

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



Trabajo Final de Graduación

***PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE
NEUMÁTICOS POR PIRÓLISIS***

Factibilidad técnica-operativa y económica

Autor: Hugo Javier Flores

Director: Dr. César G. Moreno

Salta Capital – Argentina

Año 2019

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

❖ Gran canciller

S.E.R. Mons. Mario Antonio Cargnello - Arzobispo de Salta

❖ Rector

Ing. Rodolfo Gallo Cornejo

❖ Vicerrectora Académica

Mg. Constanza Diedrich

❖ Vice-rector Administrativo

Dr. Darío Arias

❖ Vice-rector de Investigación

Dr. Federico Colombo Speroni

❖ Decano de la Facultad de Economía y Administración

Dr. CPN Juan Lucas Dapena Fernández

❖ Secretario Académico

Lic. Roberto Cadar

❖ Jefa de la Carrera de Administración de Empresas

Lic. Mabel Las Heras

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMÁTICOS POR PIRÓLISIS



Factibilidad técnica-operativa y económica

Fig. 1. Planta de pirólisis. Fuente: SGI Technology (2014)

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Concluyendo finalmente mi carrera universitaria, quiero agradecer especialmente a mi esposa Claudia, a mis amadas hijas Julieta, Carla y Luciana por su permanente e incansable apoyo en todos estos años para lograr este ansiado objetivo.

Este logro me alcanza en una etapa de mi vida en la que puedo disfrutarlo como un hito importante que demuestra y me muestra que cuando se quiere, se puede. También tengo que agradecer a compañeros de estudios, profesores y amigos que me apoyaron y apuntalaron para lograrlo.

Un especial agradecimiento al Dr. César Moreno, mi director de tesis, que desde el principio aceptó brindarme su apoyo y conocimientos generosamente, y a la Lic. Fernanda Herrera que me asistió pacientemente en la realización de mi tesis de grado.

Por último, mi dedicatoria a mis padres, mi hermana y toda mi familia, por su buena onda y apoyo constante.

RESUMEN EJECUTIVO

El gran crecimiento del parque automotor a nivel mundial, y como consecuencia de ello la acumulación de neumáticos en desuso, exige encontrar la manera de disponer estos residuos en forma ecológica y sustentable. Se trata de una problemática que afecta directamente al sistema de disposición final de residuos urbanos y constituye uno de los desafíos más difíciles de solucionar para los gobiernos, debido a la generación de gases y a la acumulación de líquidos con sus consecuentes criaderos de plagas y daño al medio ambiente. Por la difícil auto-degradación de los neumáticos, 600 años aproximadamente y, en algunos casos, irresponsable y dañina disposición final, ya sea por incineraciones o eliminación en lugares no adecuados, es necesario estudiar alternativas para el procesamiento de estos residuos. Los objetivos de este proyecto apuntan a exponer la factibilidad comercial, y a la vez, el aprovechamiento productivo de estos desechos, repasando las opciones de tratamiento de los mismos, pero estudiando particularmente la instalación y factibilidad técnica-operativa y económica de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis, de manera que se transformen en un recupero provechoso para la sociedad y una alternativa replicable en otros sitios. A partir de los estudios realizados en esta investigación, se emitirá un informe final evaluando la conveniencia y oportunidad de la aplicación de este proyecto.

PALABRAS CLAVES

Neumático – Pirólisis - Factibilidad técnica-operativa y económica.

EXECUTIVE SUMMARY

The growth of the automotive park today worldwide, and as a result the accumulation of tires abandoned, demands to find a way to dispose waste in an environmentally friendly manner. It's a problem that directly affects the system of disposal of urban waste and is one of the most difficult challenges of solving for Governments, due to the generation of gases and the accumulation of liquids with its consequential breeding of pests and damage to the environment. By the tires self-abasement, 600 years approximately and, in some cases, irresponsible and harmful disposal, either by incineration or disposal in unsuitable places, it is possible to study alternatives for processing these waste. The objectives of this project are running to expose the commercial feasibility, and at the same time, the productive use of these wastes, reviewing treatment options, but studying particular installation and feasibility operative and economical recycling of tires trough pyrolysis plant, so they transform into a recovery helpful for society and a replicable alternative in other sites. From the studies conducted in this investigation, will be issued a final report evaluating the convenience and opportunity of the implementation of this project.

