrociclación del heptano con obtención de tolueno e hidrógeno	30
Figura 7: Diagrama de la unidad de reformación	31
Figura 8: Diagrama de la unidad de isomerización	32
Figura 9: Refinerías productoras de AVGAS 100LL en el mundo	34
Figura 10: Infraestructura de Refinación en Argentina	35
Figura 11: ISO-tanque de TEL de 20 TN de Innospec Ltd.	52
Figura 12: Layout de planta.....	55
Figura 13: Plano de Módulo Habitable 03-591 – Módulos FOD S.A.....	57
Figura 14: Plano de Módulo Habitable BS-591 – Módulos FOD S.A.....	57
Figura 15: Instalación de tanques de almacenamiento	58
Figura 16: Diagrama del eductor del módulo de dosificación	60
Figura 17: Mezclador estático del módulo de dosificación.....	61
Figura 18: Tramo 1 – Camión – Almacenamiento nafta básica	62
Figura 19: Tramo 2 – Almacenamiento de nafta básica – Almacenamiento de AVGAS.....	62
Figura 20: Tramo 3 – Almacenamiento de AVGAS – Camión	63
Figura 21: Tramo 4 – Recirculación.....	63
Figura 22: Equipo Método de Testeo ASTM D-86.....	70
Figura 23: Equipo Método de Testeo ASTM D-1298.....	71
Figura 24: Equipo Método de Testeo ASTM D-2699/2700.....	72
Figura 25: Equipo Método de Testeo ASTM D-4953.....	73

Índice de Tablas

Tabla I: Contenido de TEL en los grados de AVGAS del período 1945-1960.....	17
Tabla II: Contenido de TEL en los grados de AVGAS vigentes al año 2015.....	18
Tabla III: Requerimientos de combustibles de aviación.	19
Tabla IV: Efecto de los tipos de hidrocarburos en las propiedades del AVGAS.....	20
Tabla V: Requerimientos de Propiedades en AVGAS 100 LL.....	23
Tabla VI: Punto de ebullición y cantidad de carbono de las fracciones de destilación atmosférica.	26
Tabla VII: Área Sembrada en la República Argentina - Período 2010-2015 (expresado en millones de hectáreas).	37
Tabla VIII: Consumo Interno de AVGAS en el período 2010-2015.	39
Tabla IX: Segmentación Geográfica del Mercado Aero-Fumigador del AVGAS 100LL.....	39
Tabla X: Participación de mercado - Período 2010-2015 (total y abierto por año).	41
Tabla XI: Precio de Venta AVGAS 100LL – Año 2016.	42
Tabla XII: Variación de Precio AeroGalvez vs. YPF – Año 2016.	42
Tabla XIII: Precio CIF de TEL y Stadis® 450 – Puerto de Rosario.....	51
Tabla XIV: Estimación de producción de AVGAS en base a demanda del mercado argentino.	53
Tabla XV: Estimación de almacenamiento en una temporada.....	54
Tabla XVI: Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.....	64
Tabla XVII: Propiedades de fluidos circulantes en la instalación.....	64
Tabla XVIII: Valores obtenidos en simulación de procesos en software AioFlo.	65
Tabla XIX: Rendimiento y potencia a entregar en eje de bombas.	65
Tabla XX: Información de fluido e instalación para verificar ANPA _d	66
Tabla XXI: Información de fluido e instalación para verificar ANPA _d	67
Tabla XXII: Volumen procesado en instalación según esquema de producción de Anexo C.	69
Tabla XXIII: Costos variables de producción de 1 m ³ de AVGAS.	75
Tabla XXIV: Apertura por provincia de volumen de venta, costo de transporte y tasa de IIBB.	76

Tabla XXV: Inversión en obras civiles.	78
Tabla XXVI: Inversión en instalación de tuberías y accesorios.	78
Tabla XXVII: Inversión en equipos, accesorios y elementos auxiliares.....	79
Tabla XXVIII: Inversión en laboratorio.....	79
Tabla XXIX: Inversión en activos intangibles.	80
Tabla XXX: Tasa de corte por el método de WACC.....	81
Tabla XXXI: Flujo de fondos.....	82
Tabla XXXII: Métodos de evaluación del proyecto.	83
Tabla XXXIII: Evaluación de VAN en función de la tasa de corte.	83
Tabla XXXIV: Costos de importación YPF – Período 2010-2015.....	84
Tabla XXXV: Impacto de incremento de costo de nafta básica en VAN y TIR.	85

Contenidos

1. Objetivos y alcance del proyecto

1.1. Objetivo principal

Determinar la viabilidad del proyecto de establecer una planta de dosificación de TEL (tetraetilo de plomo) en nafta básica para la producción de AVGAS 100LL en Argentina con el fin de abastecer la demanda del mercado nacional de aviación liviana, fumigadores y aeroclubes.

1.2. Objetivos secundarios

- Investigar el marco histórico y técnico del combustible de aviación.
- Describir la situación actual y el modelo de negocio del sector en el ámbito nacional.
- Definir volumen de demanda, locación, frecuencia de compra, actividades para las que se utiliza y forma de comercialización actuales.
- Estudiar los requerimientos necesarios de la nafta básica, el TEL y aditivos para la producción de combustibles de aviación; según lo definido en las normas internacionales ASTM.
- Seleccionar y comparar los proveedores de nafta básica, TEL y aditivos.
- Dimensionar, técnica y operativamente, los equipos necesarios para realizar el proceso de dosificación.
- Analizar, técnica y operativamente, los procesos a realizar, recursos humanos requeridos y logística interna.
- Localizar la planta teniendo en cuenta los riesgos de impacto ambiental y el marco normativo vigente.
- Definir la inversión a realizar para implementar el proyecto.
- Evaluar en forma económica y financiera el proyecto, planteando distintos escenarios de aplicación, para determinar si es viable su realización.

2. Introducción

2.1. Información general

El AVGAS 100LL (Aviation Gasoline 100 Octane Low Lead, en inglés) es un combustible de aviación de alto octanaje con bajo contenido de plomo que se utiliza en motores a pistón de ignición por chispa. Es la versión de bajo contenido de plomo del grado 100 del AVGAS.

Está constituido por mezclas de hidrocarburos refinados derivados del petróleo crudo, TEL y otros aditivos. La formulación de estos componentes para todos los tipos de combustibles de aviación para uso civil está definida en la norma D-910 de la ASTM (American Society for Testing Materials, en inglés).

Los hidrocarburos presentes en este combustible se limita a los tipos parafínicos, que son los que se encuentran en mayor proporción debido a que mejoran la propiedad anti-detonante para una mezcla de baja relación combustible – aire y la fluidez a baja temperatura del combustible; y aromáticos, que aporta al incremento de la capacidad anti-detonante para una mezcla de alta relación combustible – aire.

Los aditivos utilizados son productos químicos solubles en hidrocarburos obtenidos de materias primas derivadas del petróleo. La función y la química de cada aditivo son altamente específicas en la formulación del producto. La norma D-910 de ASTM define como aditivos obligatorios para los grados de AVGAS con plomo al TEL y al colorante correspondiente según el grado (azul, en el caso del AVGAS 100LL); y como opcionales, a aditivos anti-oxidantes, anti-congelantes y disipadores de carga estática.

El AVGAS 100LL es utilizado en aviación liviana, en transportes civiles y militares; siendo éstos dos últimos descartados del alcance de este trabajo de investigación.

El desarrollo de este trabajo estudiará su aplicación para tareas de aviación agrícola y otros tipos de uso de carácter privado.

2.2. Historia

El origen de la historia de la aviación, ubicado cronológicamente en el comienzo del siglo XX, está caracterizado por el uso en aeronaves de motores idénticos a los de automóviles y del mismo tipo de combustible utilizado en éstos.

El desarrollo de nuevas tecnologías en los motores a pistón en las décadas posteriores fue clave en la evolución de aeronaves de mayor tamaño, más seguras y de mayor potencia. El motor radial, máximo exponente de este progreso, lograba una mejor relación peso – potencia que los motores en línea y en V utilizados hasta ese momento; y sus características constructivas demostraron que era mucho más fiable que el motor rotativo, una variante precursora desarrollada en EE.UU. para uso militar en la Primera Guerra Mundial que consistía en un cigüeñal fijo sobre el cual giraba el bloque del motor.

Estos avances fueron los orígenes de una dinámica que se repetiría a lo largo de la historia del AVGAS: las mejoras en los motores generaban la necesidad de mejores combustibles y con características más específicas. El primer desafío radicaba en lograr un aumento de la capacidad antidetonante que permitiera obtener la mayor potencia de los nuevos motores sin que sea limitada por la detonación del combustible. En el año 1921, después de casi una década de testeos y pruebas, el ingeniero Thomas Migley Jr. trabajando para la compañía General Motors descubre un compuesto basado en plomo que mejoraba drásticamente el comportamiento del combustible en la cámara de combustión manteniéndolo estable hasta el momento de la ignición. Ese compuesto era el TEL.

La inclusión del TEL en los combustibles no fue instantánea debido a que las pruebas realizadas por la Armada y la Marina de los EE.UU. determinaron que se formaban depósitos de éste dentro del motor. Por este comportamiento se define una concentración máxima de TEL de 0,79 mL/Litro, que elevaba el número de octano del combustible a 87, dando origen al primer grado de AVGAS de la historia: el grado 87.

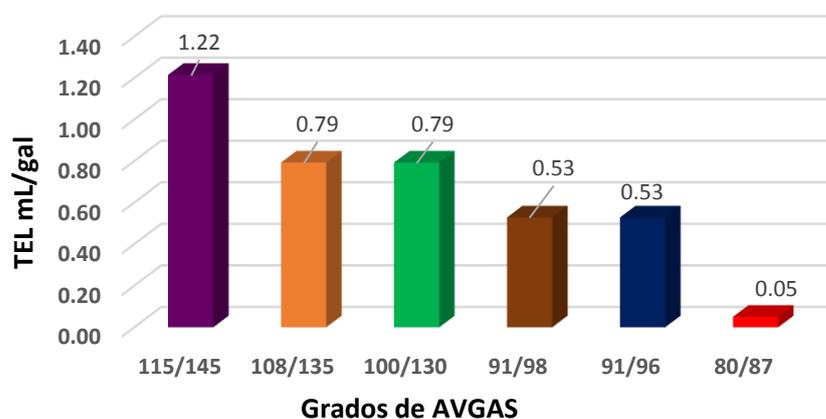
El segundo ciclo de la dinámica mencionada se da en la década del '40 donde grandes avances relacionados a los motores de aviación se sucedieron rápidamente debido a las necesidades de los EE.UU y el Reino Unido por su participación en la SGM (Segunda Guerra Mundial). En este escenario, tienen origen los grados de AVGAS:

- 100/130, utilizado específicamente en motores sobrealimentados por un compresor en el ingreso del aire a la admisión.
- 115/145, con una presencia de TEL de 1,22 mL/Litro, el grado de AVGAS con mayor contenido de TEL de la historia; utilizado para abastecer a motores de aviones de gran peso y potencia.

Posteriormente a la SGM se estandariza la formulación de los combustibles de aviación dando origen a la norma D-910 de la ASTM donde se definieron, conglomerando en ellos todos los existentes hasta al momento, tres grados de AVGAS: 91/98, 100/130 y 115/145. Posteriormente, fueron integrados a la norma los grados 80/87 y 91/96; sin mayores diferencias entre sí más que las mencionadas anteriormente.

El formato de doble número para indicar el grado era una manera de definir el octanaje de la mezcla pobre, con relación combustible – aire baja dada durante el vuelo; y de la mezcla rica, con relación combustible – aire alta dada durante el despegue.

Tabla I: Contenido de TEL en los grados de AVGAS del período 1945-1960.



Fuente: elaboración propia con información de la norma ASTM D-910.

A partir del año 1960, los requerimientos de la aviación civil y comercial empiezan a orientarse hacia los motores a turbina y el combustible Jet A-1. Ante la pérdida de competitividad y el avance de éstos motores la industria realizó *una racionalización de los*

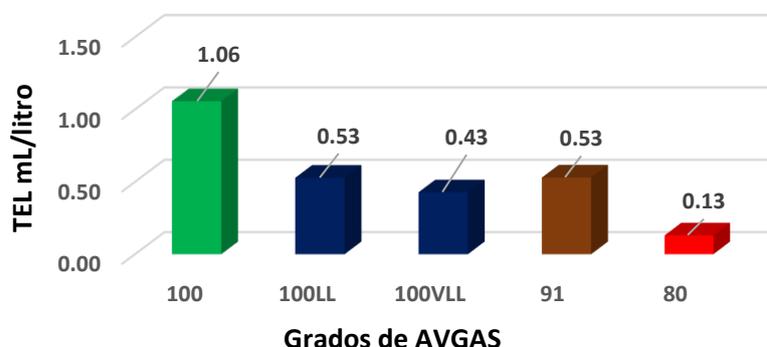
grados en el mercado a los grados 80 y 100 (ASTM Task Force, 2004) justificada por la baja en la demanda y una amplia oferta de grados que no era versátil ni heterogénea. Bajo la misma iniciativa, la ASTM anunció que en la norma D-910 sólo serían incluidos combustibles con contenido de plomo; hecho que se mantuvo hasta la actualidad y que en el desarrollo de este trabajo de investigación justificará conclusiones.

En los principios de la década siguiente, la EPA (Environmental Protection Agency, en inglés), una agencia de protección ambiental de origen estadounidense, lideró una campaña para eliminar el plomo de todo tipo de combustible debido a los daños que causaba al medio ambiente. El resultado fue la eliminación del TEL en los combustibles de automóviles y el inicio de una reducción de la cantidad presente en los combustibles de aviación. En este contexto, se da el origen del AVGAS 100LL, conocido como el combustible de aviación del siglo 21, con un contenido de plomo de 0,53 mL/Litro. Desde ese entonces, la mayoría de los motores de aviación han sido adaptados o desarrollados para poder operar este grado.

Hasta la actualidad, el grado 100LL continuó siendo el más demandado sin sufrir modificaciones. En el año 2010, la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) comenzó con estudios para el desarrollo de AVGAS sin contenido de plomo.

La última actualización de la norma ASTM D-910 del año 2011 certificó la especialización de los grados 80, 91, 100VLL (Very Low Lead, en inglés), 100LL y 100; siendo los grados vigentes para la industria.

Tabla II: Contenido de TEL en los grados de AVGAS vigentes al año 2015.



Fuente: elaboración propia con información de la norma ASTM D-910.

3. AVGAS 100LL

3.1. Composición

Las especificaciones de la formulación de los combustibles de aviación para motores de combustión interna, de sus propiedades de operación y de los métodos de testeo de éstas están incluidos dentro de la norma D-910 de la ASTM. El objetivo de esta norma es proveer un marco de referencia de la aptitud necesaria de los combustibles que asegura un rendimiento en motor satisfactorio, a través de un amplio rango de condiciones y tipos de motores.

En el caso del AVGAS 100LL, su formulación debe cumplir con lo que enuncia la Tabla III:

Tabla III: Requerimientos de combustibles de aviación.

Característica	Unidades	Grado 100LL	Grado 100
<u>Valor Detonante, Mezcla Pobre:</u>			
Número de Octano Método Motor (MON)	-	99,6 mín.	99,6 mín.
<u>Valor Detonante, Mezcla Rica:</u>			
Número de Octano	-	-	-
Número de Desempeño		130,0 mín.	130,0 mín.
Tetraetilo de Plomo (TEL)	mL TEL/L	0,53 máx.	1,06 máx.
	g Pb/L	0,56 máx.	1,12 máx.
Color	-	azul	verde
<u>Contenido de Colorante:</u>	Colorante Azul	mg/L	2,7 máx.
	Colorante Amarillo	mg/L	-
			2,8 máx.

Fuente: elaboración propia con información de la norma ASTM D-910.

3.1.1. Número de octano

Es una definición arbitraria de la capacidad antidetonante de un combustible. Hace referencia al porcentaje de iso-octano que posee una mezcla de iso-octano y heptano cuyas capacidades antidetonantes son iguales al combustible con el que se está comparando mediante el método específico.

Se especifican dos variables de medición respecto al número de octano:

- Número de octano motor – MON (Motor Octane Number, en inglés): determina el número de octano en condiciones de crucero. Considera una mezcla de aire y combustible con alto porcentaje de aire.
- Número de octano de investigación – RON (Research Octane Number, en inglés): determina el número de octano en condiciones de máxima potencia. Considera una mezcla de aire y combustible con alto porcentaje de combustible.

Ambos números se determinan a través de ensayos de laboratorio bajo los procedimientos de los métodos D2699 y D2700 de la ASTM y deben cumplir con el detalle de la Tabla III.

3.1.2. Hidrocarburos

Los requerimientos que debe cumplir el combustible limitan a que los hidrocarburos presentes sean de los tipos iso-parafinicos y aromáticos debido a que logran una mejora en tres de las propiedades que especifica la norma D-910. En la Tabla IV, se muestra el detalle:

Tabla IV: Efecto de los tipos de hidrocarburos en las propiedades del AVGAS.

Propiedad	Clases de Hidrocarburos			
	Parafinas (cadena lineal)	Iso-parafinas (cadena ramificada)	Naftenos	Aromáticos
Capacidad anti-detonante de mezcla pobre	Muy bajo	Muy alto	Neutro	Alto
Capacidad anti-detonante de mezcla rica	Muy bajo	Alto	Neutro	Alto
Fluidez a baja temperatura	Bajo	Muy alto	Neutro	Bajo

Fuente: elaboración propia con información de Chevron Corp.

Los procesos de refinación necesarios para la obtención de un combustible compuesto por estos tipos de hidrocarburos se especifican en el bloque 4.2.

3.1.3. Aditivos

La norma D-910 clasifica los aditivos en obligatorios y no obligatorios. Solamente pueden ser utilizados los que están incluidos dentro de ella identificados por su fórmula química. Producen el efecto deseado en un rango de concentración de partes por millón.

3.1.3.1. Tetraetilo de plomo – TEL

Su característica más importante consiste en actuar como anti-detonante permitiendo que el combustible se mantenga estable en la cámara de combustión hasta que se produce la deflagración.

La fragilidad de los cuatro enlaces que unen los CH₂ (metilenos) con el Pb (plomo) permite que los enlaces se rompan a la temperatura de combustión. Es agregado como parte de una mezcla que contiene 1,2-dibromoetano (dibromuro de etileno), compuesto que permite eliminar el PbO (óxido de plomo) que se forma producto de la combustión evitando la formación de depósitos de plomo en válvulas.

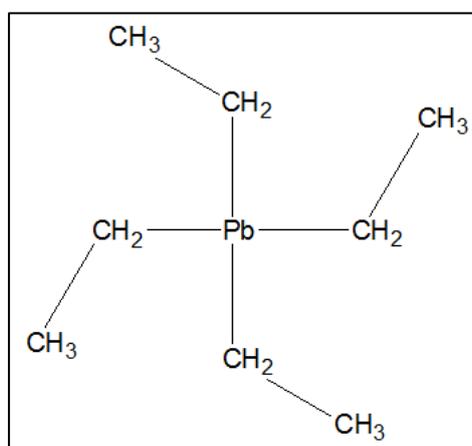


Figura 1: Fórmula química del Tetraetilo de Plomo

El dibromuro de etileno reacciona con el PbO, que se forma luego de la combustión, convirtiéndolo en una mezcla de PbBr₂ (bromuro de plomo) y Pb₃O₂Pb₂ (oxibromuro de plomo). Estos dos compuestos, al ser volátiles, son expulsados de la cámara de combustión junto a los gases de escape.

Su presencia en los combustibles de aviación permite aumentar la presión de operación, que se realiza por medio de un compresor que incrementa la cantidad de aire que ingresa al motor, sin que el combustible detone antes de tiempo. Esto es sinónimo de mayor velocidad y altitud; a medida que aumenta la altura de vuelo, compensa la caída de presión atmosférica y la disminución de la cantidad de aire que ingresa al motor.

3.1.3.2. Colorante

Se utiliza para diferenciar en forma visual el grado de AVGAS respecto a cualquier otro tipo de combustible. Es una medida de seguridad.

La especificación determina que para el grado 100 LL el colorante debe ser 1,4 – dialquilamino – antraquinona. Es un compuesto que se obtiene de la oxidación del antraceno, un hidrocarburo aromático.

3.1.3.3. Stadis ® 450

Es un disipador de carga electro-estática compuesto por hidrocarburos aromáticos y nafténicos. Incrementa la conductividad eléctrica del AVGAS reduciendo el riesgo de ignición por descarga eléctrica del combustible al tanque o tubería que lo contenga. Este incremento promueve una rápida disipación de la carga electro-estática que se produce por el bombeo del combustible a través de tuberías, válvulas y filtros.

Se añade al combustible en una concentración de hasta 3 mg./litro. La propiedad del aditivo puede disminuir si el combustible es almacenado por un período de tiempo mayor a un año. En este caso, se puede elevar la concentración en 2 mg./litro a la inicial.

Este aditivo produce un aumento en la dificultad de remover el agua del combustible. Este efecto se reduce debido al proceso de hidrotratamiento que se realiza en el combustible en su fase de refinación, que se presenta en el bloque 4.2.4.

3.2. Propiedades generales y métodos de testeo según Norma ASTM D-910

Las propiedades que se presentan en la Tabla V son las que deben ser testeadas según el correspondiente método y cuyos valores deben estar en el rango mencionado.

Todos los métodos son realizados en laboratorio, bajo proceso especificado. El proceso de obtención del AVGAS descrito en el bloque 4.2 está basado en operaciones que le otorgan al combustible la estructura y los componentes necesarios que determinan un completo cumplimiento de los requerimientos de la Tabla V.

Tabla V: Requerimientos de Propiedades en AVGAS 100 LL.

Propiedad	Unidades	Valores	Método de Testeo
Densidad a 15°C	kg/m ³	Debe ser informado	D-1298
<u>Destilación:</u>			
Punto inicial de ebullición	°C	Debe ser informado	D-86
<u>Combustible evaporado:</u>			
10 % volumen	°C	75 máx.	D-86
40 % volumen	°C	75 mín.	D-86
50 % volumen	°C	105 máx.	D-86
90 % volumen	°C	135 máx.	D-86
Punto final de ebullición	°C	170 máx.	D-86
Temperatura de la suma de 10% + 50% evaporado	°C	135 mín.	D-86
Presión de vapor	kPa	38,0 - 49,0	D-4953

Fuente: elaboración propia con información de la norma ASTM D-910.

4. Proceso de Obtención

4.1. Consideraciones iniciales

A lo largo del bloque 4.2. se describen todas las etapas previas a la dosificación de aditivos en el proceso de obtención de AVGAS en una refinería, a modo introductorio y con el objetivo de brindar una base operativa teórica.

El proceso de refinación está diseñado con el fin de lograr una composición de hidrocarburos parafínicos de cadena ramificada (iso-parafinas) e hidrocarburos aromáticos de, aproximadamente, 99% del producto final. Abarca las operaciones de:

- Destilación atmosférica y al vacío.
- Craqueo catalítico.

- Hidrotratamiento.
- Isomerización.
- Reformación.
- Alquilación.