KEY WORDS

Tyres – Pyrolysis - Technical-operational and economic feasibility

ÍNDICE

PARTE I	9
DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA	9
I.1. Definición del tema de investigación	9
I.2. Motivación.....	9
I.3. Planteamiento del problema	11
I.4. Delimitación del objeto de estudio	12
I.5. Justificación	12
I.6 Origen del problema	14
I.7. Antecedentes.....	14
I.8. Originalidad del proyecto	18
I.9. Factibilidad del proyecto	18
I.10. Principios éticos y legales.....	20
I. 11. Objetivos generales y específicos.....	23
Definición de neumático	25
Alternativas disponibles de tratamiento de NFU	27
Reciclado de neumáticos por pirólisis.....	28
Lo que hacen otros países en el mundo.....	30
Lo que se hace en Argentina	38
I.13. Formulación de la hipótesis.....	45
DIMENSIÓN DE LA ESTRATEGIA GENERAL.....	47
II. 15. Aspectos metodológicos de la investigación.....	47
II.15.1. Determinación del universo o población	47
II.15.2. Determinación de la muestra	47
II.15.3. Unidad de observación	47
II.15.4. Tipo de investigación.....	47
II.15.5. Tipo de diseño.....	49
DIMENSIÓN DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
III.16. Fuentes, métodos y técnicas para la recolección de la información	50
III.16.1. Fuentes.....	50
III.16.2. Métodos para la recolección de datos.....	51

III.16.3. Técnicas para la recolección de datos	51
III.16.4. Instrumentos	51
PARTE IV	52
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	52
IV.1. Industrias en las que es aplicable el proyecto	52
IV.2. Recursos energéticos que produce una planta de pirólisis: tipos y cantidades.....	52
IV.3. Proyección financiera del proyecto y potencial rédito económico para los inversores.	54
IV.3.1. Cálculo de TIR y VAN para ambas alternativas de proyecto.....	60
IV.4. Cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente.	62
CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXO	72
HOJA DE EVALUACIÓN.....	80

PARTE I

DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA

I.1. Definición del tema de investigación

El objeto de estudio de este trabajo final se enfoca en determinar la factibilidad técnica-operativa y económica de inversión en una planta de reciclado de neumáticos a través del proceso de pirólisis, el cual consiste en lograr la descomposición química y posterior tratamiento ecológico del neumático fuera de uso (en adelante NFU), para obtener, de esta manera, fuentes de energía por la transformación procesada: combustibles, gases y sólidos de gran poder calorífico y energético, re-utilizables en industrias y automóviles.

I.2. Motivación

Motiva la realización de este trabajo, en primer lugar, cumplimentar con el requisito final para obtener la titulación en la carrera de Licenciatura en Administración de Empresas cursada en la Universidad Católica de Salta. En segundo lugar, evaluar la factibilidad técnica-operativa y económica de la instalación de una planta de este tipo en la ciudad de Salta, como caso piloto en el país, que permitirá realizar un aporte al reciclado de los neumáticos en desuso existentes en la región.

En tercer término, en el Noroeste Argentino (NOA) existe una gran cantidad de neumáticos fuera de uso dispuestos en vertederos municipales, que suponen un gran problema a la hora de proceder a su reciclado o disposición final ecológicamente encaminada. Las alternativas existentes en este momento cubren un espectro que va desde su acumulación en pozos comunes, rellenos sanitarios y basurales, que ocupan un gran volumen físico y expone a los NFU a una larguísima degradación natural por la acción del sol y el agua, contaminando el suelo, el aire y las napas subterráneas, hasta su reciclado mediante la trituración, desguace y clasificado de los materiales obtenidos, aprovechando algunos de ellos en procesos posteriores, pero exponiendo negativamente al personal que realiza estas tareas y al medio ambiente. (Elige verde, 2009).

Otros procesos de eliminación de neumáticos en desuso son la incineración libre u otros altamente nocivos para el ambiente y las comunidades porque dejan una importante, dañina e irreversible huella de carbono. Además, existen convenios y programas con la industria cementera para el uso de los NFU en sus industrias, en reemplazo de combustibles fósiles para sus hornos.

La pirólisis se define como un proceso físico-químico mediante el cual el material orgánico de los residuos sólidos se descompone por la acción del calor, en una atmósfera deficiente de oxígeno y se transforma en una mezcla líquida de hidrocarburos, gases combustibles, residuos secos de carbón y agua. Este proceso tiene como objetivo la disposición sanitaria y ecológica de los residuos sólidos urbanos, disminuyendo su volumen al ser transformados en materiales sólidos, líquidos y gaseosos con potencial de uso como energéticos o materias primas para

diversos procesos industriales. En particular, la pirólisis está siendo utilizada en varios países, y con crecientes tasas de utilización para el tratamiento de NFU, con resultados muy satisfactorios. (SEDESOL, 2001).

I.3. Planteamiento del problema

Se identifica una problemática socio-ambiental planteada por la necesidad de dar un destino a los neumáticos en desuso generados por el creciente mercado automotor en las ciudades. En la búsqueda de una solución a este problema, se plantea la necesidad de generar un proyecto que sea sustentable y, en lo posible, redituable para los inversionistas públicos y privados interesados.

Pese a que una planta de reciclado de neumáticos en desuso a través del proceso de pirólisis es una opción de negocio que aparentemente podría ser rentable, en la ciudad de Salta no se ha realizado un estudio de factibilidad técnica-operativa y económica acerca de su instalación. Teniendo en cuenta esto, se generaron las siguientes preguntas que sistematizan el problema a investigar:

- ¿En concordancia con qué industrias es aplicable el proyecto?
- ¿Cuáles y qué cantidades de recursos energéticos produce el proyecto?
- ¿De qué cuantía monetaria es el rédito económico para los inversores?
- ¿En qué medida contribuye este proyecto al cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente?

Con todos estos cuestionamientos planteados, es posible formular el problema de investigación siguiente:

¿Cuál es la factibilidad técnica-operativa y económica de un proyecto para la instalación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis, que respete el medio ambiente y sea económica y socialmente redituable, en la ciudad de Salta, durante el año 2019?

I.4. Delimitación del objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación es la factibilidad técnica, operativa y económica para la instalación de una planta de reciclado de neumáticos a través del proceso de pirólisis, que logre la descomposición química y tratamiento ecológico de los neumáticos en desuso (NFU) y que obtenga combustibles, gases y metales de gran poder calorífico y energético, utilizable en industrias y automóviles.

I.5. Justificación

La cantidad de residuos derivados de los neumáticos en desuso esparcidos en las ciudades de todo el mundo obliga a pensar en la búsqueda de soluciones a esta situación; los datos existentes son alarmantes. Se descartan en promedio dos neumáticos (10 kg. por unidad) por año por persona, o sea unos 20 kg. anuales, según el INTI (2007). Esto equivale a aproximadamente 80 tn. anuales sólo en la

región NOA del país. La gran mayoría se entierra en vertederos de residuos municipales hasta su saturación y habilitación de un nuevo depósito con ese fin.

El diseño e implantación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis realizaría los siguientes aportes: 1) contribuir al cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente; 2) generar recursos energéticos aprovechables en la industria y los vehículos; 3) contribuir económica y socialmente a la comunidad próxima, generando la posibilidad de replicar el proyecto en otras comunidades del país.

Por lo expuesto, este proyecto se justifica teóricamente en la creciente generación de neumáticos usados de automóviles que quedan esparcidos en distintos depósitos contaminantes de la atmósfera y extremadamente nocivos para el ser humano y el medio ambiente.