Los procesos de isomerización y alquilación son esenciales para la conversión de la estructura de cadena lineal de las parafinas en cadena ramificada. La estructura ramificada le otorga el nombre de iso-parafina a este tipo de hidrocarburo, que es el componente de alto octanaje característico del AVGAS.

La operación de craqueo catalítico, normalmente utilizada en la industria para transformar fracciones pesadas de la destilación en naftas de alto octanaje, solamente forma parte del análisis debido a su producción de hidrocarburos olefinicos (u olefinas), principalmente el butileno, que se utilizan en el proceso de alquilación para la obtención de iso-parafinas. Los restantes cortes que se obtienen del craqueo catalítico son descartados de este análisis debido a que su alto octanaje se logra por la presencia de hidrocarburos olefinicos que al oxidarse forman sedimentos y gomas. Aunque esta reacción de oxidación puede ser controlada con el agregado de antioxidantes, es un hidrocarburo de baja estabilidad cuya presencia en el AVGAS no es deseada.

La Figura 2 muestra el diagrama de flujo del proceso basado en una refinería de conversión compleja. Simplifica las operaciones y fracciones obtenidas a las que forman parte del proceso de obtención del AVGAS.

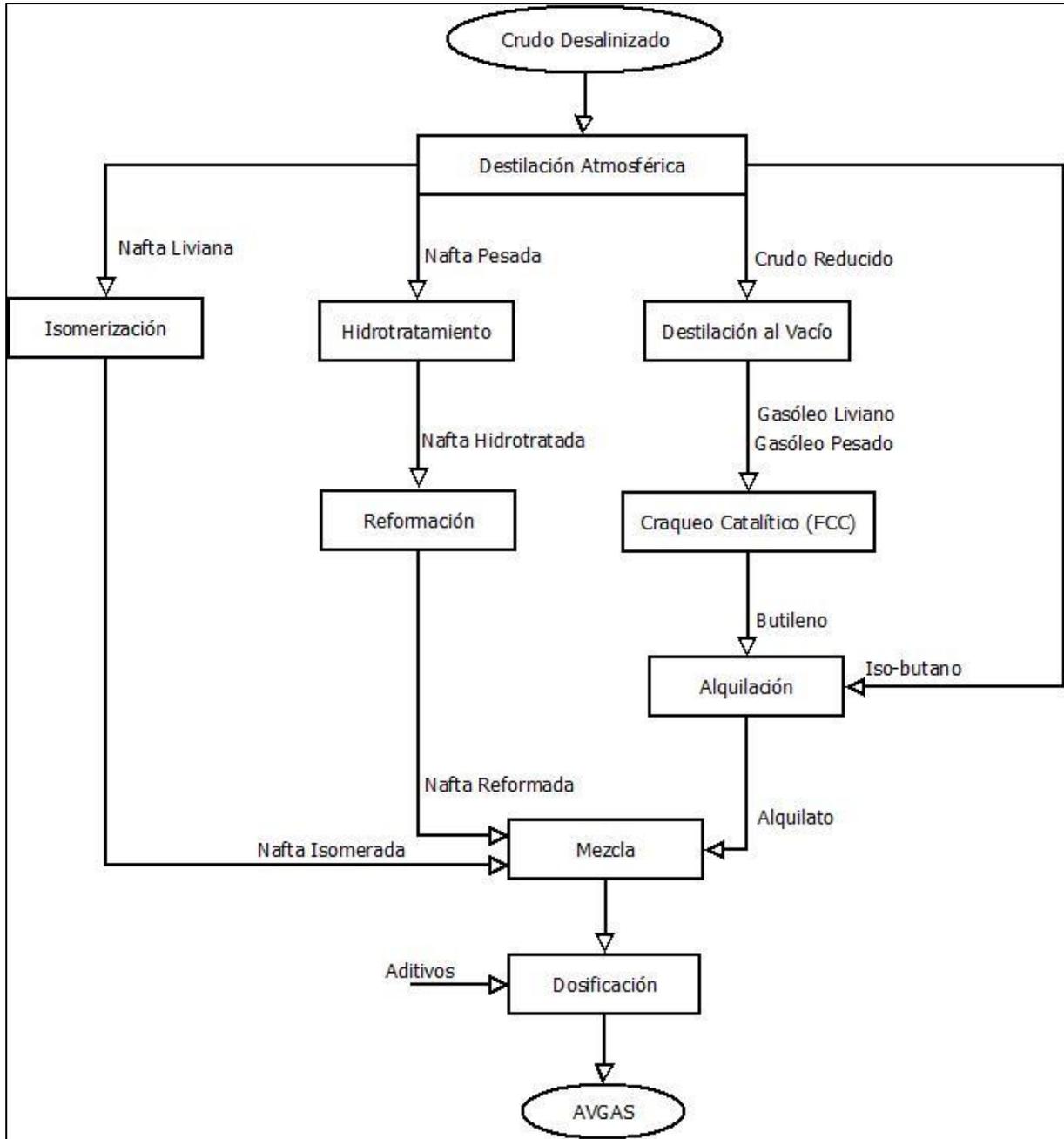


Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de obtención de AVGAS.

4.2. Refinación

Consiste en una serie de procesos físicos y químicos continuos que transforman, a través de distintas reacciones y operaciones, al crudo de petróleo y sus sub-

productos obtenidos durante el proceso en productos con características físicas y propiedades distintas. Cada uno de estos productos recibe el nombre de corte o fracción.

4.2.1. Destilación Atmosférica

El fraccionamiento de los hidrocarburos que componen el petróleo crudo se da a través del proceso de destilación primaria. La separación tiene lugar en las columnas o torres de destilación; a las que ingresa el petróleo crudo, previamente desalinizado, a una temperatura superior a 340°C luego de su paso por los hornos de calentamiento. La temperatura más alta dentro de la torre se da en su parte inferior y desciende a lo largo de su altura hasta un mínimo de aproximadamente 30°C, a presión de 1 ATM.

El interior de la torre está dividido a lo alto por bandejas de acero perforadas dispuestas en intervalos desde la base hasta la cima. Cada bandeja tiene una temperatura más baja que la que se encuentra a una altura inmediata inferior.

El petróleo ingresa por la parte inferior a la torre. Las fracciones ligeras que lo componen se encuentran en estado gaseoso y ascienden por el interior de la torre a través de las perforaciones. Al entrar en contacto con la bandeja que se encuentra a una temperatura inferior a la de su punto de ebullición, la fracción se condensa y se extrae de la torre.

Según su punto de ebullición y la cantidad de carbono que contiene, las fracciones de la destilación primaria que se utilizan en la producción de AVGAS pueden clasificarse en los grupos de la Tabla VI.

Tabla VI: Punto de ebullición y cantidad de carbono de las fracciones de destilación atmosférica.

Cortes	Número de C	Punto de Ebullición
Butano	C ₄	< 25°C
Nafta liviana	C ₅ – C ₇	70°C - 140°C
Nafta pesada	C ₆ – C ₁₂	140°C - 200°C
Gasóleo liviano	C ₁₂ – C ₁₈	175°C - 275°C
Gasóleo pesado	C ₁₆ – C ₂₅	275°C - 370°C
Crudo reducido	> C ₂₅	> 370°C

Fuente: elaboración propia con información del Instituto Argentino de Petróleo y Gas.

Cada una de estas fracciones se trata en las siguientes etapas del proceso según el diagrama de flujo de la Figura 2.

4.2.2. Destilación de Vacío

El crudo reducido, fondo de la columna de destilación atmosférica, es el conjunto de los cortes más pesados y se trata en unidades de destilación de vacío, donde se realiza un proceso idéntico pero bajo una presión de 0,02-0,03 ATM para obtener una mayor proporción de productos ligeros respecto a la destilación atmosférica. En términos de volumen, se recupera hasta un 15% del crudo reducido en gasóleo liviano y un 25% en gasóleo pesado; el porcentaje restante se utiliza como alimentación en otros procesos.

4.2.3. Craqueo Catalítico

Los gasóleos pesados obtenidos en la destilación se tratan en la unidad de craqueo catalítico para generar la ruptura de los enlaces de carbono bajo la influencia de un catalizador, basado en combinaciones sintéticas de alúmina y silicio.

En este análisis, el corte obtenido del craqueo catalítico que se utiliza en la producción de AVGAS es el butileno como alimentación de la unidad de alquilación.

La operación sucede a una temperatura que comienza a 450°C a una presión de 1,2 ATM. Se realiza en 3 unidades representadas en la Figura 3:

- Reactor: el gasóleo pesado que se utiliza como alimentación en el proceso entra en contacto con el catalizador en la línea de entrada a esta unidad. El catalizador procedente del regenerador vaporiza la alimentación. El craqueo se produce a lo largo de la línea de alimentación y en el reactor. Los vapores se transportan hasta una columna de destilación para su separación.
- Regenerador: el proceso de craqueo que ocurre en el reactor produce coque que se deposita entre las partículas del catalizador inhibiendo su reacción. En la base del reactor se acumula la mezcla de coque y catalizador, y es bombeada hacia el regenerador donde se elimina el coque a través de combustión con el aire que se realiza a una temperatura de 650°C,

aproximadamente. El catalizador regenerado es utilizado nuevamente en el circuito.

- Torre de fraccionamiento: separa los hidrocarburos que proceden del reactor según su punto de ebullición.

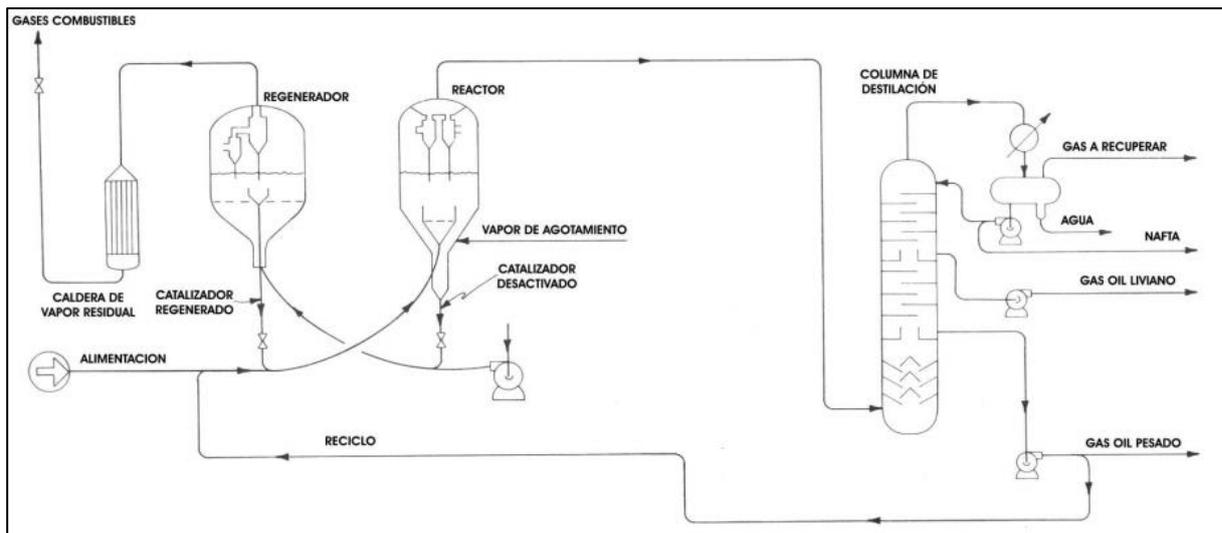


Figura 3: Diagrama de la unidad de craqueo catalítico.

En lo que respecta a la reacción de craqueo de los diferentes tipos de hidrocarburos que forman a la alimentación, los hidrocarburos nafténicos en reacción con el catalizador desprenden hidrógeno que satura a los hidrocarburos olefinicos y los transforman en iso-parafinas.

Este proceso de deshidrogenación consiste en la reacción de ciclohexano, un hidrocarburo nafténico, con el catalizador para obtener benceno, un hidrocarburo aromático. El hidrógeno liberado en la reacción satura a los hidrocarburos olefinicos transformándolos en iso-parafinas.

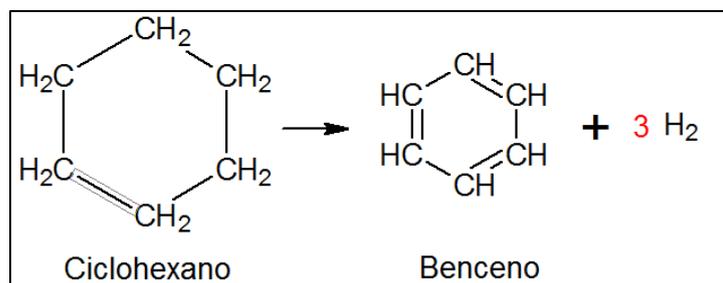


Figura 4: Deshidrogenación de Ciclohexano para obtención de Benceno.

En términos de rendimiento, la utilización de alúmina y silicio como catalizador reduce los porcentajes en volumen de obtención de nafta debido a que la reacción favorece la obtención de butano pero el índice octánico de la nafta obtenida es mayor que bajo la acción de otros catalizadores.

4.2.4. Hidrotratamiento

Las fracciones de naftas pesadas que se obtienen en el proceso de destilación y la nafta de craqueo catalítico son sometidas al proceso de HDT (hidrotratamiento) con el fin de eliminar elementos no deseados que producen desgaste y corrosión en los equipos a través de la presencia de hidrógeno y acción de catalizadores. Azufre, nitrógeno, metales pesados y compuestos oxigenados se eliminan en forma de ácido sulfhídrico, amoníaco y agua.

Este proceso promueve la saturación de los hidrocarburos no saturados, olefinas y aromáticos, convirtiéndolos en hidrocarburos parafínicos. En la Figura 5 se presenta la reacción:

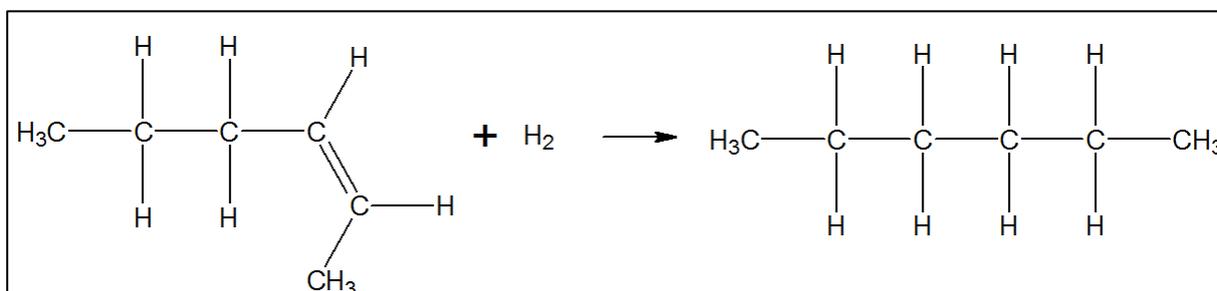


Figura 5: Saturación de olefinas en hidrotratamiento.

El proceso consiste en calentar las fracciones a una temperatura entre 315°C y 400°C antes de ingresar a un reactor. El reactor es alimentado con las fracciones, hidrógeno y un catalizador, compuesto de cobalto-molibdeno o de níquel-molibdeno. La salida del reactor alimenta un separador de alta presión que separa el ácido sulfhídrico y el amoníaco, formados en la reacción, de los productos deseados. La corriente continúa hacia una torre estabilizadora donde se separa la nafta hidrotratada de los gases que se eliminan.

4.2.5. Reformación

Las naftas de craqueo catalítico y pesadas de destilación atmosférica, previamente hidrotratadas, son la carga de la unidad de reformación. La razón de ser de este proceso radica en un aumento del octanaje de las naftas mencionadas mediante un reordenamiento de la estructura de los hidrocarburos.

Las reacciones principales se clasifican en:

- 1- Deshidrogenación de hidrocarburos nafténicos a aromáticos, reacción idéntica a la que tiene lugar en el craqueo catalítico.
- 2- Deshidrociclación de parafinas a aromáticos, reacción compuesta por una deshidrogenación de hidrocarburos parafínicos y una ciclación de la estructura lineal.

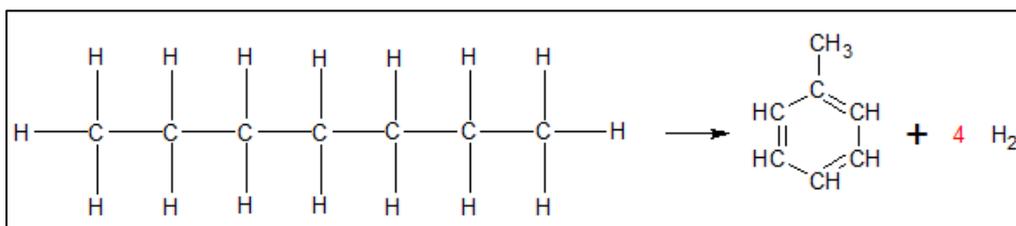


Figura 6: Reacción de deshidrociclación del heptano con obtención de tolueno e hidrógeno.

- 3- Isomerización, por medio de la cual se obtienen iso-parafinas debido al reordenamiento de la estructura lineal en estructura ramificada de los hidrocarburos parafínicos.
- 4- Craqueo con hidrógeno, con el fin de lograr compuestos de cadena más corta. Un ejemplo de una reacción posible es la conversión de decanos, parafinas con

número de carbono 10, en butano, una parafina con número de carbono 4, y en hexano, una parafina con número de carbono 6.

La unidad de reformación se basada en una serie de hornos y reactores donde la carga de alimentación ingresan al circuito a una temperatura de aproximadamente 500°C. El primer reactor opera a baja presión para favorecer la reacción de deshidrogenación de naftenos. Cada reacción produce un descenso de la temperatura y la corriente debe calentarse nuevamente antes de entrar al siguiente reactor.

A la salida del circuito de reactores, a través de un separador líquido-vapor se divide al hidrógeno y a la corriente líquida. Parte del hidrógeno vuelve al circuito y otra parte es utilizada en dirigida a otras unidades de proceso. La corriente líquida pasa a una torre de destilación donde se fracciona la nafta reformada de los demás cortes gaseosos.

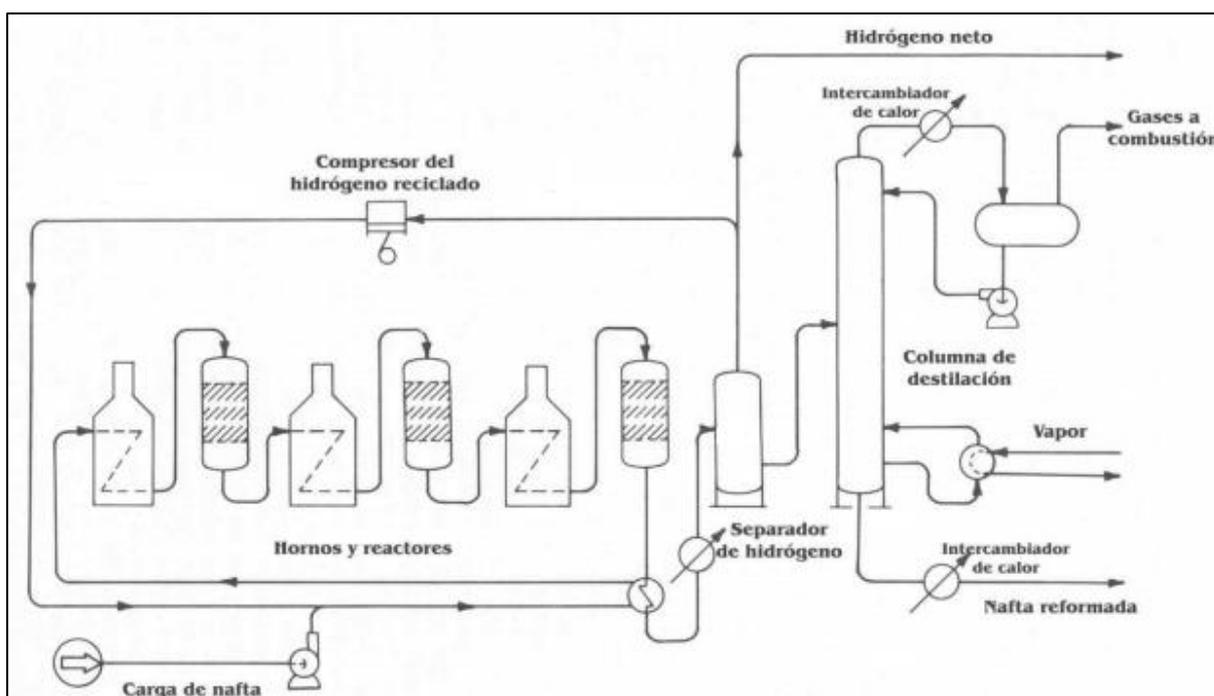


Figura 7: Diagrama de la unidad de reformación.

4.2.6. Isomerización

La nafta liviana obtenida en el proceso de destilación atmosférica posee un octanaje bajo respecto a los niveles deseados en el AVGAS. El proceso de isomerización produce un aumento en el octanaje debido a la conversión de cadenas lineales en cadenas

ramificadas de los hidrocarburos parafínicos que componen a la nafta de destilación atmosférica. Estos hidrocarburos son el pentano (C_5H_{12}) y el hexano (C_6H_{14}).

Las condiciones en las que se lleva a cabo la reacción son menos severas que en el reformado catalítico y el rango de temperatura de proceso es más amplio, entre $180^{\circ}C$ a $400^{\circ}C$. En el reactor se encuentra un catalizador de base de platino con cloruro de aluminio que da inicio a la reacción. En la reacción se forma cloruro de hidrógeno que cumple dos funciones: mantener activa la reacción, debido a la presencia del cloro que actúa como catalizador; y evitar la formación de coque, gracias a la atmósfera de hidrógeno que se genera en el reactor.

A salida del reactor, la corriente ingresa a una unidad estabilizadora donde se separan las fracciones de iso-butano e iso-propano que también se obtienen en la reacción. El circuito finaliza en una unidad que separa iso-pentano de iso-hexano, considerados componentes livianos y pesados de isomerización respectivamente, además de un reciclado que vuelve a la entrada del circuito como alimentación.

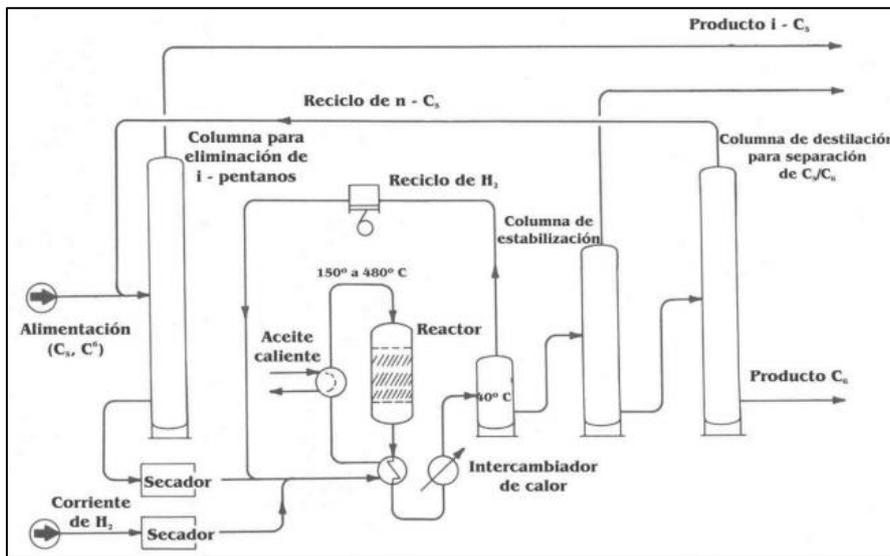


Figura 8: Diagrama de la unidad de isomerización.