La metodología de investigación a utilizarse en este proyecto será la información disponible de los fabricantes de plantas de pirólisis y sus experiencias a nivel mundial; la visita personal del tesista a una planta de este tipo en Brasil; investigaciones en la web; asesoramiento brindado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI); la desinteresada y generosa asistencia de profesionales de distintas áreas involucradas en este proyecto: el director de tesis, Dr. César G. Moreno, ingenieros de distintas especialidades, especialistas financieros, económicos, medio-ambientales; técnicos de distintas áreas; compañeros de estudios y trabajos, entre otros.

Sobre esta base, la practicidad está justificada ampliamente, pues se trata de un proyecto que, de resultar viable en todos sus aspectos, podría ser de gran

aprovechamiento para la comunidad de la provincia de Salta y de otras que quieran replicarlo.

I.6 Origen del problema

El autor de este trabajo se desempeñó por ocho años en el rubro inyección de plásticos, hasta febrero de 2019, para la empresa Andeplast - Las Azucenas S.R.L., perteneciente al Grupo Baterías Edna, donde desarrolló tareas gerenciales, involucrándose integralmente en las áreas de producción, administración y especialmente comercialización. Sobre la base de un sistema de calidad certificado bajo Normas ISO 9001:2015, se involucró en diseños de productos, búsqueda y validación de proveedores nacionales e internacionales, visitas a plantas de producción de clientes y proveedores, en respuesta directa al Directorio del Grupo.

Esta experiencia, sumada a los nueve años de trabajo como titular de JF Multimarcas S.R.L., desempeñando actividades de distribución comercial, ventas minoristas, servicios mecánicos integrales del automotor, atención y gestión mecánica de flotas de vehículos oficiales y privados, todos referidos al rubro automotriz, posibilitó obtener amplios conocimientos que lo motivan a estudiar este proyecto y a confiar en su realización y viabilidad.

En estos momentos se encuentra en periodo de pruebas y puesta en funcionamiento de una planta de soplado de bidones plásticos por cuenta propia.

I.7. Antecedentes

Para la búsqueda de antecedentes se recurrió a las bibliotecas de ambas universidades de la ciudad de Salta. También se buscó en internet material bibliográfico relacionado con el tema: tesis, infografías, material publicitario impreso específico, entre otros, y se seleccionó el que sirvió de base para el presente proyecto. Se trata del trabajo de Flores Vargas, C. (s.f.), cuyos objetivos fueron evaluar técnica y ambientalmente el aprovechamiento energético mediante pirólisis de los neumáticos usados de gran tamaño, provenientes de la gran minería del cobre, a fin de determinar la factibilidad de proponerlo como una alternativa para la disminución de los pasivos ambientales dejados por la actividad minera del cobre en Chile.

La metodología que la investigadora utilizó fue empírica, instalando una pequeña planta experimental y sometiendo muestras de los materiales estudiados a un proceso de pirólisis a nivel de laboratorio, obteniendo materiales aprovechables energéticamente, y analizando los resultados obtenidos.

Algunas de las conclusiones a las que arribó este estudio fueron las siguientes, la pirólisis de residuos de neumáticos origina tres fases: sólida, líquida y gaseosa, cuyos rendimientos dependen fundamentalmente de la temperatura y en menor medida del caudal de nitrógeno. Esto significa que un aumento de la temperatura, implica un aumento en el rendimiento de la fase gaseosa y una disminución en el rendimiento de la fase líquida, lo contrario sucede para el aumento de caudal de nitrógeno.

Por otra parte, el rendimiento de la fase sólida permanece prácticamente constante, considerando ambas variables. Los carbones obtenidos tienen un poder calorífico superior medio de 32 MJ kg⁻¹ y son aptos para la fabricación de

briquetas, o bien para la obtención de carbón activado. El rendimiento de la fase líquida está en torno al 20%, explica Flores Vargas (s.f.). Esta fracción puede ser utilizada como combustible líquido o como fuente de hidrocarburos líquidos. Las variables de operación de la pirólisis de neumáticos de camiones de la gran minería tienen la misma influencia sobre el rendimiento de los productos que para el caso de los neumáticos automotrices.

El impacto ambiental del aprovechamiento energético de los neumáticos usados propuesto en este estudio es menor al impacto ambiental producido por las prácticas desarrolladas actualmente en la gran minería del cobre. Todos los productos de la pirólisis son utilizables, ya sea como insumos del proceso del cobre o cualquier industria, o como materia prima de otros productos.

La pirólisis resulta ser una alternativa atractiva por no producir gases contaminantes a la atmósfera, por permitir un aprovechamiento energético al eliminar el residuo y por generar productos que pueden ser utilizados provechosamente y son comercialmente valiosos, además de proceder al tratamiento sustentable de los NFU acumulados.

Desde el punto de vista técnico y ambiental es factible instalar una planta de pirólisis de neumáticos usados de la gran minería del cobre en Chile, que permitiría transformar un pasivo ambiental en una fuente alternativa de energía. Para ello, se requiere la evaluación de los estudios previos realizados, así como de la prueba a escala piloto.

Dado que la pirólisis de estos neumáticos es técnicamente posible, sería conveniente desarrollar los estudios necesarios para reemplazar la gestión actual

de ellos por la alternativa que se desprende de este trabajo y que asegura el aprovechamiento integral del neumático.

I.8. Originalidad del proyecto

El principal aporte de este proyecto reside en el aprovechamiento productivo que puede rendir la gran cantidad de neumáticos en desuso esparcidos en distintos destinos del país, especialmente en la zona del noroeste argentino. La factibilidad de instalación de esta planta permitiría recuperar materiales componentes de estos NFU, lograr que productiva, ambiental, social y comercialmente, sea sustentable y replicable en distintas localidades.

Los estudios preliminares arrojan que las cantidades de NFU disponibles pueden abastecer de material a varias plantas de reciclado de neumáticos por pirólisis en el país. Se estima que en Argentina se podrían instalar quince plantas de tratamiento de NFU con los desechos generados en este momento.

I.9. Factibilidad del proyecto

Esta investigación es posible por la información accesible en materiales bibliográficos especializados disponibles en la web y según las fuentes consultadas a tal efecto. El autor realizó un análisis de situación previo del proyecto, observando las potencialidades y debilidades, ubicándolo en tiempo y espacio para comenzar a estudiar su factibilidad. Se realizaron observaciones económicas, geográficas, sociales, demográficas, específicas del producto a tratar, consultas municipales y provinciales, a técnicos y profesionales de distintas áreas relacionadas.

Para mostrar en detalle la factibilidad previa del proyecto se ha diseñado la tabla 1 del FODA de la investigación.

<p style="text-align: center;"><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La visita en el año 2016 a una planta similar a la propuesta, en Agua Doce – Santa Catarina - Brasil. ▪ El cursado de varias materias de la carrera como Metodología de la Investigación Científica, Seminario, Administración Financiera I y II, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, entre otras, contribuyó con los conceptos necesarios para el proceso de planificación de este trabajo. 	<p style="text-align: center;"><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La falta de tiempo para dedicar a la investigación, por las obligaciones laborales diarias. ▪ La falta de conocimiento cierto con respecto a los niveles de impacto positivo del proyecto y recupero de la inversión.
<p style="text-align: center;"><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Crear conciencia de la importancia de hacer realidad proyectos que aporten y favorezcan a la preservación del medio ambiente y del planeta. ▪ Generar la posibilidad de la instalación de una planta de estas características en la provincia de Salta, aprovechando los resultados expuestos en este trabajo. 	<p style="text-align: center;"><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La escasa disposición de profesionales dispuestos a brindar parte de su tiempo para asesorar y apoyar estos trabajos. ▪ El cambiante contexto económico del país, la dificultad y casi ausencia de financiamiento y las altas tasas de interés. ▪ La gran volatilidad, variabilidad y previsibilidad del dólar.

Tabla 1. Matriz FODA. Elaboración propia.

I.10. Principios éticos y legales

Teniendo en cuenta que la investigación se realiza en la ciudad de Salta Capital, República Argentina, se enmarca dentro de los límites éticos y legales que plantean las normas vigentes del país y de la provincia.