El iso-butano obtenido en este proceso puede ser utilizado como carga en la unidad de alquilación, aunque no es una práctica común. El iso-pentano y el iso-hexano componen la nafta isomerizada que se dispone al proceso de mezcla.

4.2.7. Alquilación

El proceso de alquilación consiste en convertir los hidrocarburos que se obtienen en la unidad de craqueo catalítico junto al iso-butano que se obtiene de la destilación atmosférica en una mezcla de hidrocarburos de cadena ramificada que recibe el nombre de alquilato. La reacción se produce utilizando como catalizador a un ácido fuerte, como el sulfúrico o el fluorhídrico.

Las características principales del alquilato radican en que posee un elevado número octánico, una baja presión de vapor y en que no posee azufre ni hidrocarburos aromáticos. En base a esto es que su presencia como componente del AVGAS es necesaria.

4.3. Dosificación de aditivos

El AVGAS es un combustible altamente refinado, según el proceso descrito en el bloque 4.2., para lograr una combinación de componentes que satisfagan las especificaciones técnicas y los requerimientos de rendimiento. Lograr esta combinación implica mezclar más de una corriente de refinación.

La Figura 2 del bloque 4.1 muestra el diagrama de flujo de las corrientes de refinación a lo largo del proceso de obtención. La mezcla de corrientes, previa a la dosificación de aditivos, se compone por nafta reformada, nafta isomerizada y alquilato; y recibe el nombre de nafta básica.

La operación de dosificación consiste en la inyección de los aditivos a través de la acción de una bomba de vacío en la corriente de nafta básica durante su transporte entre tanques. El TEL y el Stadis[®] 450 se inyectan directamente en la corriente del combustible.

5. Estudio de Mercado

5.1. Caracterización del contexto internacional

Solamente 31 refinerías se dedican a la producción de este combustible, y de éstas sólo seis (6) se encuentran en América Latina.

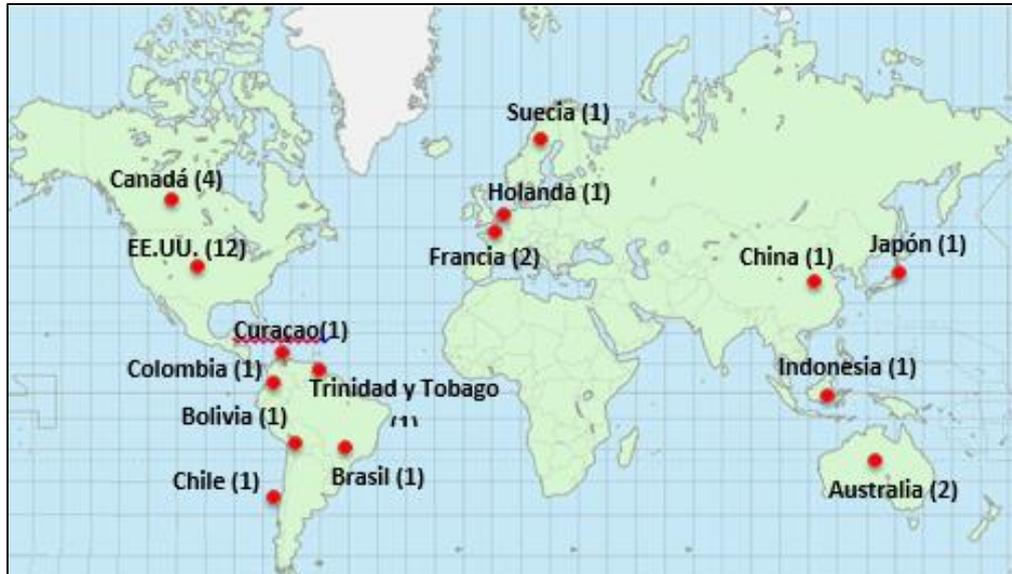


Figura 9: Refinerías productoras de AVGAS 100LL en el mundo.

El desarrollo de nuevos combustibles más ecológicos y menos contaminantes es la amenaza más grande que tiene este proyecto. En la actualidad varias compañías petroleras han estado desarrollando posibles reemplazos de AVGAS con estas características, más precisamente sin la presencia de TEL, siguiendo una iniciativa de la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) del año 2011.

La misión de esta iniciativa es la de *facilitar el desarrollo y el despliegue de un combustible AVGAS sin plomo con el menor impacto posible en la existente flota de motores de aviación a pistón* (Unleaded AVGAS Transition Aviation Rulemaking Comitee, 2012). Según el cronograma de este programa, a partir del año 2018 se estaría en condiciones de comenzar con las pruebas de factibilidad de vuelo de los combustibles presentados por las compañías petroleras involucradas. Según un congreso realizado por la FAA en el año 2012 la comercialización del producto podría materializarse en el año 2025.

5.2. Caracterización del contexto local

El AVGAS actualmente no es producido por ninguna de las refinerías ubicadas en territorio argentino. La única empresa petrolera establecida en el país que comercializa este producto es YPF, actividad que realiza por medio de la importación del mismo.

YPF y la empresa AeroGalvez S.R.L., importadora y distribuidora de combustible de aviación, son las únicas dos empresas que abastecen a la demanda presente en el país.

5.2.1. Infraestructura de Refinación en Argentina

La capacidad de refinación en el territorio nacional al año 2016 es de 102.000 metros cúbicos diarios. Esta capacidad está dividida geográficamente entre 4 provincias, según se indica en la Figura 10:

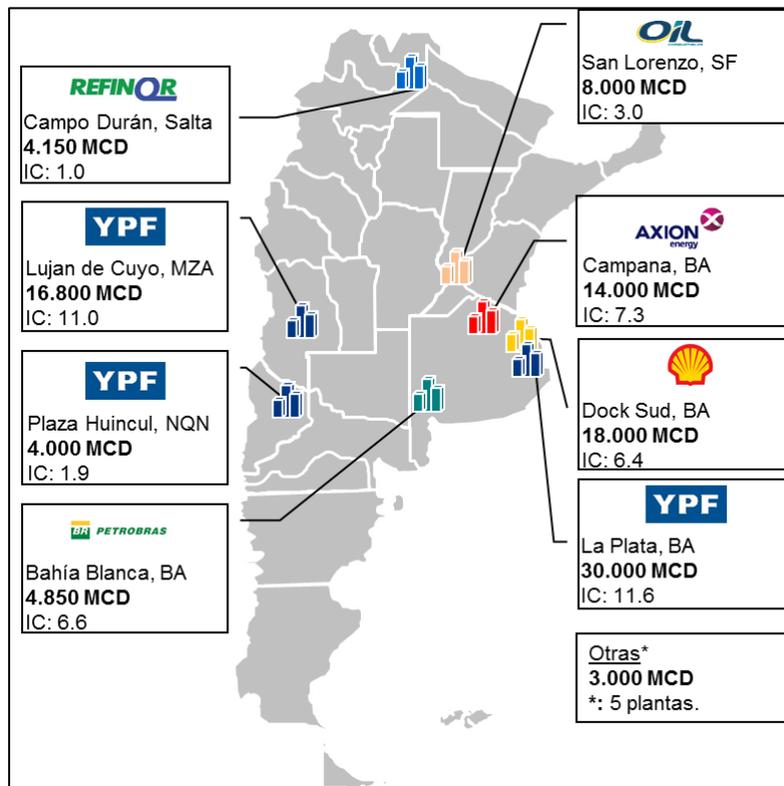


Figura 10: Infraestructura de Refinación en Argentina.

En cada planta se expresa la capacidad de refinación en MCD (metros cúbicos diarios) y su respectivo índice de complejidad Nelson, que mide la capacidad total de la refinería en relación a su capacidad de destilación primaria.

La capacidad de las plantas catalogadas como ‘Otras’ que no se presentan en la Figura 10 corresponden a las empresas Destilería Argentina de Petróleo (DAPSA), New American Oil (NAO), Fox Petrol, Polipetrol y COPSA.

Adicionalmente a la infraestructura presentada, desde el año 2015 se encuentra en inactividad una refinería en la localidad de Plaza Huincul, provincia de Neuquén, perteneciente al Grupo Más Energía bajo la sociedad Petrolera Argentina S.A.. Fue inaugurada en el año 2011 bajo el programa de incentivo para inversiones referidas a la producción y refinación de hidrocarburos “Refinación Plus”. A mediados del año 2016, el caso se encuentra bajo investigación de la justicia debido a irregularidades en la otorgación de subsidios y a la posterior declaración de insolvencia de la sociedad propietaria.

Las refinerías que cuentan con unidad de alquiler, instalación fundamental para la obtención de los componentes de alto octanaje que forman el AVGAS, son las de:

- YPF, en La Plata y Luján de Cuyo.
- Shell, en Dock Sud.
- Axion, en Campana.

Estas refinerías cuentan con una capacidad de producción de alquilato de 770 MCD, destinada a mejorar el octanaje de naftas de automóvil que obtienen en otras unidades de proceso.

5.2.2. Aviación agrícola

Es el sector de la aviación dedicado a brindar soporte a la industria agropecuaria a través de las tareas de fumigación y dispersión de sólidos (fertilizantes o semillas).

Las primeras tareas en Argentina comenzaron en el año 1926 con la primera aplicación realizada sobre cultivos en la ciudad de Rafaela, Santa Fe. La actividad tomó forma comercial a partir del año 1953. A lo largo de su historia ha evolucionado en los aspectos técnico, humano, tecnológico y de seguridad; hecho que la transforma en la forma más rápida, segura y económica de realizar la actividad de fumigación.

5.2.2.1. Fumigación aérea

La técnica consiste en el paso de la aeronave sobre el follaje generando una turbulencia que lo agita y abre para permitir una penetración más uniforme en toda la planta del producto que se rocía. Los productos que se aplican bajo esta forma son herbicidas, insecticidas, fungicidas, fertilizantes foliares y cebos tóxicos. En la práctica, las dosis y la especie a aplicar son definidas en base a la plaga y al lote sobre el que se va a aplicar por el ingeniero agrónomo a cargo.

La capacidad operativa de 800 a 1.300 hectáreas por día, la velocidad de trabajo y la eficacia en la difusión del producto aplicado le otorga ventajas diferenciales en comparación con los métodos de fumigación terrestre basados en el uso de pulverizadoras. Sin embargo, estos dos métodos son complementarios y no compiten entre sí. El método terrestre es descartado cuando el cultivo presente posee un cierto desarrollo debido al pisoteo que la pulverizadora realiza sobre el mismo, acción que deriva en pérdidas de rendimiento del lote, y cuando la estabilidad del suelo se ve reducida por efecto de lluvias.

El 25% de las hectáreas sembradas en el país, aproximadamente 8 millones, se fumigan de manera aérea. En este aspecto, la actividad aún posee un margen de crecimiento amplio si se compara el área operada actual contra el área sembrada en el territorio nacional que se presenta en la Tabla VII:

Tabla VII: Área Sembrada en la República Argentina - Período 2010-2015 (expresado en millones de hectáreas).

Grano	2014/2015	2013/2014	2012/2013	2011/2012	2010/2011
Trigo	4,20	3,65	3,16	4,62	4,57
Maíz	5,50	6,10	6,10	5,00	4,56
Sorgo	1,10	1,10	1,16	1,25	1,23
Cebada	1,00	1,33	1,87	1,22	0,80
Avena	1,50	1,46	1,22	1,05	1,13
Centeno	0,30	0,31	0,16	0,15	0,16
Arroz	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25
Total Cereales	13,85	14,19	13,90	13,52	12,70

Grano	2014/2015	2013/2014	2012/2013	2011/2012	2010/2011
Soja	20,50	20,00	20,00	18,67	18,85
Algodón	0,60	0,59	0,41	0,62	0,62
Maní	0,40	0,41	0,41	0,30	0,26
Girasol	1,30	1,30	1,66	1,85	1,75
Colza	0,10	0,07	0,09	0,03	0,01
Cartamo	0,10	0,10	0,11	0,17	0,09
Lino	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Total Oleaginosos	23,02	22,49	22,70	21,66	21,61
Total	36,87	36,68	36,60	35,18	34,31

Fuente: Informativo Semanal N° 1.668 de la Bolsa de Comercio de Rosario.

La técnica aérea es utilizada principalmente en cultivos de soja, maíz y trigo, granos que concentran el 81% del área sembrada en el país, pero sólo se realiza en un 27% de su área total.

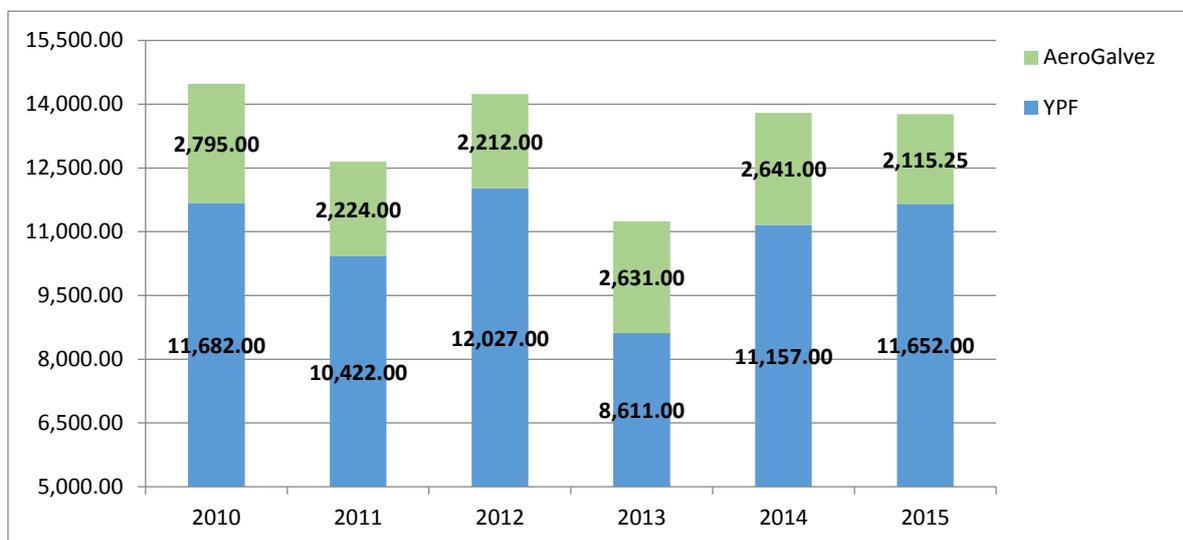
5.3. Análisis de Demanda

El consumo de AVGAS en el país está dado por empresas dedicadas a la aviación agrícola (85%); y en menor parte, clubes de aviación y uso privado (15%) cuya participación se mantiene en descenso debido al continuo reemplazo de la flota de aviones a pistón por aeronaves con motor a turbina.

En metros cúbicos, el consumo oscila entre los 11.500 y 13.500 m³ anuales manteniéndose estable en ese rango desde hace 10 años.

La demanda total interna en el período 2010 – 2015 se presenta según la empresa abastecedora en la Tabla VIII.

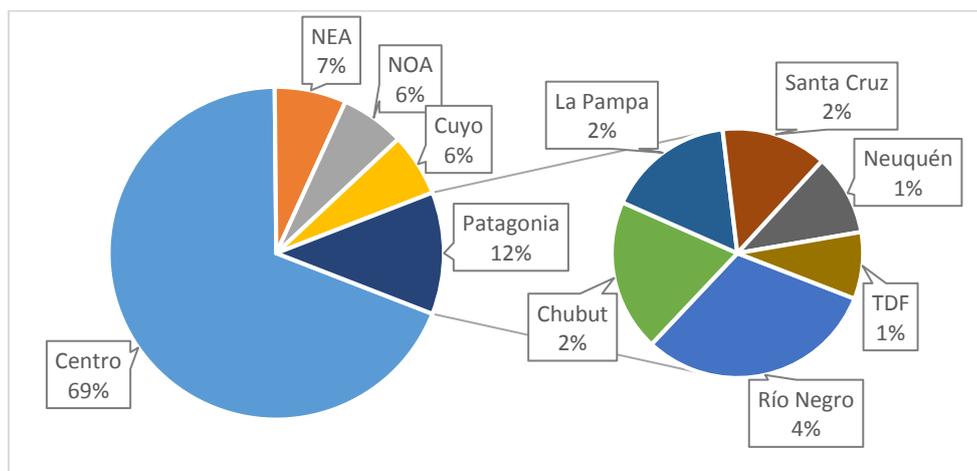
Tabla VIII: Consumo Interno de AVGAS en el período 2010-2015.



Fuente: elaboración propia con información aportada por AeroGalvez y el Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

La segmentación geográfica del mercado fumigador se muestra en la Tabla IX, donde la zona Centro concentra el 70% con un 27% en Córdoba, un 24% en Buenos Aires y un 17% en Santa Fe. Las zonas del NEA, NOA y Cuyo se encuentran entre los 6% y 7%; y la región Patagónica en un 12% completamente atomizado a lo largo de su extensión.

Tabla IX: Segmentación Geográfica del Mercado Aero-Fumigador del AVGAS 100LL.



Fuente: elaboración propia con información aportada por AeroGalvez.

El comportamiento de consumo de los fumigadores puede explicarse según las siguientes variables:

- Cantidad de milímetros de lluvia: guarda relación directa con la necesidad de fumigar los cultivos debido a la presencia de plagas. La mayoría de los caminos de acceso a los campos no están pavimentados y la variante de fumigación terrestre por medio de pulverizadora se descarta debido a que éstas no pueden ingresar al lote por la inestabilidad del terreno. Esta variable es la que mayor incidencia posee.
- Precio de fumigación por hectárea: los precios, según la zona del país en la que se realice la fumigación y el tipo de cultivo, pueden variar desde 3 USD/hectárea hasta 12 USD/hectárea.
- Precio en el mercado de los 4 granos (soja, maíz, girasol y trigo) más importantes: disminuciones sensibles en el precio de los granos más importantes generan una migración a alternativas más económicas de fumigación. Esta variable es la que menor incidencia posee.

Se divide en dos etapas a lo largo del año: entre los meses de Abril y Septiembre la demanda es muy baja en comparación con el período Octubre – Marzo donde se concentra el 75% del consumo anual.

5.4. Análisis de Oferta

Los casos de negocio de YPF y AeroGalvez S.R.L. son distintos y se caracterizan según:

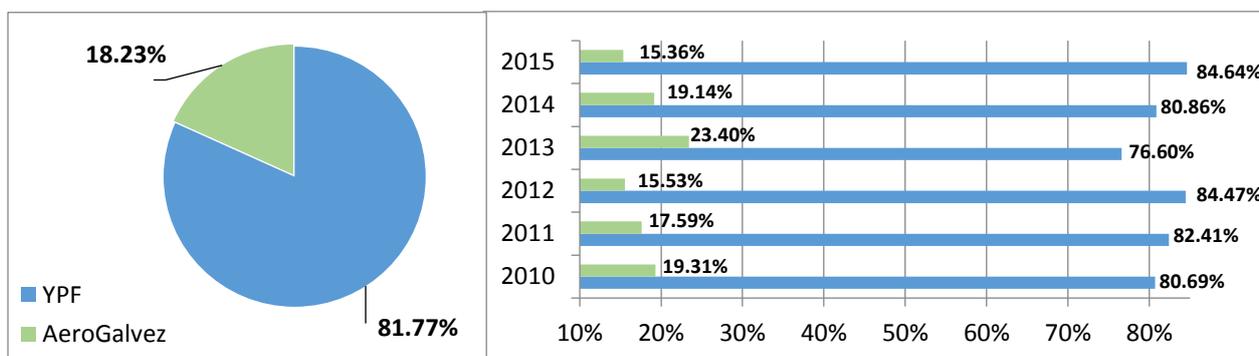
- Caso YPF: el producto se importa desde el Golfo de México donde es producido por la empresa Conoco-Phillips, se almacena y suministra a distribuidores oficiales con unidades abastecedoras propias.
- Caso AeroGalvez: el producto se importa desde el Golfo de México o Brasil, se almacena y la distribución está a cargo de una empresa de transporte tercerizada. En este caso, los únicos activos que posee la empresa AeroGalvez son tanques de almacenamiento.

La actual metodología de comercialización basada en la importación y distribución del producto lleva consigo grandes esfuerzos de coordinación logística, de cooperación junto a la Secretaría de Energía de la Nación, de carga administrativa relacionada a las DJAI (Declaraciones Juradas Anticipadas de Importación) y elevados costos de almacenamiento.

En la Tabla X se resume la participación de mercado de cada compañía oferente en el período 2010-2015. YPF mantiene su participación arriba del 75% para el período estudiado. Las razones principales son:

- Una mayor capacidad de almacenamiento, dividida entre los tanques que posee en La Plata y en San Lorenzo; y una mejor distribución en comparación con la competencia. YPF posee 41 puntos de abastecimiento a lo largo de todo el territorio nacional contra 2 de AeroGalvez ubicados en la zona centro del país (Villa María, Córdoba y Villa Gob. Gálvez, Santa Fe).
- Es el único proveedor en el mercado patagónico. AeroGalvez no abastece a la región sur del país.

Tabla X: Participación de mercado - Período 2010-2015 (total y abierto por año).



Fuente: elaboración propia con información aportada por AeroGalvez y el Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

5.5. Análisis del Precio

En base a información del año 2016 hasta el mes de Mayo inclusive, el precio en pesos argentinos del producto según la compañía abastecedora y la base de despacho por litro de combustible fue:

Tabla XI: Precio de Venta AVGAS 100LL – Año 2016.

2016		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
AeroGalvez	Gálvez, Sta. Fe.	\$16,95	\$16,78	\$18,91	\$16,82	\$16,33
YPF	San Fernando, Bs. As.	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09
YPF	Mar del Plata, Bs. As.	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09
YPF	Paraná, Entre Ríos	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09
YPF	Santa Rosa, La Pampa	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09	\$16,09
YPF	Salta, Salta	\$16,91	\$16,91	\$16,91	\$16,91	\$16,91

Fuente: elaboración propia con información aportada por AeroGalvez.

La diferencia entre la estrategia de precio de YPF y AeroGalvez es que el segundo ajusta el precio según las variaciones en el tipo de cambio que afectan directamente en el costo de su operación de importación. Al analizar el comportamiento del precio de YPF en el período Marzo 2014 – Marzo 2016, la variabilidad del mismo no tiene relación con el tipo de cambio excepto por un fuerte ajuste en el mes de Diciembre de 2015 que rondó el 42%.

Esto se refleja en la Tabla XII donde se presenta en valores porcentuales la superioridad del precio de AeroGalvez vs. YPF. El pico del mes de Marzo 2016 se justifica por un tipo de cambio que llegó a rozar los 16 pesos.

Tabla XII: Variación de Precio AeroGalvez vs. YPF – Año 2016.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
AeroGalvez	5,35%	4,31%	17,50%	4,56%	1,51%

Fuente: elaboración propia con información aportada por AeroGalvez.

6. Marco Legal, Ambiental e Impositivo

6.1. Legislación Nacional y Provincial

El marco legal que rige la producción, almacenamiento y transporte de combustibles derivados del petróleo se presenta a lo largo de este bloque. En el ámbito provincial, se presenta el Decreto 1844 / 02 de la provincia de Santa Fe, debido a que la alternativa de localización de este proyecto se encuentra bajo su jurisdicción.

6.1.1. Ley Nacional 13.660

Esta ley persigue el cuidado y la protección del medio ambiente y de las instalaciones productivas y de almacenamiento en beneficio de la población y la conservación de los productos hidrocarburíferos.

Está constituida por la nomenclatura de los distintos equipos, zonas, elementos de protección y defensas que pueden ser encontrados en instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos.

Presenta los distintos tipos de defensa a tener en cuenta según la instalación sea una refinería de petróleo, parques de tanque de almacenamiento de petróleo crudo y derivados.

A los fines de este trabajo de investigación, se hace referencia a lo que determina el capítulo II “Parques de almacenamiento de petróleo crudo y de productos intermedios o terminados” de la misma para poder determinar el sistema de seguridad, salud y ambiente; y a los artículos 236 y 237 que obligan a la instalación de un equipo de almacenamiento y manipuleo de concentrado de espuma que deberá estar conectado a un circuito de agua y deberá tener dos puntos de descarga.

6.1.2. Decreto N° 1844 / 02 de la Provincia de Santa Fe

Reglamenta la actividad de potenciales generadores de residuos peligrosos en forma eventual o programada debido al manipuleo, almacenamiento o producción de sustancias que tengan como constituyente a una lista de productos que en él se enuncian. En dicha lista, se encuentra incluido el plomo y compuestos de plomo; punto que abarca al TEL.

Este decreto enuncia como requisito la presentación de tres documentos bajo el carácter de declaración jurada. Los documentos corresponden a tres ámbitos referidos a la actividad y a quien la realice; éstos son legal, técnico y de residuos.

La información que requiere cada uno de ellos se presenta en su totalidad a lo largo de este trabajo de investigación.

6.1.2.1. Presentación Legal

Recopila toda la información referida a la sociedad o empresa que se presenta a cargo de la actividad. Abarca los puntos de domicilio legal, nómina del directorio, representantes legales y ubicación de la planta.

6.1.2.2. Presentación Técnica

Se refiere íntegramente al proceso productivo que implica el uso de las sustancias con potencial de generación de residuos peligrosos. Determina que la empresa a cargo debe declarar los productos a generar, el diagrama de proceso de la instalación, materias primas que se incorporan al producto terminado, insumos que no forman parte del producto terminado, uso de energía eléctrica y agua, equipos a utilizar, y generación y disposición de residuos.

6.1.2.3. Información sobre Residuos

En este documento se debe presentar la denominación del tipo de residuo que se genera en el proceso, su composición química y estado de agregación, la cantidad, los procesos de tratamiento y monitoreo a los que se someterá el residuo y las medidas que la empresa se compromete a tomar para minimizar la corriente de desechos.

6.2. Convenio de Rotterdam

Es un *documento de orientación para la adopción de decisiones respecto al tetraetilo de plomo con el objetivo de promover la responsabilidad conjunta y los esfuerzos de cooperación entre las partes en el comercio internacional* (Convenio de Rotterdam, 2005). Su

importancia recae en que define límites de exposición y determina los riesgos e impactos ambientales que produce la utilización del TEL en procesos industriales.

Este Convenio fue firmado por Canadá y la Unión Europea; y es una de las bases que se toman para la realización de las SDS (Safety Data Sheet, en inglés) en el sector privado y es una referencia dentro de la industria.

En lo referente a este trabajo de investigación, se utiliza como parámetro de comparación de la cantidad de TEL a manipular, la exposición de las personas y como complemento de los riesgos que el uso inadecuado de éste puede producir; aunque no forme parte de ninguna ley nacional.

6.3. Análisis de impacto ambiental y a la salud

Cualquier error o accidente en cualquiera de los equipos que forman parte del proceso de obtención del AVGAS puede derivar en derrames, pérdidas o contaminación debido al TEL. El daño a la salud humana y al medio ambiente se clasifican en base al tipo de riesgo que el TEL genera.

6.3.1. Riesgos Químicos y Físicos

En uso, puede formar mezclas aire-vapor explosivas o inflamables si la atmósfera de operación no es controlada o mal evacuada en operaciones de apertura o cierre de válvulas. El plomo orgánico, base del TEL, se absorbe en el cuerpo de forma más rápida; algo que no sucede con los compuestos inorgánicos de plomo.

6.3.2. Riesgos a la Salud Humana

Puede causar cáncer y daños en órganos dependiendo del nivel, la intensidad y la repetición de la exposición. Puede perjudicar la fertilidad, según resultados de aplicación en animales. Los efectos más críticos que puede generar sobre la salud se deben a su gran toxicidad en situaciones de:

- **Inhalación:** irrita el sistema respiratorio y la exposición en descomposición del producto es un peligro para la salud. Los efectos más serios suceden posteriormente a la exposición. La sobreexposición produce tos, irritación del

tracto respiratorio; y en caso de mujeres embarazadas, pérdida de peso fetal, aumento del riesgo de muerte del feto y posibles malformaciones esqueléticas.

- Contacto con la piel: irrita la piel. La sobreexposición produce enrojecimiento de la piel; y en caso de mujeres embarazadas produce los mismos riesgos que la inhalación.
- Ingestión: irrita boca, garganta y estómago. Riesgo de efectos acumulativos. En caso de mujeres embarazadas los mismos riesgos que la inhalación.

6.3.3. Riesgos Ambientales

Puede causar efectos adversos de largo en plazo en ambientes acuáticos. Como parte del combustible de aviación no entra en contacto directo con el ambiente, ya que luego de la combustión forma bromuro de plomo y se elimina de esa forma. Sin embargo, no pierde su carácter de potencial contaminante de agua y aire en zonas donde se libere, por lo que los niveles de plomo en agua y aire deben ser medidos en aéreas de operación.

6.3.4. Política de seguridad, salud y medio ambiente

Con el fin de establecer un plan de reducción de riesgos por la introducción del TEL al medio ambiente, se define una política de seguridad, salud y medio ambiente basado en los siguientes puntos:

- Inscripción en el Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores.
- Definición de objetivos y metas de seguridad.
- Programa de salud, seguridad y medio ambiente.
- Plan de contingencia y acción ante emergencias.

Implica el compromiso a cumplir con la instalación, mantenimiento y uso adecuado de las defensas activas y pasivas enunciadas en la Ley 13.660; cumplir con los Objetivos y Metas de Seguridad definidos reconociendo la importancia de implementar esta política a través del Programa de Seguridad, Salud y Medio Ambiente involucrando a todos los integrantes de la organización para su conocimiento y participación en el mismo.

6.3.4.1. Inscripción en Registro Nacional de Prevención de Accidentes Industriales

El puntapié inicial del sistema de gestión de la seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo será la inscripción en el Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales, según el procedimiento que enuncia la Disposición 0008/1995 de la Dirección Nacional de Salud y Seguridad en el Trabajo.

6.3.4.2. Objetivos y Metas de Seguridad

Los objetivos de esta política se basan en cuatro variables:

6.3.4.2.1. Derrames

La política será de cero derrames. Esta variable, junto a las variables 6.3.4.2.4 y 6.3.4.2.5, estudia el riesgo ambiental en la zona de operación.

6.3.4.2.2. Presencia de plomo en aire

Será medido a través de equipos de lectura directa en forma diaria. Siguiendo las recomendaciones del Convenio de Rotterdam, este valor no debería superar los 10 mg/dl. Esta variable, junto a la siguiente, es la que estudiará el riesgo físico y químico presentado anteriormente en este trabajo.

6.3.4.2.3. Presencia de plomo en sangre.

Para todo el personal será obligatorio realizar estudios de análisis de sangre cada 6 meses para conocer la concentración de plomo en sangre. Siguiendo las recomendaciones del Convenio de Rotterdam, este valor también no debería superar los 10 mg/dl. Esta variable, junto a la 6.3.4.2.2, estudia el riesgo físico y químico.

6.3.4.2.4. Tiempo medio de carga de camiones

El objetivo de esta variable será la de optimizar y estandarizar un tiempo lógico e ideal para las operaciones de carga de camiones. Esta variable, junto a la 6.3.4.2.1 y a la 6.3.4.2.4, estudia el riesgo ambiental de la zona de operación.

6.3.4.2.5. Tiempo medio de stock de ISO-tanques de TEL.

El seguimiento de esta variable permite disminuir el tiempo de presencia de los ISO-tanques en los que se almacena el TEL. El fin es el de reducir el tiempo y el nivel de exposición. Esta variable, junto a la 6.3.4.2.1 y 6.3.4.2., estudia el riesgo ambiental de la zona de operación.

6.3.4.3. Programas de Salud, Seguridad y Ambiente

Consiste en la programación de reuniones mensuales que abarquen a todos los involucrados en el proceso de operación. Estas reuniones consisten en:

- Revisión de resultados de las mediciones de las variables mencionadas en el bloque 6.3.4.2; con el fin de tomar una actitud preventiva frente a posibles desvíos respecto a los objetivos definidos. Se propone que los resultados de las variables estén presentes en una cartelera donde puedan ser vistos por todos los involucrados en el proceso y por personas que estén presentes en forma eventual.
- Actividades de capacitación a los involucrados sobre riesgos de los procesos.
- Adquisición y reposición de equipos de protección:
 - Protección de la piel: Guantes de protección de caucho de nitrilo y traje protector resistente a los químicos.
 - Protección de los ojos: Máscara de protección.
 - Protección respiratoria: Máscara de cara completa con filtro de vapor orgánico.
 - Protección de la maquinaria: Uso de bombas anti-explosivas.

- Definición de responsables de cada una de las actividades del Programa de Contingencias y Acción ante Emergencias.

A los fines de mejorar la efectividad del sistema de gestión de salud, seguridad y medio ambiente en la organización, se documenta en el Anexo A la información que debe poseer cada uno de los integrantes de la organización como guía de actuación en caso de siniestros. Se recuerda que los datos están siempre relacionados a la localización definida anteriormente para la empresa.

6.4. Marco Impositivo

El AVGAS 100LL se encuentra exento del ITC (Impuesto a la Transferencia de Combustibles) por medio del Dictamen 150/66 de la DGI (Dirección General de Impuestos) que interpreta que su exclusión fomenta el desarrollo de la actividad aeronáutica nacional.

También se encuentra excluido del impuesto definido en la Ley Nacional 23.966, Impuesto a los Combustibles Líquidos y el Gas Natural, que excluye a los combustibles de aviación para motores de combustión interna de ciclo Otto. La exclusión como sujeto de impuesto de la Ley Nacional 23.966 también lo hace de la Ley 26.181, Fondo Hídrico de Infraestructura, bajo el enunciado del artículo 3, inciso a., punto II.

El marco impositivo que afecta a este proyecto de inversión en términos comercial, de recursos humanos, y de adquisición de bienes de capital y consumo se define por:

- Impuesto al Valor Agregado: el IVA se define como el impuesto al valor agregado a la actividad, es decir, se computa como crédito el IVA que se paga por compras y como débito el IVA que se cobra por ventas. De existir diferencia, se ingresa al fisco o queda a favor para el próximo ejercicio. Posee un impacto financiero, debido a su mecánica de liquidación, que requiere una inmovilización de capital de trabajo que será recuperado en etapas posteriores. La alícuota para el tipo de producto es de 21% y para la adquisición de los bienes de capital un adicional de 10%.
- Ganancias: se grava con una tasa del 35% las ganancias que genere la actividad al finalizar cada ejercicio comercial.

- Ingresos brutos: es un impuesto provincial. Las alícuotas van desde el 1% al 6% dependiendo de la jurisdicción. Dicho porcentaje es sobre las ventas brutas que se realicen. Este impuesto se incluye en el análisis económico y financiero, según la estimación de ventas por provincia que se define en el análisis comercial.
- Impuesto a la ganancia mínima presunta: en el caso de que la sociedad a cargo de la actividad no obtenga resultado positivo o ganancia, debe pagar el 1% del valor del activo. Dicho impuesto puede tomarse a cuenta del pago de impuesto a las ganancias para los futuros años.
- Seguridad social: se abona en el caso de contratar personal. Se estima entre un 30% y un 40% sobre el sueldo bruto del empleado de costo dependiendo del tipo de actividad.

7. Estudio técnico-operativo de la instalación y equipos

7.1. Localización

La localización más conveniente para la ubicación de la planta de dosificación es en la municipalidad de San Lorenzo, al norte de la ciudad de Rosario, en la provincia de Santa Fe.

Los motivos de esta decisión son:

- Ubicación geográfica central respecto a los puntos de mayor concentración de demanda. Estas zonas son, en orden de magnitud, las provincias de Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, Chaco y Santiago del Estero; según el análisis del bloque 5.3.
- La municipalidad de San Lorenzo es un polo de industrias petroquímicas y refinerías, en cuya legislación provincial se basa el análisis del marco legal y ambiental del bloque 6.1.
- La distancia mínima al puerto de Rosario que permite reducir costos logísticos de transporte de los aditivos.

7.2. Selección del proveedor de aditivos

Por la complejidad de los aditivos y la baja cantidad de oferentes en el mercado mundial es que para la selección del proveedor no se utiliza el método de jerarquía analítica, de uso común para selección de proveedores, sino que se determina en base a información de mercado.

En base a esto, el proveedor que se selecciona para el abastecimiento de los aditivos TEL, colorante y Stadis® 450 es la empresa Innospec Limited, radicada en el Reino Unido. La razón principal de su elección se debe a que es el proveedor de TEL de Petrobras en su refinería de Brasil, operación que se realiza bajo una modalidad de venta a precio CIF al puerto de São Francisco do Sul.

La unidad de medida mínima de compra de TEL, que contiene en su formulación al colorante azul definido por norma, es en ISO-tanques de 20 toneladas; y en el caso del Stadis® 450 en barriles de 15 litros. Innospec Ltd. no comercializa el TEL en barriles debido a que se apega a lo que enuncia el Convenio de Rotterdam.

Los precios CIF al puerto de Rosario de ambos aditivos se presentan en la Tabla XIII en la unidad de dólares americanos por metro cúbico:

Tabla XIII: Precio CIF de TEL y Stadis® 450 – Puerto de Rosario.

Aditivo	Precio [USD/m ³]
TEL	USD 69.869,80
Stadis® 450	USD 45.024,80

Fuente: elaboración propia con información de la empresa Energía Líquida S.A.

En la Figura 11, se presenta el formato estructural de los ISO-tanques. Este formato permite que sean considerados como una parte de la instalación del proceso de dosificación cuya conexión al circuito se realiza mediante mangueras.



Figura 11: ISO-tanque de TEL de 20 TN de Innospec Ltd.

7.3. Dimensionamiento de la instalación y equipos

7.3.1. Consideraciones iniciales

Para dimensionar la instalación y los equipos necesarios se simula un plan de producción en base a la demanda del mercado promedio de los últimos 5 años, definida en el bloque 5.3., y a la participación de mercado promedio de los últimos 5 años de YPF y AeroGalvez; en línea con la idea de negocio que se presenta en el bloque 7.5.

El objetivo de esta simulación es definir el volumen de producción necesario para satisfacer la demanda del mercado argentino a lo largo de una temporada.

La condición de estabilidad en el nivel de producción mensual, presentado en la Tabla XIV, se debe a que YPF posee una capacidad de almacenamiento de 5.750 m^3 para el mercado de aviación y AeroGalvez de 750 m^3 . Esto permite que el carácter cíclico de la demanda no se traslade al nivel de producción, y que este nivel se mantenga estable a lo largo de la temporada.

Bajo la consideración de que ambas compañías mantienen su participación de mercado, un 85% para YPF y un 15% para AeroGalvez, se determina el volumen de abastecimiento a cada una; también expresado en la Tabla XIV.

Tabla XIV: Estimación de producción de AVGAS en base a demanda del mercado argentino.

Mes	Demanda [m ³]	Producción [m ³]	Abastecimiento YPF [m ³]	Abastecimiento AeroGalvez [m ³]	Días Operativos	Producción necesaria [litros/hora]	Necesidad de TEL [litros/mes]	Caudal de Dosificación [litros/hora]
Abril	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Mayo	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Junio	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Julio	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Agosto	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Septiembre	125,00	1.125,00	1.026,25	98,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Octubre	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Noviembre	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Diciembre	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Enero	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Febrero	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Marzo	2.125,00	1.125,00	886,25	238,75	22	6.392,05	922,34	4,61
Totales	13.500,00	13.500,00	11.475,00	2.025,00	264			

En base al nivel de producción de 1.125 m³ mensuales, se determina que bajo un esquema de operación de 8 horas diarias y durante 22 días por mes, el caudal de dosificación de TEL será de 4,61 litros/hora y el caudal de bombeo de nafta básica de 6.392,05 litros/hora, aproximadamente. Se considera que la capacidad de trabajo del equipo de dosificación y de las bombas debe tener un 20% de margen, por lo que para el cálculo de dimensionamiento de ambos equipos se ajustan los valores mencionados bajo dicho porcentaje y los límites operativos de trabajo de las bombas estarán por encima de éstos.

Sobre esta simulación se determina, bajo el esquema cíclico de demanda y el nivel de producción estable, el stock máximo de almacenamiento que tendría cada compañía en una temporada. En la Tabla XV, se evidencia que el nivel de producción permite tener el stock máximo en el comienzo de la parte alta de la temporada y entrar en la parte baja en stock cero. Además, el stock máximo a almacenar no supera las capacidades máximas de almacenamiento de YPF y AeroGalvez, contando un margen de reserva de un 15% en el total de ambas aproximadamente.

Tabla XV: Estimación de almacenamiento en una temporada.

Mes	Demanda Total Mercado [m ³]	Demanda Mercado YPF [m ³]	Abastecimiento YPF [m ³]	Stock YPF [m ³]	Demanda Mercado AeroGalvez [m ³]	Abastecimiento AeroGalvez [m ³]	Stock AeroGalvez [m ³]
Abril	125,00	106,25	1.026,25	920,00	18,75	98,75	80,00
Mayo	125,00	106,25	1.026,25	1.840,00	18,75	98,75	160,00
Junio	125,00	106,25	1.026,25	2.760,00	18,75	98,75	240,00
Julio	125,00	106,25	1.026,25	3.680,00	18,75	98,75	320,00
Agosto	125,00	106,25	1.026,25	4.600,00	18,75	98,75	400,00
Septiembre	125,00	106,25	1.026,25	5.520,00	18,75	98,75	480,00
Octubre	2.125,00	1.806,25	886,25	4.600,00	318,75	238,75	400,00
Noviembre	2.125,00	1.806,25	886,25	3.680,00	318,75	238,75	320,00
Diciembre	2.125,00	1.806,25	886,25	2.760,00	318,75	238,75	240,00
Enero	2.125,00	1.806,25	886,25	1.840,00	318,75	238,75	160,00
Febrero	2.125,00	1.806,25	886,25	920,00	318,75	238,75	80,00
Marzo	2.125,00	1.806,25	886,25	0,00	318,75	238,75	0,00

7.3.2. Layout

Como se presenta en la Figura 12 se trata de un predio de 7.500 m², con un largo de 100 metros y un ancho de 75 metros. En la zona central del mismo se encuentran 4 tanques de almacenamiento de 80 m³, cuya plataforma se identifica en color amarillo para almacenamiento de producto terminado y en color gris para almacenamiento de nafta básica. Más allá de esta clasificación, el diseño permite que cada tanque se utilice tanto para almacenamiento de producto terminado como para almacenamiento de nafta básica gracias a la disposición de tuberías y bombas, que se profundiza en la continuación de este bloque.

En la figura del layout se distingue según color:

- Verde: zona de espera de camiones para disipación de carga estática.
- Amarillo: zona de estacionamiento para operación de carga.
- Amarillo: zona de estacionamiento para operación de descarga.
- Rojo: zona de ubicación de ISO-tanque de TEL.
- Naranja: zona de ubicación de equipo dosificador.
- Celeste: zona de estacionamiento para personal empleado.
- Violeta: zona de vestuarios.

- Azul: zona de oficina y laboratorio.
- Negro: zona de almacenamiento de solución de agua y concentrado de espuma, como agente ignífugo.
- Marrón: portón A para ingreso y salida de camiones, y portón B para ingreso de personal.
- Bordó: portería de control de ingreso y egreso.
- Punteado: caminos de tránsito interno.
- Rosado: camino de tránsito para descarga de ISO-tanque de TEL.

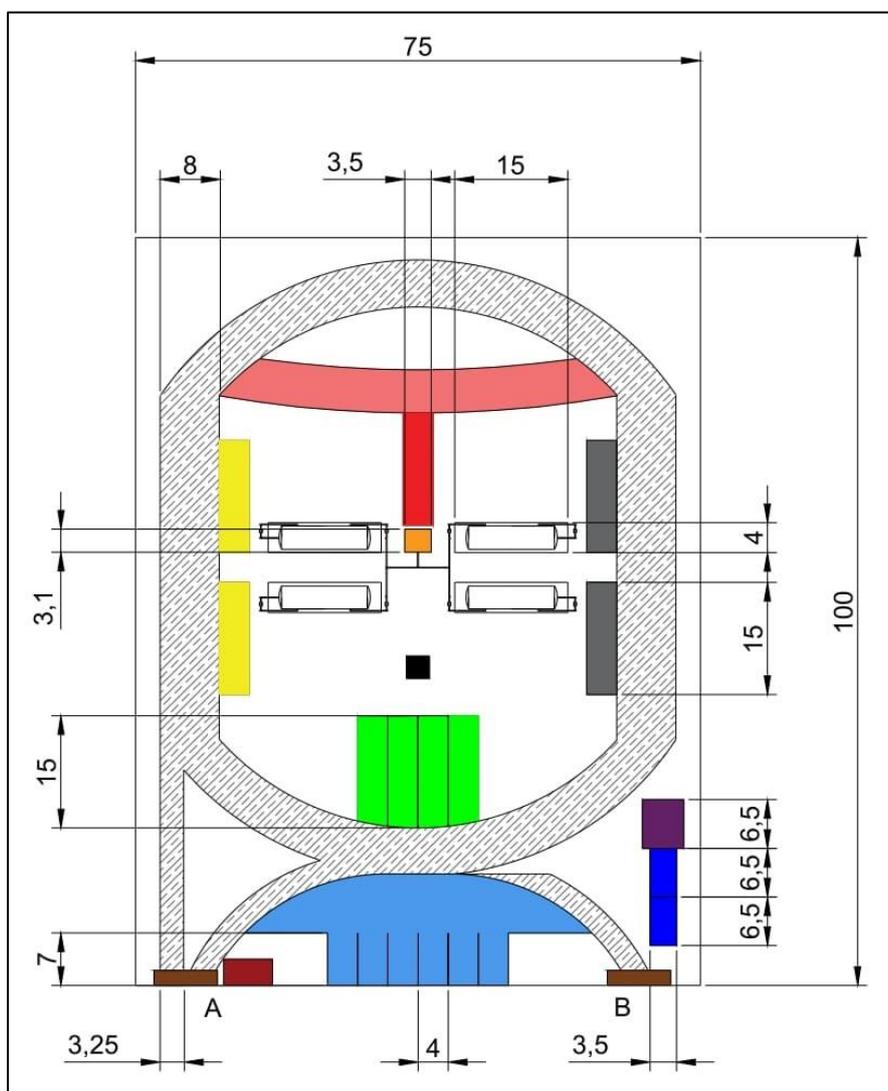


Figura 12: Layout de planta

El diseño permite:

- Sentido único del flujo de camiones dentro del predio. Ingreso por portería A, espera en zona verde y posición de carga o descarga en zonas amarilla o gris.
- Distancia mínima de circulación de los vehículos del personal empleado dentro del predio.
- Camino exclusivo para operaciones de descarga de ISO-tanques de TEL, sin afectar la circulación de camiones dentro del predio.
- Disposición de espacio para futuras ampliaciones en:
 - Tanques de almacenamiento, hasta un triple de la capacidad actual (12 tanques máximo) manteniendo 4 bocas de carga/descarga.
 - Zona de espera de camiones, hasta dos posiciones incrementales respetando las medidas de espacio designado a cada unidad (6 posiciones máximo).
 - Estacionamiento de personal empleado, hasta el doble de las posiciones actuales (12 posiciones máximo).