La ley nacional N° 20.488/73 regula el ejercicio profesional de los graduados en profesiones afines a las Ciencias Económicas dentro del territorio nacional. Esta normativa establece en su Art. 3 que dichos profesionales deben considerar al realizar:

“actos que supongan, requieren o comprometen la aplicación de conocimientos propios de tales personas, especialmente si consisten en:

- a) El ofrecimiento o realización de servicios profesionales.
- b) El desempeño de funciones derivadas de nombramientos judiciales de oficio o a propuesta de partes.
- c) La evacuación, emisión, presentación o publicación de informes, dictámenes, laudos, consultas, estudios, consejos, pericias, compulsas, valorizaciones, presupuestos, escritos, cuentas, análisis, proyectos, o de trabajos similares destinados a ser presentados ante los poderes públicos particulares o entidades públicas, mixtas o privadas”.

Por lo tanto, se considerará parte del ejercicio profesional “la investigación y evaluación de proyectos de inversión”, tal como se propone en el presente trabajo.

Por su parte, la ley provincial N° 6.576/89 regula el ejercicio de los profesionales afines a las Ciencias Económicas en la Provincia de Salta y

establece las mismas directivas con respecto a la investigación en materia económica que la legislación nacional.

Asimismo, la investigación respeta el reglamento que rige las normas de la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Católica de Salta y del Código de Ética de los profesionales de Ciencias Económicas.

El presente trabajo apunta a sumar herramientas que lleven a mantener y preservar el orden ambiental más puro, en beneficio de la especie humana. A su vez, no lesiona ningún criterio ético ni moral directo, pues en principio no es personalizado en ningún particular, empresa privada u organismo público, sino que es una investigación destinada a lograr claridad acerca de una actividad potencialmente beneficiosa para la comunidad destinataria del mismo.

En todos los conceptos contenidos en esta investigación están contemplados los requerimientos que hacen al buen ejercicio de las actividades empresariales necesarias, protegiendo en primer lugar a las personas que lo componen y a los recursos económicos y naturales involucrados.

Para el análisis y presentación de los resultados se tendrá en cuenta la confidencialidad de la información obtenida, utilizándola solo para los fines de la investigación, respetando la privacidad, el anonimato y dignidad de las personas que hayan colaborado. Asimismo, se reproducirán los resultados fielmente, sin omitir los datos necesarios a fin de buscar la objetividad y científicidad que requiere la investigación.

Las conclusiones del trabajo serán puestas, oportunamente, a disposición de los profesionales miembros de la Universidad Católica de Salta, alumnos y

cualquier otro interesado en la materia, siempre con la intención de contribuir a la superación personal, profesional, institucional y comunitario.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se considera que la presente investigación está enmarcada dentro de parámetros éticos y legales necesarios para no infringir ni violar ninguna norma.

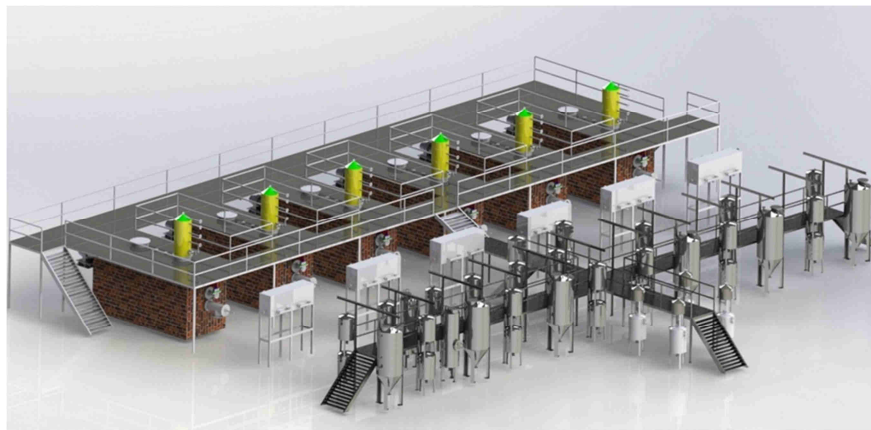
I. 11. Objetivos generales y específicos

General

- Analizar la factibilidad técnica, operativa y económica de un proyecto para la instalación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis que respete el medio ambiente y sea económica y socialmente redituable, en la ciudad de Salta, durante el año 2019.

Específicos

- Identificar en qué industrias es aplicable el proyecto.
- Definir qué tipos de recursos energéticos produce una planta de pirólisis.
- Calcular la cantidad de recursos energéticos que produce una planta de pirólisis.
- Estudiar la proyección financiera del proyecto y estimar el potencial rédito económico para los inversores, bajo distintas modalidades.
- Determinar en qué medida contribuye este proyecto al cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente.



I.12 Marco teórico

Factibilidad técnica – operativa y económica de proyectos de inversión

Se define a la factibilidad *técnica* como la evaluación de que el negocio planteado puede ponerse en marcha y mantenerse en el tiempo, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplando los problemas que involucra (ATIC, 2013).

Por su parte, la factibilidad *operativa* está dada por la evaluación de la disponibilidad de los elementos necesarios para desarrollar el proyecto y cumplir con los objetivos o metas señalados (ATIC, 2013); mientras que la factibilidad económica involucra el análisis y la evaluación de las variables económico-financieras comprendidas, como ingresos, egresos, estudios de mercado y otros vectores del proyecto que permiten evaluar su implementación. Finalmente, se evalúa la viabilidad económica sobre la base de los datos considerados, analizando su rentabilidad interna o rendimiento. (ATIC, 2013)

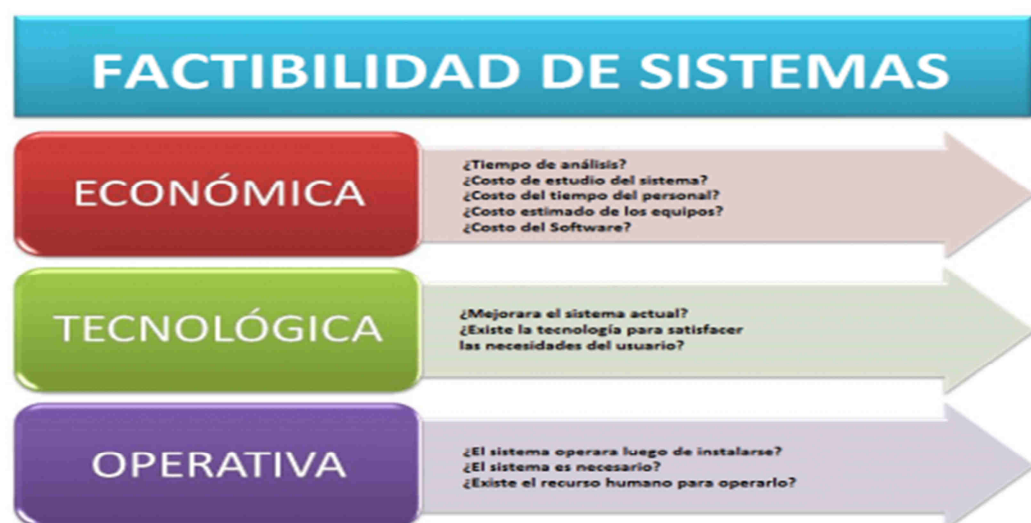


Fig. 2. Factibilidad de Sistemas. Fuente: ATIC, 2013.

Cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente

El Art. 41 de la Constitución Nacional Argentina cita que el ambiente “debe ser apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras”. Esta cita compromete a todos los habitantes del suelo argentino a preservar el medio ambiente, para que pueda ser aprovechado y explotado en su máximo esplendor por los sucesores y compatriotas.

La República Argentina adhiere a varios tratados internacionales de preservación y cuidado del medio ambiente, y promulgó la Ley Nacional N° 25675, en el año 2002, llamada Ley General de Ambiente, que establece los presupuestos mínimos y contiene las normas civiles, procesales y administrativas regulatorias de la temática ambiental. Además, cada provincia posee sus propias leyes y regulaciones ambientales destinadas a protegerlo.