7.3.2.1. Obra civil

El inicio de la ejecución de la obra requiere del mejorado y aplanado del terreno en la totalidad de los 7.500 m² de superficie como primer paso.

En lo sucesivo, los requerimientos de obra civil se dividen en:

- Caminos de tránsito interno: trazado y acordonado de los caminos de tránsito interno que estarán conformados por piedra partida sobre el terreno nivelado.
- Construcción de plateas: base para el montaje de los tanques de almacenamiento, equipo dosificador, ISO-tanque de TEL, zonas de espera, zonas de carga/descarga, vestuario, oficina, laboratorio, portería y almacenamiento de agente ignífugo; según las medidas definidas en el layout.

Se aclara que en lo referido a las zonas de vestuario, oficina, laboratorio y portería se seleccionan módulos habitables tipo container.

El modelo elegido para oficina, laboratorio y portería responde al plano que se muestra en la Figura 13:

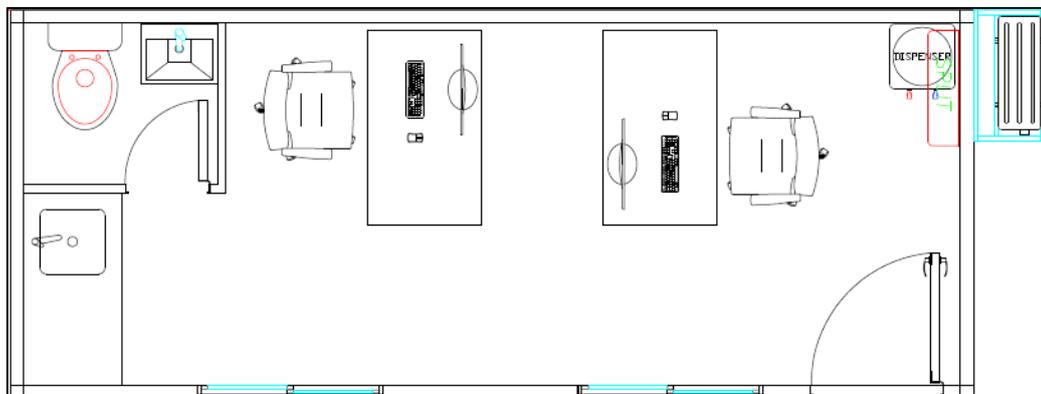


Figura 13: Plano de Módulo Habitable 03-591 – Módulos FOD S.A.

Cuenta con baño, cocina, espacio para hasta dos escritorios, aire acondicionado, iluminación interior de tubo fluorescente, ventanas y puertas enrejadas; y desagües para eliminación de desechos a pozo ciego o red cloacal.

El módulo habitable a utilizar como laboratorio se adapta a los fines del mismo, descartándose la presencia de la cocina y el baño. El fin de este módulo, que se profundiza en el bloque 7.4.2. junto al equipo que se ubica dentro, es contar con la presencia de un espacio donde se realicen análisis de muestras para asegurar la calidad del producto al principio, durante y una vez finalizado el proceso de dosificación.

El modelo elegido para la zona de vestuarios responde al plano que se muestra en la Figura 14:

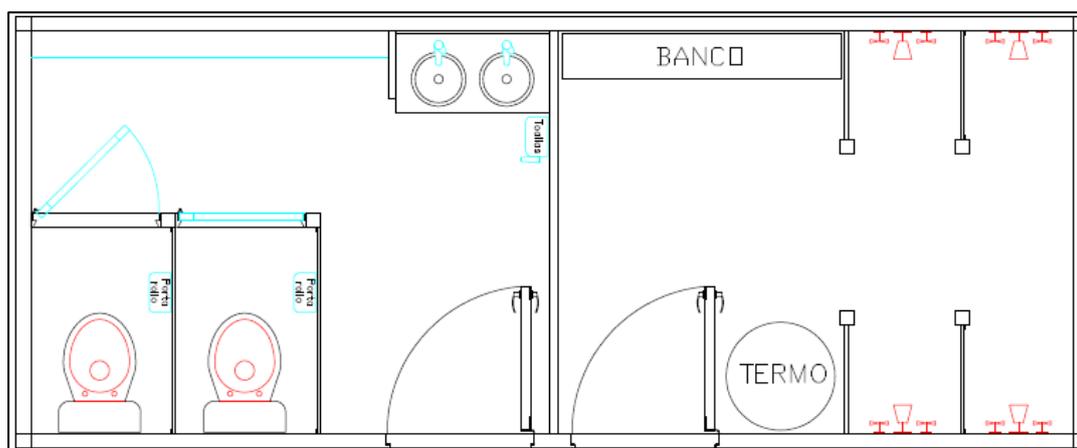


Figura 14: Plano de Módulo Habitable BS-591 – Módulos FOD S.A.

7.3.2.2. Tanques de almacenamiento

El tipo de tanque seleccionado es aéreo con una capacidad de 80 m³, provisto por Indutank S.A., empresa radicada en la provincia de Santa Fe. El material que lo compone es acero al carbono, y su diseño se basa en soldadura de doble costura eléctrica interna y externa con un revestimiento interior de esmalte epoxi que otorga resistencia a los agentes químicos. Este tipo de tanque es la variante más económica en comparación con tanques de acero inoxidable y otras variantes utilizadas en la industria.

La disposición de cada tanque responde a lo presentado en la Figura 15, que muestra la elevación de éste respecto al suelo y la platea circundante cuyo volumen debe ser un 110% de la capacidad de almacenamiento del tanque según lo que enuncia el artículo 156 del Decreto Nacional 351/71 reglamentado por la Ley 19.587.

Es importante aclarar que los tanques atmosféricos se ubican con una elevación de 1,5 metros respecto al suelo. Esto permite que las bombas se encuentren siempre en carga debido a su ubicación en el nivel del suelo, sin la necesidad de que la instalación cuente con un sistema de cebado que mantenga el rodete de éstas inundado.



Figura 15: Instalación de tanques de almacenamiento.

7.3.2.3. Equipo de dosificación

Innospec Ltd., proveedor de los aditivos para la producción del AVGAS, comercializa unidades de dosificación para la industria petroquímica. Posee un producto desarrollado específicamente para la dosificación de TEL; el cual es el elegido para este proyecto.

La unidad de dosificación de TEL se puede dividir en 3 módulos, según sus características de trabajo y función dentro del proceso. El plano de la instalación se presenta en el layour tal como fue diseñado por Innospec Ltd.

El proceso se encuentra completamente automatizado por medio de un programador lógico controlable (PLC), a cargo de la acción de bombas y apertura de válvulas; y un sistema de control distribuido (DCS) programado para controlar la operación dentro de los parámetros normales de las variables de volumen de producción, cantidad de TEL a dosificar, nivel de líquido en el circuito y nivel de líquido en el ISO-tanque de TEL.

7.3.2.4. Módulo de descarga.

El ISO-tanque de TEL se conecta a la unidad a través de una manguera de descarga, controlada por medio de una electroválvula; y una manguera de venteo, cuya función es la de disipar cualquier emisión de vapor a través de una tubería de venteo hacia un quemador ubicado a 11 metros del nivel del suelo.

El compuesto de TEL se extrae del ISO-tanque por la acción de una bomba de vacío de anillo líquido y fluye hasta un separador líquido-vapor. En el separador se encuentra un sensor de nivel que al registrar el 75% del volumen lleno cierra la electroválvula y finaliza la acción de la bomba. Cuando en el separador el volumen ocupado por el compuesto de TEL llega al 30%, automáticamente se produce la apertura de la electroválvula y se reinicia la operación de la bomba.

El flujo del compuesto de TEL se mide a través de un caudalímetro ubicado en la entrada a la unidad. En el caso de que el ISO-tanque de TEL esté vacío y el separador líquido-vapor en el nivel del 30% de su capacidad, se producirá la apertura de la electroválvula pero no habrá flujo de TEL. Esto será detectado por el sistema dando una señal de aviso de ISO-tanque

vacío. La operación de descarga no se podrá reanudar hasta que el ISO-tanque sea reemplazado y el caudalímetro registre flujo en la entrada al circuito en un tiempo menor a 10 segundos.

7.3.2.5. Módulo de dosificación

La dosificación del TEL se logra por la circulación de la nafta básica a través de un educor en el que se produce una caída de presión de 588,4 kPa que extrae el compuesto de TEL del separador líquido-vapor. La presión es medida por un transmisor de presión que actúa cortando el flujo de TEL en caso de que se pierda la diferencia de presión entre el educor y el separador.

La extracción de TEL se regula por una electroválvula y un caudalímetro que controlan que la cantidad dosificada mantenga el nivel de concentración de TEL deseado en la mezcla final de AVGAS, según la parametrización definida en el sistema de control acorde a lo requerido por la norma ASTM-D910.

En la Figura 16 se presenta la forma constructiva del educor y el ingreso de cada corriente.

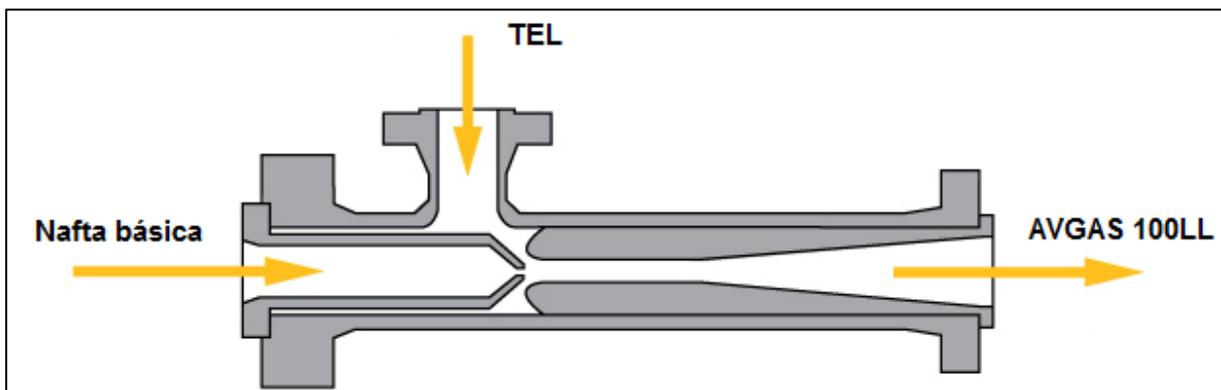


Figura 16: Diagrama del educor del módulo de dosificación.

El circuito se completa con un mezclador estático, que se ubica dentro de la tubería tal como se muestra en la Figura 17, para lograr homogenización en la mezcla; y una bomba centrífuga a la salida del educor para recuperar la caída de presión en el educor.



Figura 17: Mezclador estático del módulo de dosificación.

7.3.2.6. Módulo de medición

El equipo de medición de la instalación permite el monitoreo y el control del flujo de TEL en la corriente de nafta básica. El inicio del proceso de dosificación no tiene lugar hasta que se produzca el vacío en el eductor y el separador líquido-vapor se encuentre en el nivel operativo pre-determinado, 70% de su capacidad.

La tasa de dosificación se establece desde un panel de control y se puede modificar según el caudal de nafta básica con el que se desee trabajar. Una vez que la secuencia de mezcla comienza un totalizador muestra el total de TEL, nafta básica y AVGAS procesados junto a la medición de cada caudalímetro.

Desde el panel de control de este módulo se configura la actuación de las electroválvulas de extracción del compuesto de TEL del ISO-tanque y de dosificación sobre la corriente de nafta básica y el rango de presión de la corriente en el eductor que medirá el transmisor de presión.

7.3.3. Dimensionamiento de tuberías y selección de bombas

El objetivo de esta sección es determinar las tuberías necesarias para transportar a lo largo de toda la instalación la nafta básica y el AVGAS de manera segura y eficiente. El tipo de caño recomendado por la normativa para presiones en el rango de 145 kPa a 980 kPa (1,5 a 10 ATM) es de acero al carbono ASTM A53 Schedule 40 y uniones soldadas. Se divide a la instalación en 4 tramos, considerando a éstos como:

- Tramo 1: desde la boca de descarga del camión hasta la altura de la boca de carga del tanque de almacenamiento de nafta básica. Incluye el tramo compuesto por manguera.

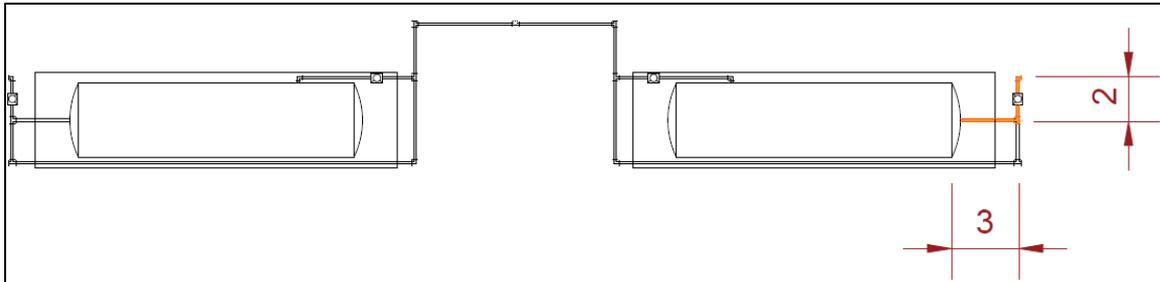


Figura 18: Tramo 1 – Camión – Almacenamiento nafta básica.

- Tramo 2: desde la boca de descarga del tanque de almacenamiento de nafta básica hasta la altura de la boca de carga del tanque de almacenamiento de AVGAS.

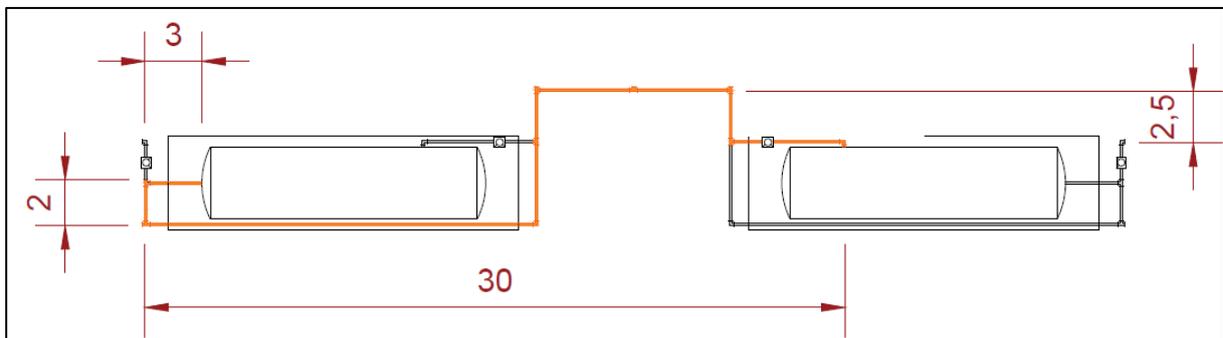


Figura 19: Tramo 2 – Almacenamiento de nafta básica – Almacenamiento de AVGAS.

- Tramo 3: desde la boca de descarga del tanque de almacenamiento de AVGAS hasta la boca de carga del camión. Incluye el tramo compuesto por manguera.

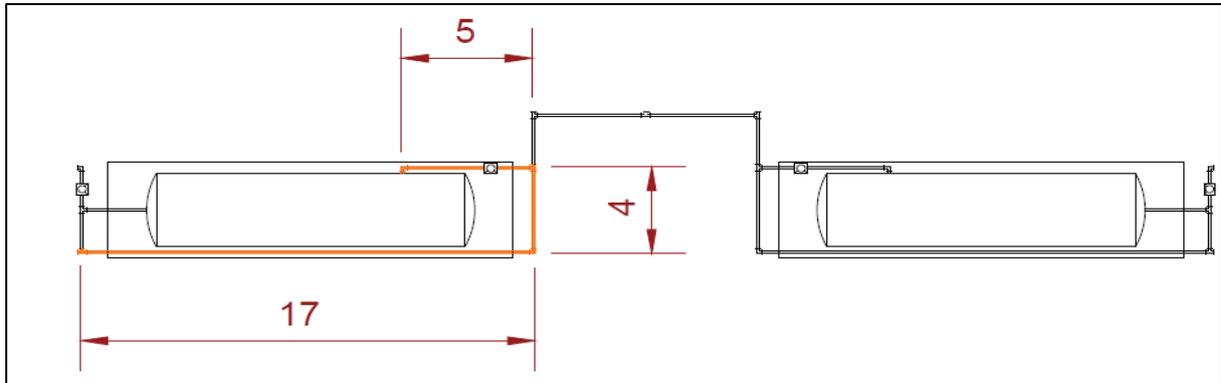


Figura 20: Tramo 3 – Almacenamiento de AVGAS – Camión.

- Tramo 4: implica el tramo de tubería a recorrer en un proceso de recirculación desde la boca de descarga del tanque de almacenamiento hasta su boca de carga.

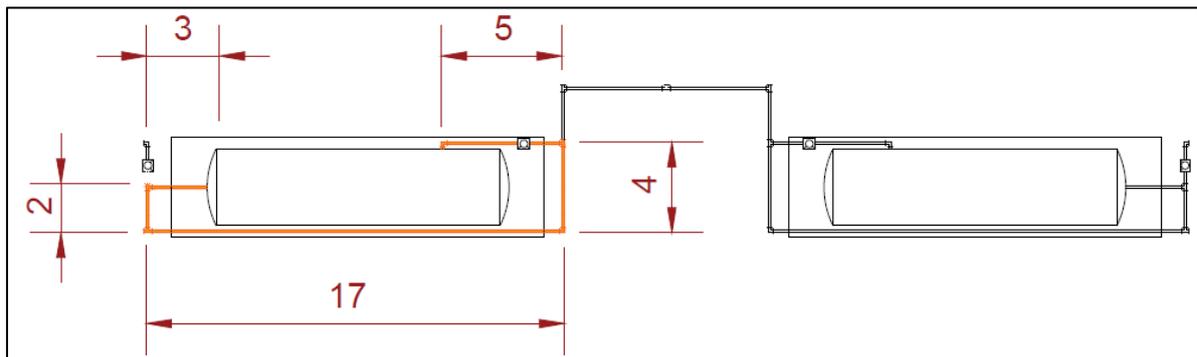


Figura 21: Tramo 4 – Recirculación

Sobre cada tramo se procede a aplicar el principio de Bernoulli con el fin de obtener la altura manométrica que cada bomba deberá entregar al combustible y la potencia a suministrar a cada bomba para efectuar el trabajo.

El cálculo se realiza a través del software AioFlo, utilizado en la industria para realizar dimensionamiento de tuberías, calcular caídas de presión y caudales. En el mismo se carga la información que se presenta en el Anexo B para proceder a la simulación y el correspondiente cálculo.

Los indicadores de control para cada tramo deben estar dentro de los siguientes rangos para ser considerados aceptables por el material y diámetro elegidos:

- Pérdida de carga porcentual ($\Delta P\%$) $\leq 25\%$.
- Número de Reynolds (Re) $\leq 2.000.000$.
- Velocidad del fluido (V), según la Tabla X:

Tabla XVI: Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Tipo de Flujo	Velocidad [m/s]
Entrada de bomba	0,30 - 0,90
Salida de bomba	1,20 – 3,00
Línea de conducción	0,60 - 2,40

Fuente: Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, McGraw-Hill.

En lo que respecta a las propiedades del fluido, se considera para los tramos 1 y 2 que el fluido en circulación es nafta básica; y para los tramos 3 y 4, posteriores a la dosificación del TEL, al AVGAS como fluido circulante.

Tabla XVII: Propiedades de fluidos circulantes en la instalación.

	Densidad [kg/m ³]	Visc. Absoluta [N.s/m ²]	Visc. Cinemática [m ² /s]
Nafta Básica	800	2,90x10 ⁻⁴	3,63 x10 ⁻⁷
AVGAS 100LL	902	2,90 x10 ⁻⁴	3,22 x10 ⁻⁷

Fuente: HDS AVGAS 100LL, Shell Trading Rotterdam B.V. y Norma ASTM D-910.

Los resultados de la simulación por medio del software AioFlo son los que se presentan en la Tabla XVII. El caudal definido para cada tramo responde a las exigencias de la programación y control de la producción que se explican en el bloque 7.4; en base a los cuales se procedió a seleccionar un diámetro de tubería que cumpliera con los indicadores de control definidos. En la Tabla XVIII se muestra para cada tramo el valor de presión relativa de salida de la bomba: las pérdidas de carga según los accesorios, longitudes y rugosidad de la tubería; y la potencia que la bomba deberá entregar al fluido para lograr la circulación a través de la instalación.

Tabla XVIII: Valores obtenidos en simulación de procesos en software AioFlo.

Tramo	Fluido	D [pulgadas]	Caudal [m ³ /h]	Resultados				Indicadores de control		
				P salida [kPa]	Pérdida [kPa]	H [m]	Pot. Hidr. [kW]	AP %	V [m/s]	Reynolds
1	Nafta básica	4"	45.000	52.385	10.031	6.790	6.623	16.1%	1.520	429,344
2	AVGAS	2"	7.500	53.279	7.945	6.900	1.265	13.0%	0.671	131,558
3	AVGAS	4"	28.000	24.287	5.661	3.340	2.027	18.9%	0.952	301,209
4	AVGAS	4"	37.000	53.780	16.749	7.890	6.328	23.7%	1.253	398,027

En el Anexo B se especifican los valores y fórmulas utilizadas para cada cálculo. Las bombas que se seleccionan, sobre cuyas curvas se obtiene el valor de potencia hidráulica necesario a entregar al fluido para su desplazamiento, es de la firma Blackmer; modelo TX(S)D3 para utilizar en los tramos 1, 3 y 4; y modelo TX1.5 para utilizar en el tramo 2. Estos modelos poseen una única diferencia que es el tamaño de rodete: el modelo TX(S)D1.5 está diseñado para operar con caudales hasta 10 m³/h y el caudal circulante por el tramo 2 será de 7.5 m³/h, aproximadamente. La capacidad máxima de 10.000 litros/hora de esta bomba permite tener una capacidad de producción máxima mensual de 1.600 m³, un 30% mayor a la producción mensual estipulada en el bloque 7.3.1.

Si bien el fabricante no presenta en la especificación técnica de ambos modelos la curva rendimiento-caudal, por medio del proveedor local de éstas se conoce que el rendimiento puede definirse en los valores de la Tabla XIX.

Tabla XIX: Rendimiento y potencia a entregar en eje de bombas.

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Modelo	Rendimiento	Potencia Hidráulica [kW]	Potencia Eje [kW]
1	45.000	TX(S)D3	0.890	6,623	7,441
2	7.500	TX1.5	0.720	1,265	1,757
3	28.000	TX(S)D3	0.845	2,027	2,399
4	37.000	TX(S)D3	0.860	6,328	7,358

Con estos valores, se determina la potencia que debe suministrar el motor al eje de la bomba para poder realizar el trabajo y suplir las pérdidas mecánicas, volumétricas e hidráulicas.

El último paso para finalizar con la selección de bombas es determinar la ANPA_d (Altura Neta Positiva en la Aspiración, disponible) según la fórmula:

$$ANPA_d = h_{pe} \pm h_a - h_l - h_{pv} \quad (1)$$

- h_{pe} : carga de presión estática absoluta sobre el líquido en tanque o cisterna.
- h_a : diferencia de altura entre la superficie del fluido y la entrada de la bomba.
- h_l : pérdida de carga en la línea de aspiración.
- h_{pv} : carga de presión de vapor del fluido a la temperatura de operación, determinado por el peso específico del líquido y su presión de vapor.

Este paso es fundamental para entender si es posible la aparición del fenómeno de cavitación dentro de la instalación. La verificación se realiza tanto para la superficie del fluido en depósito lleno, sea cisterna o tanque, y en depósito a un nivel del 10%; ya que esta diferencia de altura puede determinar que la ANPA_d sea mayor o no al ANPA_n (Altura Neta Positiva en la Aspiración, necesario de la bomba) y en consecuencia, la existencia de la cavitación.

Tabla XX: Información de fluido e instalación para verificar ANPA_d.

Tramo	Fluido	Densidad [kg/m ³]	Presión en la admisión [kPa]	Pérdida [kPa]	Presión de Vapor [kPa]	Altura Fluido-Bomba lleno [m]	Altura Fluido-Bomba vacio [m]
1	Nafta básica	800	101,325	10,031	72,390	2,700	0,250
2	AVGAS	902	101,325	7,945	38,000	5,500	0,250
3	AVGAS	902	101,325	5,661	38,000	5,500	0,250
4	AVGAS	902	101,325	16,749	38,000	5,500	0,250

En base a los datos de la Tabla XX es que se procede a la verificación en la Tabla XXI. El ANPA_r es definido por el proveedor de las bombas.

Tabla XXI: Información de fluido e instalación para verificar ANPA_d.

Tramo	Lleno					Parcial					ANPA _n
	h _{pe} [m]	h _a [m]	h _l [m]	h _{pv} [m]	ANPA _d	h _{pe} [m]	h _a [m]	h _l [m]	h _{pv} [m]	ANPA _d	
1	12.91	2.70	-1.28	-9.22	5.11	12.91	0.25	-1.28	-9.22	2.66	2.50
2	11.45	5.50	-0.90	-4.29	11.76	11.45	0.25	-0.90	-4.29	6.51	4.50
3	11.45	5.50	-0.64	-4.29	12.02	11.45	0.25	-0.64	-4.29	6.77	4.50
4	11.45	5.50	-1.89	-4.29	10.76	11.45	0.25	-1.89	-4.29	5.51	2.50

Los resultados que se obtienen determinan que la ANPA_d es mayor a ANPA_r para las bombas que se colocarán en los 4 tramos definidos de la instalación.

7.4. Programación y control de la producción

7.4.1. Programación de la producción

La secuencia de operaciones se determina para cumplir con la idea de negocio que se define en el bloque 7.5. en las instalaciones y equipos dimensionados. Las consideraciones iniciales que se mencionan en el bloque 7.3.1 son la base sobre la que se determina la secuencia; cuyo objetivo es el de establecer un orden de operaciones con tiempos definidos.

En el Anexo C se presenta la simulación para una semana de 40 horas productivas, comenzando con los tanques de almacenamiento de nafta básica vacíos en su totalidad. La nomenclatura en este Anexo C es la siguiente:

- Tanques A y A': tanques de almacenamiento de nafta básica.
- Tanques B y B': tanques de almacenamiento de AVGAS 100LL.
- Ingreso y despacho: camiones que ingresen o se retiren del predio con nafta básica o AVGAS 100LL.

La secuencia comienza con la recepción de dos camiones de nafta básica, que representan aproximadamente el volumen total de 80 m³ de un tanque de almacenamiento. Cada uno de estos camiones debe esperar en el sector definido en el lay-out durante un período de 1 hora y media con el fin de disipar la carga estática

El ciclo comienza con la recepción de dos camiones de nafta básica, que representan aproximadamente el volumen total de 80 m³ de un tanque de almacenamiento. Cada uno de estos camiones debe esperar en el sector definido en el lay-out durante un período de 2 horas con el fin de disipar la carga estática y que decanten las partículas sólidas que pueden haberse formado durante el transporte del combustible y a que se realice un análisis de calidad básico de la nafta básica en el laboratorio. En conjunto a esto, cada camión al comenzar con la operación de descarga se conecta a través de un cable al tanque de almacenamiento para equilibrar los potenciales con el fin de evitar cualquier tipo de descarga que pueda conducir a la ignición del combustible.

Finalizada la operación de descarga del primer camión, comienza el proceso de dosificación de aditivos mediante la transferencia de la nafta básica desde el tanque A al tanque B a través del equipo dosificador. Durante el transcurso de la dosificación y finalizada la descarga del segundo camión, comienza la descarga en el tanque de almacenamiento A'; que será el que alimente el proceso una vez que finalice el volumen del tanque de almacenamiento A, hecho que sucede a la hora 14 de trabajo de la semana en el día 2.

Previo a que el tanque B de almacenamiento de AVGAS llegue a su capacidad máxima de almacenamiento, se realiza la recirculación del producto a través del mismo para asegurar la homogeneidad del producto final y se toma una muestra para analizar en laboratorio, en forma parcial; y en laboratorio externo, en forma íntegra.

Una vez que el tanque de almacenamiento B se encuentra en su capacidad máxima, se despacha la totalidad de su volumen; equivalente a la capacidad de dos camiones. El tanque de almacenamiento B queda vacío en su totalidad y a la espera de comenzar un nuevo ciclo. El proceso continúa en forma análoga operando con los tanques A' y B', hasta finalizar el ciclo.

Esta rutina ejecutada bajo un ritmo de producción de entre 6.800 litros/hora y 7.800 litros/hora, valores que se encuentran dentro de los límites operativos definidos, permite producir 282 m³ de AVGAS en una semana; en línea con el objetivo propuesto de lograr un nivel de producción de 1.125 m³ mensuales.

Tabla XXII: Volumen procesado en instalación según esquema de producción de Anexo C.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Totales
Ingreso [m³]	156	39	39	78	78	390
Stock Tanque A [m ³]	43	39	78	15	78	
Stock Tanque A' [m ³]	78	58	0	78	30	
Stock Tanque B [m ³]	35	0	0	63	0	
Stock Tanque B' [m ³]	0	20	78	0	48	
Despacho [m³]	0	78	0	78	78	234
Producción [m³]	35	63	58	63	63	282

En la Tabla XXII se cuantifican los volúmenes procesados según la secuencia de operaciones definida y el stock en cada tanque al final de cada día. En el día 1, al comenzar sin nafta básica en la instalación, solamente se puede producir durante el 56.25% del tiempo disponible de 8 horas; hecho que no sucedería con la operación en curso en semanas posteriores.

7.4.2. Control de la producción

En el Anexo C se presentan dentro de la secuencia de operaciones las actividades denominadas ‘Análisis Lab.’, con el fin de analizar la nafta básica previo a su descarga para evitar la recepción de materia prima que se encuentre contaminada o adulterada; y ‘Muestreo’, que consiste en retirar una muestra de 200 mililitros por cada 80 m³ de combustible producido. Los métodos de testeo son los definidos por ASTM, exigidos por la Secretaría de Energía de la Nación y utilizados en toda la industria a nivel mundial.

Los equipos seleccionados para formar parte del laboratorio de la instalación, presentado en el bloque 7.3.2.1., que se presentan en el transcurso de este bloque están diseñados para ejecutar cada análisis según lo especificado por la correspondiente norma.

Con el fin de comenzar un proceso que permita en el transcurso de los dos primeros años enmarcar la producción y el programa de control definido a lo largo de este bloque bajo un Sistema de Gestión de la Calidad certificado por la Norma ISO 9001 y en forma análoga para la Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, que se define en el bloque 6.3.4., bajo un Sistema de Gestión Ambiental certificado por la Norma ISO 14.001; se incluye el costo por el servicio de un consultor externo dentro del presupuesto que forma parte del análisis económico-financiero.

7.4.2.1. Método de testeo ASTM D-86 – Perfil de destilación

Los distintos tipos de hidrocarburos que forman el AVGAS, que se presentan en el bloque 3.1.2, poseen distintas temperaturas de ebullición. El objetivo de este método es definir un perfil de destilación que se obtenga bajo condiciones controladas y comparar cada muestra tomada con éste; para entender que la composición de hidrocarburos obtenida es la deseada. El perfil que se obtiene es una serie de temperaturas de vapor crecientes para un determinado volumen evaporado de la muestra.

El equipo seleccionado es el modelo K45703 de la marca Koehler Instrument Company. Su precio, incluyendo accesorios y envío, es de USD 6.750,00.



Figura 22: Equipo Método de Testeo ASTM D-86.

7.4.2.2. Método de testeo ASTM D-1298 – Densidad

Este método cubre la determinación de la densidad. El proceso consiste en una muestra de combustible que se transfiere a un conjunto de probeta e hidrómetro donde se nivela dejándolo asentar. Después de haber equilibrado la temperatura de la muestra, que se puede realizar colocando la probeta en un baño a temperatura constante, se registran el valor en la escala del hidrómetro y la temperatura de la muestra. El valor del hidrómetro se convierte en densidad a 15,6 °C por medio de tablas, en caso de que no se ejecute el método en baño.

El equipo seleccionado es el modelo T2000 de la firma PM Tamson Instruments. Su precio, incluyendo accesorios y envío, es de USD 7.450,00.



Figura 23: Equipo Método de Testeo ASTM D-1298.

7.4.2.3. Método de testeo ASTM D-2699 – Número de octano (RON)

Este método utiliza un motor estandarizado con un único cilindro de cuatro tiempos, de compresión variable, para evaluar la capacidad del combustible de resistir la deflagración. El motor funciona bajo condiciones específicas de velocidad a 900 rpm, temperatura de mezcla aire-combustible a 51,7°C y tiempo de encendido a 13° antes del Punto Muerto Superior (PMS).

La relación aire-combustible y relación de compresión del motor se ajustan para producir un golpe de intensidad estándar al del AVGAS 100LL, medido por un sensor de golpe electrónico. El combustible de referencia se ejecuta para identificar que la intensidad de impacto sea idéntica a la intensidad de impacto del AVGAS.

Este método, junto al D-2700, emplea dos conjuntos de combustibles de referencia primarios:

- Los combustibles de referencia primarios con un índice de octano de 100 o menos son mezclas del hidrocarburo n-heptano, cuyo índice de octano se define como cero, y del hidrocarburo iso-octano, cuyo número de octano se define como 100. El número de octano de cada mezcla es igual al volumen de iso-octano que contiene. A los fines de este proyecto, el método se debe ejecutar con una mezcla de iso-octano puro cuyo número de MON sea 100.

- Los combustibles de referencia primarios con un índice de octano superior a 100 son mezclas de iso-octano y TEL. A los fines de este proyecto, este tipo de ejecución del método no se realiza.

El método proporciona una ecuación para convertir la concentración de TEL en unidades de mililitros por litro de AVGAS a número de octano.

El objetivo de analizar el combustible bajo este método es el de confirmar que el RON obtenido es el deseado y que no hay ningún tipo de desviación en la dosificación de la concentración de TEL; lo cual derivaría indefectiblemente en una combustión temprana o tardía dentro del tipo de motores que poseen los aviones.

El equipo seleccionado es el modelo FTC M1/M2 de la firma Sinpar Petroleum Equipments; el cual puede ser utilizado para ejecutar el método de testeo de la norma ASTM D-2700 también. Su precio, incluyendo accesorios y envío, es de USD 195.000,00.



Figura 24: Equipo Método de Testeo ASTM D-2699/2700.

7.4.2.4. Método de testeo ASTM D-2700 – Número de octano motor (MON)

Este método utiliza el mismo motor que para el método de la norma D-2699. En este caso, el motor funciona a una velocidad a 900 rpm, temperatura de mezcla aire-combustible a 148,9°C y tiempo de encendido variable a la compresión. El resultado para el AVGAS se determina interpolando entre los índices de octano de los combustibles de referencia para obtener el Número de Octano Motor (MON) del AVGAS.

7.4.2.5. Método de testeo ASTM D-4953 – Presión de vapor Reid

El método se realiza en un cilindro especial, con cámaras separadas de vapor y líquido que se unen entre sí. La cámara de líquido se llena con una muestra de combustible enfriada y se conecta inmediatamente a la cámara de vapor, que se encuentra a una temperatura de 38°C. Ambas cámaras se sumergen en un baño calentado también a 38°C hasta que se observa una presión constante. Esta presión, que incluye la contribución del aire y el agua disueltos en el combustible, es la que se define como la presión de vapor de Reid.

El equipo seleccionado es el modelo 22210-3 de la firma StanHope-Seta. Su precio, incluyendo accesorios y envío, es de USD 7.250,00.



Figura 25: Equipo Método de Testeo ASTM D-4953.

8. Estudio comercial

8.1. Idea de negocio

La ejecución del proyecto que se propone implica una idea de negocio nueva para el mercado del AVGAS 100LL en Argentina. A lo largo de su historia en el país, el AVGAS dejó de ser producido en territorio nacional debido a que las empresas petroleras radicadas en él, como se presenta en el bloque 5.2.1., no están interesadas en el pequeño volumen de consumo de su mercado, comparado con el mercado automotor, ni en los riesgos que implica el manipuleo del TEL, además de ser un aditivo prohibido por ley en los combustibles de automóvil que en todas ellas se producen. Por estos motivos es que se propone

estudiar el proyecto bajo una nueva idea de negocio combinando los casos de YPF y AeroGalvez, presentados en el bloque 5.3. en el análisis de la oferta.

La idea consiste en la formación de una alianza estratégica mediante el instrumento de una UTE (Unión Transitoria de Empresas) donde AeroGalvez esté a cargo del manipuleo y de la dosificación de los aditivos en la nafta básica; y que YPF sea quien abastezca a la UTE de la nafta básica que forma parte del producto final.

YPF posee la infraestructura necesaria para cumplir con el proceso de obtención, definido a lo largo del bloque 4, en su refinería de La Plata que asegure una nafta básica en línea con los requerimientos de la norma ASTM D-910; y cuenta con una capacidad de almacenamiento de hasta 5.750 m³, capacidad suficiente para mantener un stock adecuado para cubrir el pico de demanda en el período Octubre – Marzo manteniendo un volumen de producción estable a lo largo del año.

Las ventajas más importantes, y que se entienden como atractivas para ambas partes, radican en optimizar y alcanzar economías de escala, reducir la variabilidad de precios y riesgos de desabastecimiento bajo la forma actual de operación, y adquirir habilidades en el mercado de aviación que las partes no terminaron de desarrollar.

La viabilidad de esta idea de negocio, más allá de la evaluación económica y financiera que se hará del proyecto para un plazo de 5 años, se complementa con determinar si el costo de producción del AVGAS es menor que su costo de importación. En este aspecto, se cuenta con los costos de importación de AVGAS de YPF para realizar la comparación.

8.2. Estrategia de precio

Debido a que bajo esta idea de negocio la competencia entre YPF y AeroGalvez en el mercado del AVGAS dejaría de existir, el método para la fijación del precio es la visión orientada en el cliente. En el bloque 5.5., se muestra la evolución de precios de YPF y AeroGalvez durante el año 2016 y en base a ésta es que con el fin de obtener márgenes de utilidad sanos en el comienzo del proyecto se determina un valor de \$17,95 por litro, un 10% de incremento respecto al precio de AeroGalvez, el mayor de ambas empresas, del mes de mayo de 2016.

Cabe destacar que las características del mercado determinan que la demanda de AVGAS es inelástica, por lo que una modificación en el precio no implica grandes efectos en el volumen de demanda.

8.3. Estimación del costo variable de producción

Se presenta el costo variable por litro de producción de combustible. El costo de la nafta básica es una estimación del costo de producción brindado por dos empresas que poseen refinería en el territorio nacional y el costo de cada aditivo es el que se presenta en la Tabla XIII. En la Tabla XXIII, los costos se ajustan para una cantidad de nafta básica y aditivos que se necesitan para producir 1 m³ de AVGAS.

Tabla XXIII: Costos variables de producción de 1 m³ de AVGAS.

Componente	Precio de compra [USD/m ³]	Cantidad [Litro/m ³ de AVGAS]	Costo [USD/m ³ de AVGAS]	Costo [\$litro de AVGAS]
Nafta básica	USD 747,50	999,182	USD 746,886	\$10,262
TEL	USD 89.687,50	0,815	USD 73,095	\$1,155
Stadis 450	USD 45.024,80	0,003	USD 0,150	\$0,002
			USD 820,131	\$11,419

Fuente: elaboración propia con información de AeroGalvez y Energía Líquida S.A.

8.4. Estimación del volumen de venta por provincia

En el análisis de demanda del bloque 5.3 se presenta la distribución de la demanda en valores porcentuales para cada una de las zonas del país. Estos porcentajes representan el volumen de consumo de cada provincia en el período 2010-2015.

El objetivo de este bloque es cuantificar los ingresos del proyecto tomando como base este volumen de consumo de AVGAS y un aumento conservador de un 5%, año contra año. La razón de este aumento se sostiene en la idea de que la cantidad de hectáreas que se fumigan en forma aérea en el país, que se presentan en el bloque 5.2.2.1, pasará de un valor del 25% del total del área sembrada a un 30% al final del quinto año de análisis de este proyecto, impulsado por la expansión del sector agrícola durante el año 2016 gracias a la modificación de las políticas económicas que rigen el sector.

En la Tabla XXIV se presentan los valores de consumo esperados:

Tabla XXIV: Apertura por provincia de volumen de venta, costo de transporte y tasa de IIBB.

	Volumen Año 1 [m ³]	Volumen Año 2 [m ³]	Volumen Año 3 [m ³]	Volumen Año 4 [m ³]	Volumen Año 5 [m ³]	Costo Transporte [\$/m ³]	Tasa IIBB
Córdoba	3.992,88	4.192,53	4.402,15	4.622,26	4.853,38	\$1.083,89	3,25%
Buenos Aires	3.558,24	3.736,15	3.922,96	4.119,10	4.325,06	\$1.511,97	5,00%
Santa Fe	2.568,86	2.697,30	2.832,17	2.973,77	3.122,46	\$772,25	3,25%
Chaco	868,88	912,32	957,94	1.005,84	1.056,13	\$1.183,20	2,00%
Santiago del Estero	780,23	819,24	860,21	903,22	948,38	\$1.042,80	2,00%
Mendoza	752,71	790,35	829,87	871,36	914,93	\$1.602,72	5,00%
La Pampa	286,77	301,11	316,16	331,97	348,57	\$1.181,49	2,50%
Río Negro	282,06	296,16	310,97	326,52	342,84	\$2.236,27	0,00%
San Juan	143,05	150,20	157,71	165,60	173,88	\$1.624,98	0,00%
Salta	103,70	108,88	114,32	120,04	126,04	\$1.768,81	3,00%
Entre Ríos	88,07	92,47	97,10	101,95	107,05	\$792,80	3,00%
Corrientes	59,80	62,79	65,93	69,23	72,69	\$1.369,85	2,50%
Tucumán	18,87	19,82	20,81	21,85	22,94	\$1.511,97	2,50%
La Rioja	6,51	6,83	7,18	7,53	7,91	\$1.428,06	2,50%
Neuquén	0,48	0,50	0,53	0,56	0,58	\$2.287,64	0,00%
	13.511,11	14.186,67	14.896,00	15.640,80	16.422,84		

Fuente: elaboración propia con información de MSI Logística S.A. y Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Nación.

También se muestran los valores del costo de transporte y la tasa de ingresos brutos de cada provincia, que permiten entender en qué zonas es más rentable el abastecimiento y deben ser de carácter prioritario para el negocio. Córdoba, Santa Fe, Chaco y Entre Ríos son provincias en las que la combinación de costo de distribución y tasa de ingresos brutos determinan un mejor margen de ganancia por metro cúbico que, por ejemplo, las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Salta.

9. Estudio Económico-Financiero

9.1. Consideraciones iniciales

Para la realización del análisis económico y el flujo de fondos, se consideran los siguientes supuestos:

- Análisis en Pesos Argentinos a Moneda Fija.
- Tipo de cambio: \$15,80 = USD 1.
- La UTE paga impuesto a las ganancias y el costo del capital de trabajo es asumido por AeroGalvez e YPF, según la idea de negocio que se explica en el bloque 8.1, hasta que la UTE genere los recursos suficientes para afrontarlos.
- Impuesto a las ganancias: 35%.
- Fracción de capital prestado: 30%.
- Fracción de capital propio: 70%.
- Tasa de rendimiento del capital propio (K_p , en cálculo de WACC): 28%.

9.2. Determinación de la inversión necesaria

Con lo expuesto en el bloque 7, las inversiones que se deben afrontar para ejecutar el proyecto se clasifican en activos fijos e intangibles.

9.2.1. Inversión en activos fijos

Bajo la consideración de que con el término activo fijo se hace referencia a los activos tangibles cuya vida útil es mayor a un año y cuya finalidad es proveer las condiciones necesarias para que la ejecución del proyecto. Se incluyen las inversiones en espacio, obra civil, tanques de almacenamiento, equipo dosificador, tuberías, válvulas, medidores, elementos de laboratorio y módulos habitables; tal como se expresa a lo largo del bloque 7.

En la Tabla XXV se presentan todas las inversiones que deben realizarse previo a la instalación de los equipos de dosificación, impulsión y medición. La estimación de los costos unitarios se realiza en base a cotizaciones de diversos contratistas; y en el caso del predio, al valor promedio del m^2 en la zona de la localización elegida.

Tabla XXV: Inversión en obras civiles.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Tipo de Cambio	Costo Total
Predio	7.500,00	m ²	USD 95,00	\$15,80	\$11.257.500,00
Mejora y aplanamiento de terreno	7.500,00	m ²	\$225,00	\$1,00	\$1.687.500,00
Construcción de alambrado perimetral - 1,8 m. altura	350,00	metro	\$1.380,00	\$1,00	\$483.000,00
Construcción de caminos internos	-	-	\$632.500,00	\$1,00	\$3.795.000,00
Construcción de platea para tanques aéreos	112,50	m ²	\$354,00	\$1,00	\$39.825,00
Construcción de desagüe y pozo ciego	-	-	\$86.250,00	\$1,00	\$86.250,00
Adquisición e instalación de tanques	4,00	tanque	\$28.750,00	\$1,00	\$28.750,00
Instalación de puesta a tierra	-	-	\$51.759,00	\$1,00	\$51.759,00
Instalación de circuito eléctrico	-	-	\$563.097,50	\$1,00	\$2.252.390,00
Iluminación	4,00	torre	\$9.200,00	\$1,00	\$36.800,00
Módulo habitable - Laboratorio, oficina y seguridad	3,00	módulo	\$246.455,00	\$1,00	\$739.365,00
Módulo habitable - Sanitario	1,00	módulo	\$283.866,00	\$1,00	\$283.866,00
Total inversión en obras civiles					\$20.742.005,00

En la Tabla XXVI se muestra la inversión necesaria para el tendido de tuberías con los correspondientes accesorios. Las cantidades detalladas de cada concepto responden a la instalación presentada en el layout y detallada en el bloque 7.3.3.

Tabla XXVI: Inversión en instalación de tuberías y accesorios.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Tipo de Cambio	Costo Total
Tubo acero ASTM A53 SCH 40 Ø 4"	166	metro	\$369,00	\$1,00	\$61.254,00
Tubo acero ASTM A53 SCH 40 Ø 2"	8	metro	\$290,00	\$1,00	\$2.320,00
Válvula esférica con brida de 4"	8	-	\$22.000,00	\$1,00	\$176.000,00
Unión Te normal SCH 40 4"	12	-	\$2.380,00	\$1,00	\$28.560,00
Codo 90°	20	-	\$768,00	\$1,00	\$15.360,00
Total inversión en tuberías					\$283.494,00

En la Tabla XXVII se expresa la inversión en equipo, compuesto por bombas de impulsión Blackmer que se presentan en el bloque 7.3.3., motores anti-explosivos que generan el movimiento de las bombas, medidores volumétricos, filtros compuestos por carcasa y el

correspondiente elemento filtrante, tablero eléctrico de control y matafuegos según la carga de fuego de cada tanque de almacenamiento.

Tabla XXVII: Inversión en equipos, accesorios y elementos auxiliares.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Tipo de Cambio	Costo Total
Equipo dosificador – Proveedor: Innospec	1,00	equipo	£ 431.250,00	\$19,28	\$8.314.500,00
Medidor volumétrico – Proveedor: Facet	4,00	-	USD 6.555,00	\$15,80	\$414.276,00
Filtros de combustible – Proveedor: Facet	4,00	-	\$21.965,00	\$1,00	\$87.860,00
Elementos filtrantes – Proveedor: Facet	4,00	-	USD 265,00	\$15,80	\$16.748,00
Mezclador estático – Proveedor: Sulzer	1,00	-	USD 978,00	\$15,80	\$15.452,40
Bomba de impulsión - Blackmer TX(S)D3	3,00	-	USD 4.830,00	\$15,80	\$228.942,00
Bomba de impulsión - Blackmer TX(S)D1.5	1,00	-	USD 4.370,00	\$15,80	\$69.046,00
Motor eléctrico anti-explosivo – Proveedor: WEG	4,00	-	USD 2.272,00	\$15,80	\$143.590,40
Mangueras de carga 4” – Proveedor: Hewitt	5,00	-	USD 5.144,00	\$15,80	\$406.376,00
Instalación de tablero eléctrico	1,00	-	\$7.475,00	\$1,00	\$7.475,00
Matafuegos 7 kg. Aluminio – Proveedor: Georgia	8,00	-	\$8.785,00	\$1,00	\$70.280,00
Total inversión en equipos					\$9.774.545,80

En la Tabla XXVIII se presenta la inversión en equipos de laboratorio, presentados en el bloque 7.4.2.

Tabla XXVIII: Inversión en laboratorio.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Tipo de Cambio	Costo Total
Equipo Método de Testeo ASTM D-86	1,00	equipo	USD 6.750,00	\$15,80	\$106.650,00
Equipo Método de Testeo ASTM D-1298	1,00	equipo	USD 7.450,00	\$15,80	\$117.710,00
Equipo Método de Testeo ASTM D-2699/2700	1,00	equipo	USD 195.000,00	\$15,80	\$3.081.000,00
Total inversión en laboratorio					\$3.305.360,00

En base a los valores obtenidos, el monto de inversión en activos fijos total es de \$34.105.404,80.

9.2.2. Inversión en activos intangibles

Considerando a los activos intangibles como todo bien o servicio que es fundamental para el proyecto pero que no interviene en la producción, es que se asigna un presupuesto para capacitación de recursos humanos, puesta en marcha de equipos, e imprevistos que pueden generar desvíos en la inversión inicial de un 10%, según se expresa en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX: Inversión en activos intangibles.

Concepto	Costo Total
Capacitación de recursos humanos	\$45.000,00
Capacitación en certificación ISO 9001 e ISO 14.001	\$65.000,00
Puesta a punto de equipos	\$100.000,00
Contingencias e imprevistos – 10% de inversión en activos fijos.	\$3.410.540,48
Total inversión en activos intangibles	\$3.620.540,48

9.3. Estructura de financiación

La inversión inicial tendrá un monto de \$ 37.725.945,28 y se decide financiarla en un 27,50% con capital prestado, y el resto con capital propio de las empresas que conforman la UTE.

Con esta finalidad, se toma un préstamo por \$10.374.634,95 a través de la ‘Línea de Créditos para Inversiones, Bienes de Capital y Capital de Trabajo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa’ regulado por el Ministerio de Producción en conjunto con el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE) entidad que es parte del gobierno federal. El mismo tiene una tasa nominal anual de 23% para inversiones de un plazo de 37 a 84 meses y una bonificación de 2,5% para medianas empresas. El plazo de financiación es de 5 años con sistema de amortización alemán.

9.4. Tasa de corte

Para la determinación de la tasa se utilizará el método de Costo Medio Ponderado de Capital, conocido también como WACC (Weighted Average Cost of Capital, en inglés). Este método permite contemplar por separado el capital prestado por terceros del capital propio

que deberá invertir la compañía. Como se explicó previamente, la compañía decide financiar la inversión en un 30% con capital prestado, y el 70% restante con capital propio. En la Tabla XXX, se detalla el método y los valores utilizados para el cálculo de la WACC:

$$WACC = k_d \cdot (1 - Imp\ g) \cdot \frac{D}{I} + k_p \cdot \frac{P}{I}$$

Tabla XXX: Tasa de corte por el método de WACC.

Símbolo	Nombre	Monto	Descripción
Kd	Costo Capital Prestado	20,50%	Tasa para inversiones de Medianas Empresas de la 'Línea de Créditos para Inversiones, Bienes de Capital y Capital de Trabajo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa'.
Imp. G	Impuesto a las Ganancias	35,00%	Porcentaje de Impuesto a las Ganancias, categoría 3 de AFIP.
Kp	Costo Capital Propio	28,00%	Rendimiento esperado de capital propio.
D	Capital Prestado	\$10.374.634,95	27,50 % de la inversión total.
P	Capital Propio	\$27.351.310,33	72,50 % de la inversión total.
I	Inversión Total	\$37.725.945,28	Monto total de la inversión.
WACC	Costo Ponderado de Capital	23,60%	Tasa ponderada de Costo de Capital, utilizada como tasa de corte para la evaluación.

Es importante destacar que en la WACC, se incluye el escudo fiscal de impuesto a las ganancias correspondiente al capital prestado, que considera que los intereses de un préstamo, a diferencia del capital propio, pueden ser devengados de dicho impuesto.

9.5. Flujo de fondos

El flujo de fondos del proyecto se completa con los valores obtenidos de los resultados del presupuesto financiero, los cuales se presentan en el Anexo D, simulados para 5 años. Además, se presenta la apertura de los primeros 6 meses abiertos en forma bimestral para profundizar la rotación durante el primer semestre de operación; donde se puede apreciar el perfil variante de los ingresos debido al carácter cíclico de la demanda. Si bien en esta apertura, se incluye el monto de impuesto a las ganancias que debería abonarse por los resultados del bimestre; el pago de este impuesto es de carácter anual y solo se identifica con el fin de mostrar el monto correspondiente a cada bimestre y su impacto en el resultado final. Este monto se puede considerar de libre disponibilidad en el plazo mostrado.

Es oportuno mencionar que en el presupuesto financiero se incluyen los costos fijos que posee el proyecto, los cuales están compuestos por los recursos humanos, energía eléctrica, seguro de la instalación, servicio de limpieza de la instalación de tuberías y seguridad.

Los recursos humanos están compuestos por 2 operarios, a cargo de la ejecución de cada actividad; y dos ingenieros, preferentemente uno químico a cargo del laboratorio, y otro industrial a cargo de la producción.

El consumo de energía eléctrica se define considerando un máximo de utilización de todas las bombas en forma simultánea durante 8 horas para cada día de trabajo e iluminación de 2 tubos fluorescentes en cada módulo habitable bajo la tarifa U-I2 de 0,1839 \$/kWh, como rige el cuadro tarifario de EPE (Energía Provincial de Santa Fe) para consumos mensuales entre 800 kWh y 2.000 kWh.

El seguro de la instalación incluye póliza anual y primas de carácter mensual, y cubre accidentes contra incendio y contaminación por derrames.

El servicio de limpieza de la instalación de tuberías consiste en un barrido de nitrógeno para eliminar la presencia de TEL en la instalación previo a la desconexión de un ISO-tanque vacío y conexión de un ISO-tanque lleno. El mismo fue cotizado por la empresa Praxair.

El flujo de fondos de la Tabla XXXI muestra los ingresos y egresos proyectados para 5 períodos anuales consecutivos, asumiendo que la inversión se amortiza en forma completa durante este período.

Tabla XXXI: Flujo de fondos

Datos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión Neta	-\$ 27,351,310.33					
Inversión Total	-\$ 37,725,945.28					
Capital Financiado	-\$ 10,374,634.95					
Flujo de Fondos Nominal	-\$ 27,351,310.33	\$ 23,481,154.71	\$ 25,260,093.60	\$ 27,297,893.99	\$ 29,219,010.19	\$ 31,222,358.00
Flujo de Fondos Descontado	-\$ 27,351,310.33	\$ 18,941,857.06	\$ 16,437,704.36	\$ 14,329,744.85	\$ 12,373,082.80	\$ 10,665,500.08

9.6. Métodos de evaluación del proyecto

En la Tabla XXXII se muestran los resultados obtenidos por los tres métodos de evaluación utilizados: período de repago, VAN (valor actual neto), y TIR (tasa interna de retorno).

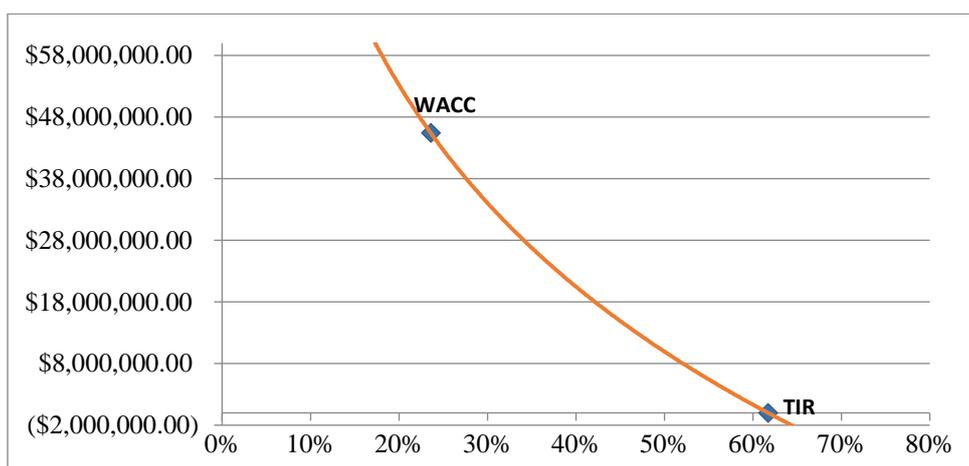
Tabla XXXII: Métodos de evaluación del proyecto.

VAN	\$ 45.396.578,83	> 0
TIR	61,72%	> WACC
Período de repago (Acumulado flujo de fondos descontado)	4 años y 2 meses	

El método de evaluación de la VAN determina las ganancias por encima del rendimiento deseado teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo. En este caso, indica que el proyecto genera una rentabilidad de casi 45 millones y medio de pesos a valor actual por encima del rendimiento establecido.

En lo que refiere a la tasa interna de retorno, que es el indicador de la rentabilidad del proyecto, se obtiene una TIR mayor a la tasa de corte establecida por la WACC. Acorde a los valores de VAN y TIR obtenidos, se expone en la Tabla XXXIII la fluctuación del valor actual neto en función de la tasa de corte. En el gráfico se presenta en primer lugar, la tasa de corte WACC cercana al 23,60%, correspondiente al VAN resultante del proyecto; y por otro lado la TIR del 61,72% para la cual el resultado neto del proyecto es nulo.

Tabla XXXIII: Evaluación de VAN en función de la tasa de corte.



El período de repago considerando el valor del dinero en el tiempo es de aproximadamente 4 años y 2 meses, período que resulta atractivo teniendo en cuenta que en el peor de los escenarios exista la posibilidad de que se comercialice un combustible de aviación

sin TEL éste no tendrá forma hasta el año 2025, siguiendo los plazos de la iniciativa de la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) del año 2011.

En base a los resultados obtenidos por los métodos de evaluación del proyecto, se está en condiciones de afirmar que el proyecto es rentable; bajo las consideraciones iniciales definidas y la figura de la UTE conformada por AeroGalvez e YPF para el control del negocio. En complemento, la comparación del costo de producción por metro cúbico de USD 837,08 - que posee este proyecto considerando los costos variables más la componente de costos fijos que la actual operación de importación no tiene- contra el promedio de los costos de importación de YPF por metro cúbico durante el período 2010-2015 determina que no hay variación sensible; considerando las ventajas que la ejecución del proyecto posee.

Tabla XXXIV: Costos de importación YPF – Período 2010-2015.

	Prom. Anual
2010	USD 776,85
2011	USD 808,26
2012	USD 853,92
2013	USD 1,142,37
2014	USD 788,77
2015	USD 544,28

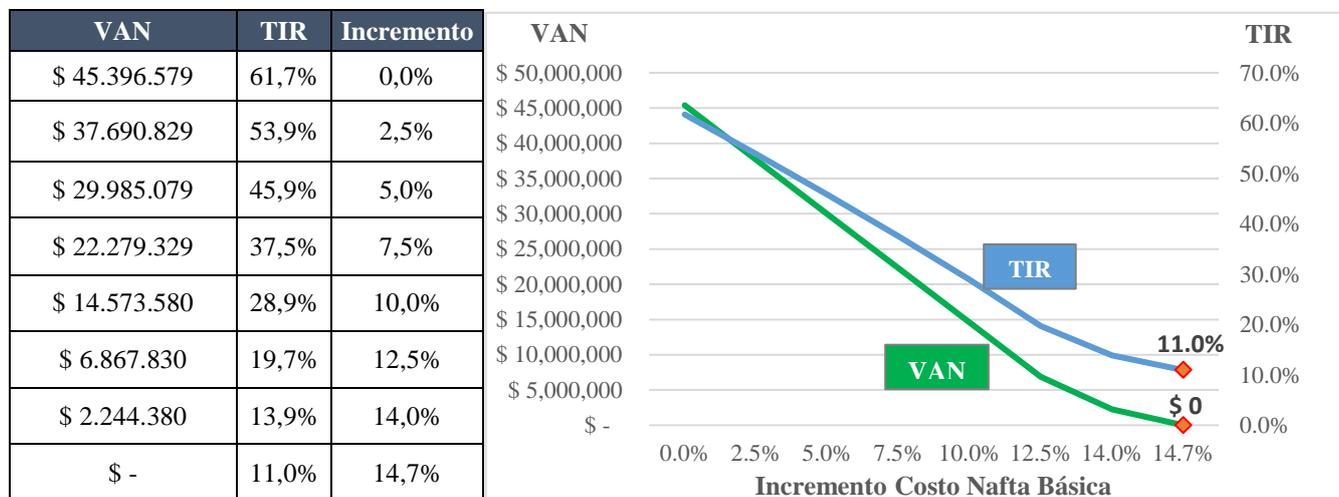
9.7. Análisis de sensibilidad

Con el fin de entender el impacto que la variación del costo de la nafta básica, principal componente del AVGAS, puede tener en el proyecto es que se proceden a simular las 3 variables utilizadas para la evaluación en un escenario desfavorable respecto a la situación inicial propuesta. El objetivo es poder definir el límite máximo admisible en que puede incrementarse el costo de nafta básica y que el proyecto siga siendo rentable.

9.7.1. Sensibilidad al costo de nafta básica.

De esta manera, se procede a efectuar una iteración con aumentos continuos del costo de nafta básica en condición *ceteris paribus* hasta que el valor actual neto del proyecto se anula, y la TIR se iguala a la tasa de corte WACC, que se define en el bloque 9.4.

Tabla XXXV: Impacto de incremento de costo de nafta básica en VAN y TIR.



Según la iteración, se observa que a medida que el costo de la nafta básica aumenta, tanto el valor actual neto del proyecto como la tasa interna de retorno disminuyen su valor. El límite máximo admisible que puede adquirir el costo de la nafta básica es de 857,59 USD/m³, un aumento de un 14,70% respecto a su valor actual, para que la realización del proyecto se mantenga rentable. La variabilidad de este costo está directamente relacionado al precio del barril de petróleo, el cual desde el año 2010 se encuentra en valores mínimos históricos.

Indefectiblemente, en caso de que el costo de la nafta básica supere este valor, el incremento deberá ser trasladado al precio de venta del AVGAS para mantener la rentabilidad del proyecto y el negocio.

9.7.2. Cuadro de Mando Integral

En complemento al análisis de sensibilidad y a los métodos de evaluación presentados, se define en el Anexo E un cuadro de mando integral con el fin de que sea una guía que permita el cumplimiento de los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo en los ámbitos técnico, ambiental y económico-financiero; y también, de mejora de resultados en base a metas definidas para las perspectivas financiera, de clientes, de procesos y de aprendizaje e innovación.

Conclusión

El proceso de investigación y desarrollo del estudio de factibilidad técnico-económica del proyecto nace bajo tres conceptos: lograr el autoabastecimiento de un insumo fundamental para la actividad agrícola, aprovechar el mercado desarrollado y la infraestructura de refinación presente en el país, e implementar una idea de negocio que genere las bases para una futura producción de combustible de aviación sin plomo para motores de combustión interna.

A lo largo del trabajo, la evaluación del proyecto se basó en el estudio de tres aspectos: técnico, ambiental y económico-financiero.

En términos técnicos, las unidades de alquiler que poseen las refinerías de YPF en La Plata y Luján de Cuyo son la pieza fundamental para obtener una nafta básica que cumpla con los requerimientos de la norma ASTM D-910. La infraestructura necesaria adicional que se presenta en este proyecto, basada en el equipo de dosificación junto con la red de tuberías y el laboratorio, puede ser aplicada en refinerías ya existentes bajo la forma de expansión; o bien, en una instalación separada como se detalla aquí. En lo que refiere a capacidad, los equipos seleccionados permiten que la planta pueda entregar el volumen necesario para abastecer el mercado con un margen de crecimiento mayor al esperado, según lo que se proyecta en el análisis económico-financiero.

Resulta oportuno recordar que la presencia del tetraetilo de plomo, no sólo como parte fundamental del combustible de aviación en cuestión sino como un elemento peligroso para su manipuleo y proceso, crea una responsabilidad adicional a la que genera cualquier otro tipo de combustible. Sus características que le otorgan un comportamiento único al combustible dentro de la cámara de combustión lo volvieron irremplazable a lo largo de su historia; y si bien se han creado versiones con contenidos mínimos de plomo, por el momento ha sido imposible prescindir de él. Con el objetivo de reducir el impacto ambiental y el impacto a la salud de los involucrados es que se consideraron todas las medidas para reducir la exposición a niveles mínimos, con las acciones de limpieza a través de barrido de nitrógeno y de transporte a través de ISO-tanques junto a los Programas de Salud, Seguridad y Ambiente definidos, siguiendo la línea de lo que enuncia el Convenio de Rotterdam y cumpliendo con la legislación vigente.

La idea de negocio, bajo el formato de un joint-venture entre YPF y AeroGalvez, es una práctica común dentro del mercado y es un hecho que, según lo que una de las partes informó durante la investigación, posee grandes posibilidades de suceder en un futuro en el mercado argentino, incluso con otros integrantes. Cabe destacar que si la idea propuesta fuera distinta y se basara en un nuevo competidor dentro del mercado, el proyecto resultaría inviable debido a que la participación de mercado que debería ganar en el corto plazo para poder ser rentable es imposible de lograr. Una de las claves que determina el éxito del proyecto es justamente la economía de escala que se logra por medio de la unión transitoria entre ambas empresas.

El estudio económico-financiero arroja resultados favorables a la propuesta superando la rentabilidad esperada que determina la tasa de corte. La alternativa de financiación seleccionada y la cantidad de deuda a tomar fueron fruto de un análisis de líneas de créditos disponibles; en este aspecto, la combinación de posibilidades entre línea de crédito, deuda a tomar y tasa podría generar otras alternativas que mejoren la rentabilidad del proyecto. Para confirmar la factibilidad, el análisis de sensibilidad respecto al costo de la nafta básica que se presenta resulta fundamental para entender los límites que marca el mayor componente del combustible y que el proyecto continúa siendo rentable.

Bibliografía

Legislación

- Argentina. Ley Nacional 13.660. Seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos. Sancionada el 09-sep-1960.
- Argentina. Ley Provincial 11.717. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Modificada por el Decreto 1.844/02 el 27-ago-2002.
- Argentina. Resolución 404/94. Contenidos mínimos de los informes de auditorías de refinerías, plantas de almacenaje y despacho de combustibles, y plantas de fraccionamiento de gas licuado de petróleo. Creada el 21-dic-1994.
- Argentina. Ley Nacional 23.966. Impuesto sobre los combustibles líquidos y gas natural. Sancionada el 01-ago-1991.
- Argentina. Ley Nacional 26.181. Fondo Hídrico de Infraestructura. Sancionada el 29-nov-2006.

Normas

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Especificación para combustibles de aviación*. ASTM D-910. Estados Unidos, 2011.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. *Convenio de Rotterdam*. Anexo III. Suiza, 2004.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *Instalación de protección contra incendios*. NFPA 20. Estados Unidos, 2007.

Informes, Documentos y Publicaciones Electrónicas

- AVIATION FUELS – TECHNICAL REVIEW [documento electrónico]. Chevron Products Company. Estados Unidos, 2007.

- ZIULKOWSKI, Jonathon David. *Collective Knowledge on Aviation Gasolines* [documento electrónico]. Indiana: Purdue University, 2011.
- THE AEROSHELL BOOK [documento electrónico]. Shell Aviation, Shell International Petroleum Co. Ltd. Londres, 2012.
- HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD AVGAS 100LL [documento electrónico]. Shell Aviation, Shell International Petroleum Co. Ltd. Londres, 2012.
- MENEZES DE OLIVEIRA, Elías. *Seminario Rosario: Downstream de Petrobras en Argentina* [documento electrónico]. Rosario: Petrobras Argentina, 2008.
- UNLEADED AVGAS FINDINGS & RECOMMENDATIONS [documento electrónico]. Unleaded AVGAS Transition Aviation Rulemaking Committee. United States, 2012.
- LA TOXICIDAD DEL PLOMO [documento electrónico]. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Estados Unidos, 2007.

Libros

- GAMMON, Jim. *Aviation Fuel Quality Control Procedures*. 3ra Ed. United States: ASTM International, 2004. 65 p. ISBN: 0-8031-3360-X
- AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. *Systemic Investigation Into Fuel Contamination*. Australia: Department of Transport and Regional Services, 2001. 106 p. ISBN: 0-642-27470-3
- SZILAS, A. Pal. *Production and Transport of Oil and Gas*. 2a Ed. The Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1986. 353 p. ISBN: 0-444-99565-X
- REIS, John C. *Environmental Control in Petroleum Engineering*. United States: Gulf Publishing Company, 1996. 287 p. ISBN: 0-88415-273-1
- TORRES ROBLES, Rafael y CASTRO ARELLANO, Javier. *Análisis y Simulación de Procesos de Refinación del Petróleo*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2002. 112 p. ISBN: 970-18-7990-2

- MCCABE, Warren L., SMITH, Julian C. y HARRIOTT, Peter. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. 7a Ed. México: McGraw-Hill, 2007. 1189 p. ISBN: 9789701061749

Anexos

1. **ANEXO A: Sistema de seguridad, salud y gestión del medio ambiente.**

- Centros Toxicológicos:
 - Rosario: T.A.S. Centro de Consultas Toxicológicas – (0341) 448-0077 / 424-2727.
 - Santa Fe: Centro Regional de Información y Asistencia – (0342) 426-871.

- Primeros Auxilios en caso de:
 - Inhalación
Llevar al aire fresco. Si no hubiera una rápida recuperación, transportar al servicio médico más cercano para continuar el tratamiento.

 - Contacto con la piel
Quitar la indumentaria contaminada. Lavar inmediatamente la piel con cantidades abundantes de agua durante al menos 15 minutos, siguiendo con lavado con agua y jabón. Si ocurre enrojecimiento, hinchazón, dolor y/o ampollas, transportar al centro médico más próximo. Si se usa un equipo de alta presión, puede producirse la inyección del producto por debajo de la piel. Si se produce una herida por alta presión, la persona debe asistir inmediatamente a un hospital.

 - Contacto con los ojos
Lavar los ojos con agua mientras se mantienen los párpados abiertos. Mantener los ojos en reposo durante 30 minutos. Si persiste el enrojecimiento, ardor, visión borrosa o inflamación, asistir al servicio médico más cercano.

 - Ingestión

Si se traga, no inducir vómito y asistir al centro médico más próximo. Si después de 6 horas aparece alguno de los siguientes signos y síntomas, asistir al centro médico más cercano: más de 37°C de fiebre, respiración deficiente, congestión de pecho, tos o silbidos continuos.

- Información para el Médico
Dar tratamiento sintomático. Los constituyentes principales son inherentemente biodegradables, pero contienen componentes que pueden persistir en el medio ambiente y el TEL se puede acumular en el cuerpo humano.
- Medidas a tener en cuenta en caso de derrame
Evitar el contacto con piel, ojos y ropa. Evacuar de la zona a todo el personal presente. Ventilar la zona contaminada. Evitar el contacto con el material derramado o liberado. Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada.
- Medidas de protección
Contener el material residual en los lugares afectados para prevenir que el material entre en desagües, zanjias o vías fluviales. Aislar las fugas y eliminar todas las posibles fuentes de ignición del área circundante. Contener los líquidos adecuadamente para evitar la contaminación medio ambiental. Impedir que se extienda a través del uso de barreras apropiadas. Dispersar el vapor o dirigir su flujo hacia un lugar seguro usando, por ejemplo, nebulizadores.
- Métodos de Limpieza
No eliminar los residuos con descarga de agua. Retener como residuos contaminados. Dejar que los residuos se evaporen o absorban en un

material absorbente y eliminar de forma segura. Desalojar la tierra contaminada y eliminar de forma segura. Para derrames menores a 1 litro, transferir por un medio mecánico a un envase sellable y etiquetado para la recuperación del producto o su eliminación segura.

2. ANEXO B: Cálculo de dimensionamiento de tuberías y bombas

- Tramo 1 – Camión – Almacenamiento nafta básica

Cálculo de Pérdida de Carga y Verificación			
Parámetro	Valor	Límite	Conclusión
Presión de salida estática [kPa]	43.164	-	-
Presión de salida dinámica [kPa]	9.221	-	-
Caudal [m ³ /h]	45.000	-	-
Presión de salida [kPa]	52.385	-	-
Pérdida de carga [kPa]	10.031	-	-
Pérdida de carga porcentual	16.1%	≤ 25%	Correcto
Velocidad del fluido [m/s]	1.522	1.2 ≤ Valor ≤ 3	Correcto
Número de Reynolds	429,344	≤ 2.000.000	Correcto
Altura manométrica [m]	6.790	-	-

Cálculo de Longitud Equivalente			
Accesorio	Long. Equivalente	Cantidad	Long. Eq. Total
Válvula esférica	0.312	1	0.312
Te (Derivación)	6.218	1	6.218
Codo 90°	3.109	3	9.327
Longitud equivalente total [m]			15.857
Longitud real [m]			11.000
Longitud total [m]			26.857

Cálculo de Eficiencia de Bomba	
Potencia Hidráulica [HP]	8.881
Potencia Eléctrica [HP]	9.979
Eficiencia	0.890

Longitud equivalente de accesorios de 4" [m]	
Codo 90°	3.109
Codo 45°	1.658
Te (Línea)	2.073
Te (Derivación)	6.218
Válvula esférica	0.312

- Tramo 2 – Almacenamiento de nafta básica – Almacenamiento de AVGAS

Cálculo de Pérdida de Carga y Verificación			
Parámetro	Valor	Límite	Conclusión
Presión de salida estática [kPa]	53.074	-	-
Presión de salida dinámica [kPa]	0.205	-	-
Caudal [m ³ /h]	7.500	-	-
Presión de salida [kPa]	53.279	-	-
Pérdida de carga [kPa]	7.945	-	-
Pérdida de carga porcentual	13.0%	≤ 25%	Correcto
Velocidad del fluido [m/s]	0.675	0.6 ≤ Valor ≤ 2.4	Correcto
Número de Reynolds	131,558	≤ 2.000.000	Correcto
Altura manométrica [m]	6.900	-	-

Cálculo de Longitud Equivalente			
Accesorio	Long. Equivalente	Cantidad	Long. Eq. Total
Válvula esférica	0.158	2	0.316
Te (Derivación)	3.150	6	18.900
Codo 90°	1.575	4	6.300
Longitud equivalente total [m]			25.516
Longitud real [m]			43.500
Longitud total [m]			69.016

Cálculo de Eficiencia de Bomba	
Potencia Hidráulica [HP]	1.696
Potencia Eléctrica [HP]	2.356
Eficiencia	0.720

Longitud equivalente de accesorios de 2" [m]	
Codo 90°	1.575
Codo 45°	0.840
Te (Línea)	1.050
Te (Derivación)	3.150
Válvula esférica	0.158

- Tramo 3 – Almacenamiento de AVGAS – Camión

Cálculo de Pérdida de Carga y Verificación			
Parámetro	Valor	Límite	Conclusión
Presión de salida estática [kPa]	23.882	-	-
Presión de salida dinámica [kPa]	0.404	-	-
Caudal [m ³ /h]	28.000	-	-
Presión de salida [kPa]	24.287	-	-
Pérdida de carga [kPa]	5.661	-	-
Pérdida de carga porcentual	18.9%	≤ 25%	Correcto
Velocidad del fluido [m/s]	0.947	0.6 ≤ Valor ≤ 2.4	Correcto
Número de Reynolds	301,209	≤ 2.000.000	Correcto
Altura manométrica [m]	3.340	-	-

Cálculo de Longitud Equivalente			
Accesorio	Long. Equivalente	Cantidad	Long. Eq. Total
Válvula esférica	0.312	1	0.312
Te (Derivación)	6.218	2	12.436
Codo 90°	3.109	2	6.218
Longitud equivalente total [m]			18.966
Longitud real [m]			26.000
Longitud total [m]			44.966

Cálculo de Eficiencia de Bomba	
Potencia Hidráulica [HP]	2.718
Potencia Eléctrica [HP]	3.217
Eficiencia	0.845

Longitud equivalente de accesorios de 4" [m]	
Codo 90°	3.109
Codo 45°	1.658
Te (Línea)	2.073
Te (Derivación)	6.218
Válvula esférica	0.312

- Tramo 4 – Recirculación

Cálculo de Pérdida de Carga y Verificación			
Parámetro	Valor	Límite	Conclusión
Presión de salida estática [kPa]	53.074	-	-
Presión de salida dinámica [kPa]	0.706	-	-
Caudal [m ³ /h]	37.000	-	-
Presión de salida [kPa]	53.780	-	-
Pérdida de carga [kPa]	16.749	-	-
Pérdida de carga porcentual	23.7%	≤ 25%	Correcto
Velocidad del fluido [m/s]	1.251	0.6 ≤ Valor ≤ 2.4	Correcto
Número de Reynolds	398,027	≤ 2.000.000	Correcto
Altura manométrica [m]	7.890	-	-

Cálculo de Longitud Equivalente			
Accesorio	Long. Equivalente	Cantidad	Long. Eq. Total
Válvula esférica	0.312	1	0.312
Te (Derivación)	6.218	2	12.436
Codo 90°	3.109	4	12.436
Longitud equivalente total [m]			25.184
Longitud real [m]			37.000
Longitud total [m]			62.184

Cálculo de Eficiencia de Bomba	
Potencia Hidráulica [HP]	8.485
Potencia Eléctrica [HP]	9.867
Eficiencia	0.860

Longitud equivalente de accesorios de 4" [m]	
Codo 90°	3.109
Codo 45°	1.658
Te (Línea)	2.073
Te (Derivación)	6.218
Válvula esférica	0.312

3. ANEXO C: Simulación programación de producción.

		0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	
Ingreso	Camión 1	Ingreso	Disipación de carga estática			Análisis Lab.	Carga - Tanque A			Ingreso	Disipación de carga estática			Análisis Lab.	Carga - Tanque A'			
	Camión 2			Ingreso	Disipación de carga estática			Análisis Lab.										
	Camión 3							Ingreso	Disipación de carga estática			Análisis Lab.	Carga - Tanque A'					
Despacho	Camión 1																	
	Camión 2																	
	Camión 3																	
Nafta Básica	Tanque A					Dosificación de aditivos												
	Tanque A'																	
AVGAS 100LL	Tanque B					Recirculación de AVGAS 100LL												
	Tanque B'																	
Dia 2	Camión 1	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	
	Camión 2							Ingreso	Disipación de carga estática			Análisis Lab.	Carga - Tanque A					
	Camión 3																	
Despacho	Camión 1							Ingreso	Disipación de carga estática					Carga camión			Retiro	
	Camión 2																Carga camión	
	Camión 3																Retiro	
Nafta Básica	Tanque A					Dosificación de aditivos												
	Tanque A'																	
AVGAS 100LL	Tanque B					Carga AVGAS 100LL												
	Tanque B'																	

4. ANEXO D: Presupuesto financiero con moneda corriente.

Datos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Tipo de Cambio (\$/USD)	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80
Ingresos					
Cantidad AVGAS (m3)	13,511.11	14,186.67	14,896.00	15,640.80	16,422.84
Precio AVGAS (\$/m3)	\$17,950.00	\$17,950.00	\$17,950.00	\$17,950.00	\$17,950.00
Ventas AVGAS	\$242,524,463.11	\$254,650,686.27	\$267,383,220.58	\$280,752,381.61	\$294,790,000.69
Total Ingresos	\$242,524,463.11	\$254,650,686.27	\$267,383,220.58	\$280,752,381.61	\$294,790,000.69
Impuesto Ingresos Brutos	-\$8,559,246.66	-\$8,987,209.00	-\$9,436,569.45	-\$9,908,397.92	-\$10,403,817.81
Egresos					
Cs. Variables					
<u>Nafta básica</u>					
Cantidad (m3)	13,500.00	14,175.00	14,883.75	15,627.94	16,409.33
Precio (USD/m3)	USD 747.50				
Costo (\$)	-\$159,441,750.00	-\$167,413,837.50	-\$175,784,529.38	-\$184,573,755.84	-\$193,802,443.64
<u>TEL - Tetraetilo de Plomo</u>					
Cantidad (m3)	11.07	11.62	12.20	12.81	13.45
Precio (USD/m3)	USD 70,070.00				
Costo (\$)	-\$12,253,592.39	-\$12,866,272.01	-\$13,509,585.61	-\$14,185,064.89	-\$14,894,318.14
<u>STADIS 450</u>					
Cantidad (m3)	0.044	0.046	0.049	0.051	0.054
Precio (USD/m3)	USD 45,024.80				
Costo (\$)	-\$31,316.71	-\$32,882.54	-\$34,526.67	-\$36,253.00	-\$38,065.65
<u>Transporte</u>					
Flete Nacional					
Costo (\$)	-\$16,315,784.28	-\$17,131,573.49	-\$17,988,152.17	-\$18,887,559.77	-\$19,831,937.76
<u>Descarga Contenedores TEL</u>					
Cantidad (contenedores)	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Precio (\$)	\$16,500.00	\$16,500.00	\$16,500.00	\$16,500.00	\$16,500.00
Costo (\$)	-\$33,000.00	-\$16,500.00	-\$16,500.00	-\$16,500.00	-\$16,500.00
Costos Fijos					
<u>Recursos Humanos</u>					
Jornal Mensual Operario	-\$35,000.00	-\$35,000.00	-\$35,000.00	-\$35,000.00	-\$35,000.00
Costo Operario	-\$910,000.00	-\$910,000.00	-\$910,000.00	-\$910,000.00	-\$910,000.00
Jornal Mensual Ingeniero	-\$65,000.00	-\$65,000.00	-\$65,000.00	-\$65,000.00	-\$65,000.00
Costo Ingenieros	-\$1,690,000.00	-\$1,690,000.00	-\$1,690,000.00	-\$1,690,000.00	-\$1,690,000.00
<u>Energía Eléctrica</u>					
Consumo (kWh)	59,980.80	62,979.84	66,128.83	69,435.27	72,907.04
Precio (\$)	\$0.39	\$0.39	\$0.39	\$0.39	\$0.39
Costo (\$)	-\$23,392.51	-\$24,562.14	-\$25,790.24	-\$27,079.76	-\$28,433.74
<u>Limpieza Tuberías</u>					
Cantidad	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Precio (\$)	\$18,400.00	\$18,400.00	\$18,400.00	\$18,400.00	\$18,400.00
Costo (\$)	-\$36,800.00	-\$36,800.00	-\$36,800.00	-\$36,800.00	-\$36,800.00
<u>Seguro</u>					
Precio (USD)	USD 85,000.00				
Costo (\$)	-\$1,343,000.00	-\$1,343,000.00	-\$1,343,000.00	-\$1,343,000.00	-\$1,343,000.00
<u>Consultor Cert. ISO 9001 y 14.001</u>					
Precio (\$)	\$300,000.00	\$300,000.00	-	-	-
Costo (\$)	-\$300,000.00	-\$300,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<u>Seguridad</u>					
Precio (\$)	\$1,260,000.00	\$1,260,000.00	\$1,260,000.00	\$1,260,000.00	\$1,260,000.00
Costo (\$)	-\$1,260,000.00	-\$1,260,000.00	-\$1,260,000.00	-\$1,260,000.00	-\$1,260,000.00
Amortización Bs. Uso					
Interés Cuota Financiada	-\$2,126,800.17	-\$1,701,440.13	-\$1,276,080.10	-\$850,720.07	-\$425,360.03
Devolución Amort. Cuota	-\$2,074,926.99	-\$2,074,926.99	-\$2,074,926.99	-\$2,074,926.99	-\$2,074,926.99
Impuesto a las Ganancias	-\$12,643,698.69	-\$13,601,588.86	-\$14,698,865.99	-\$15,733,313.18	-\$16,812,038.92
Total Egresos	-\$210,484,061.73	-\$220,403,383.67	-\$230,648,757.15	-\$241,624,973.50	-\$253,163,824.88
Flujo de Fondos	\$23,481,154.71	\$25,260,093.60	\$27,297,893.99	\$29,219,010.19	\$31,222,358.00

Datos	1° Bim.	2° Bim.	3° Bim.
Tipo de Cambio (\$/USD)	15.80	15.80	15.80
Ingresos			
Cantidad AVGAS (m3)	4,251.85	2,251.85	251.85
Precio AVGAS (\$/m3)	\$17,950.00	\$17,950.00	\$17,950.00
Ventas AVGAS	\$76,320,743.85	\$40,420,743.85	\$4,520,743.85
Total Ingresos	\$76,320,743.85	\$40,420,743.85	\$4,520,743.85
Impuesto Ingresos Brutos	-\$2,693,534.76	-\$1,426,541.11	-\$159,547.46
Egresos			
Cs. Variables			
<i>Nafta básica</i>			
Cantidad (m3)	4,248.36	2,250.00	251.64
Precio (USD/m3)	USD 747.50	USD 747.50	USD 747.50
Costo (\$)	-\$50,175,198.02	-\$26,573,625.00	-\$2,972,051.98
<i>TEL - Tetraetilo de Plomo</i>			
Cantidad (m3)	10.00	0.00	0.00
Precio (USD/m3)	USD 70,070.00	USD 70,070.00	USD 70,070.00
Costo (\$)	-\$11,071,060.00	\$0.00	\$0.00
<i>STADIS 450</i>			
Cantidad (m3)	0.015	0.000	0.015
Precio (USD/m3)	USD 45,024.80	USD 45,024.80	USD 45,024.80
Costo (\$)	-\$10,670.88	\$0.00	-\$10,670.88
<i>Transporte</i>			
Flete Nacional			
Costo (\$)	-\$5,134,462.63	-\$2,719,297.38	-\$304,132.13
<i>Descarga Contenedores TEL</i>			
Cantidad (contenedores)	1.00	0.00	0.00
Precio (\$)	\$16,500.00	\$16,500.00	\$16,500.00
Costo (\$)	-\$16,500.00	\$0.00	\$0.00
Costos Fijos			
<i>Recursos Humanos</i>			
Jornal Mensual Operario	-\$35,000.00	-\$35,000.00	-\$35,000.00
Costo Operario	-\$140,000.00	-\$140,000.00	-\$175,000.00
Jornal Mensual Ingeniero	-\$65,000.00	-\$65,000.00	-\$65,000.00
Costo Ingenieros	-\$260,000.00	-\$260,000.00	-\$325,000.00
<i>Energía Eléctrica</i>			
Consumo (kWh)	9,996.80	9,996.80	9,996.80
Precio (\$)	\$0.39	\$0.39	\$0.39
Costo (\$)	-\$3,898.75	-\$3,898.75	-\$3,898.75
<i>Limpieza Tuberías</i>			
Cantidad	1.00	0.00	0.00
Precio (\$)	\$18,400.00	\$18,400.00	\$18,400.00
Costo (\$)	-\$18,400.00	\$0.00	\$0.00
<i>Seguro</i>			
Precio (USD)	USD 11,000.00	USD 20,500.00	USD 11,000.00
Costo (\$)	-\$173,800.00	-\$323,900.00	-\$173,800.00
<i>Consultor Cert. ISO 9001 y 14.001</i>			
Precio (\$)	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00
Costo (\$)	-\$50,000.00	-\$50,000.00	-\$50,000.00
<i>Seguridad</i>			
Precio (\$)	\$210,000.00	\$210,000.00	\$210,000.00
Costo (\$)	-\$210,000.00	-\$210,000.00	-\$210,000.00
Amortización Bs. Uso			
	-	-	-
Interés Cuota Financiada	-\$349,610.99	-\$337,957.29	-\$326,303.59
Devolución Amort. Cuota	-\$345,821.17	-\$345,821.17	-\$345,821.17
Impuesto a las Ganancias	-\$1,983,725.33	-\$2,810,396.11	\$0.00
Total Egresos	-\$69,943,147.76	-\$33,774,895.69	-\$4,896,678.49
Flujo de Fondos	\$3,684,061.33	\$5,219,307.05	-\$535,482.10
Flujo de Fondos Acumulado	\$3,684,061.33	\$8,903,368.38	\$8,367,886.28

5. ANEXO E: Cuadro de Mando Integral

	Indicador	Meta	Valor promedio obtenido	Comentarios
Financiero	Margen Bruto	20.00%	18.92%	Medido como el resultado de los ingresos descontando IIBB y costos variables, sobre el total de ingresos (ventas, descontando IIBB).
	Costos Fijos	4.00%	3.87%	Participación de costos fijos en el total de egresos.
	Margen de Rentabilidad	13.00%	10.53%	Medido como el resultado del flujo de fondos de cada año, sobre el total de ingresos (ventas, descontando IIBB).
Clientes	Clientes en Córdoba	35.00%	29.50%	Aumentar la proporción del volumen de ventas en la zona de Córdoba permitirá alcanzar la meta de mejora en el margen de rentabilidad.
	Clientes en Santa Fe	23.00%	19.00%	Aumentar la proporción del volumen de ventas en la zona de Santa Fe permitirá alcanzar la meta de mejora en el margen de rentabilidad.
	Clientes en Chaco	8.00%	6.50%	Aumentar la proporción del volumen de ventas en la zona de Chaco permitirá alcanzar la meta de mejora en el margen de rentabilidad.
	Arribos en tiempo a cliente	95.00%	-	Medir la cantidad de entregas en tiempo a clientes que aseguren corregir desvíos para lograr un nivel de servicio del 95%.
Procesos	Certificación ISO 9.001	2 años	2 años	Lograr certificar la planta por normas ISO 9.001 que asegure la existencia de un Sistema de Gestión de la Calidad.
	Certificación ISO 14.001	2 años	2 años	Lograr certificar la planta por normas ISO 14.001 que asegure la existencia de un Sistema de Gestión Ambiental que reduzca al mínimo posible el impacto del manipuleo de TEL.
	Volumen de Producción	Menor a 8 m ³ /h	6.39 m ³ /h	Mantener un promedio de producción por debajo de 8 m ³ /h, valor máximo de operación de la instalación dimensionada.
Aprendizaje e Innovación	Revisión de la Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente	1 revisión por trimestre	-	Asegurar el cumplimiento de los objetivos definidos para la salud y el ambiente por medio del aprendizaje y revisión trimestral de las acciones sucedidas.
	Reducción en costo de transporte	5.00%	-	Estudio de distintas variantes de abastecimiento que permitan lograr una reducción del 5% en el costo de transporte.