Todas aquellas acciones tendientes a la recuperación de eventuales daños y amenazas al medio ambiente son especialmente valoradas con el fin de hacer sustentable los recursos naturales y la diversidad biológica (CELAC, 2018).

Definición de neumático

"Químicamente, el caucho es un polímero compuesto de macromoléculas formadas por la unión de varias moléculas, más pequeñas y sencillas. Sirve también de base para la fabricación de plásticos por parte de la industria química" (Enciclopedia Temática Guinness, citado en Vignart, 2010). El caucho es, entonces, un producto natural elaborado a partir del látex, resina blanca lechosa que se obtiene de la corteza del árbol de caucho.

Si bien es originario de Brasil, las semillas fueron llevadas a Inglaterra en 1876 y de allí exportadas a otras zonas bajo dominio británico, determinando que hoy las principales plantaciones, un 90% del mercado mundial, se encuentren en el sudeste asiático, principalmente en Malasia. Las utilidades de esta materia prima eran pocas, en principio. (Si la basura no es basura, 2018)

Fue el comerciante de ferretería Charles Goodyear (1800-1860) quien descubrió que, mezclándolo con azufre y calentándolo, se evitaba que fuese tan pegajoso cuando estaba caliente y tan rígido cuando enfriaba. A partir de este proceso llamado vulcanización, comenzaron a fabricarse diversos productos: aislamiento de cables eléctricos, mangueras, cintas transportadoras y, principalmente, cubiertas para transporte de automóviles, camiones o aviones. Michelin en Francia, Dunlop en Inglaterra y Goodrich en Estados Unidos fabricaron las primeras cubiertas para automóviles. (Si la basura no es basura, 2018)

Los fabricantes de neumáticos han mostrado poco interés en la recuperación, porque la goma que se puede obtener de las cubiertas gastadas es poca y de calidad inferior. Además, a la industria le resulta más económico recurrir a la materia prima virgen que a la reciclada, por los crecientes costos de logística y ambientales. A esto, se le agregan los problemas originados por la quema, generadora de humos que contaminan el aire y de un material aceitoso que contamina el agua y los suelos; el peligro de incendio en caso de almacenarlos; el gran volumen y la difícil manipulación que originan los vertederos, donde se ha constatado que muchas veces suben a la superficie luego de enterrados; y la facilidad de acumular agua (si no son perforados), agua que, estancada, favorece

la proliferación de insectos transmisores de enfermedades. (Si la basura no es basura, 2018)

La composición media de materiales de los NFUs es la siguiente:

Tabla 2. Composición de la NFUs. Fuente: Vignart (2010)

Tipo de neumático	Peso (en kg.)	Composición de materiales (%)				
		Caucho y elastómeros	Negro de carbono	Metal (aceros)	Textiles	Aditivos y otros
Automóviles	8 (6,5 a 9)	48	22	15	5	10
Vehículos pesados	68 (55 a 80)	43	21	27	0	9

Fuente: PNNFU (2001-2006). Composición media de los neumáticos usados en la UE (datos de composición por porcentaje).

Alternativas disponibles de tratamiento de NFU

Las distintas posibilidades de gestión para el aprovechamiento, preservación y valorización de los NFU, según Vignart (2010), son las siguientes:

- por parte de los fabricantes, alargando la vida media de los neumáticos nuevos, incorporando materiales reutilizados de NFU y desarrollando neumáticos aptos para su reconstrucción (sobre todo en uso pesado); por parte de los usuarios, cuidando su calidad de conducción, el estado general y mantenimiento de su vehículo, controlando permanentemente el estado de sus neumáticos (presión, alineado y balanceo de ruedas) y colaborando en el cuidado de rutas y caminos (en servicio pesado no exceder las cargas permitidas); y por parte del gobierno, realizando el mantenimiento, reparación y ampliación de la red de pavimentación y controlando las cargas pesadas en

rutas y ciudades. Seguramente hay más actividades por hacer para cuidar la generación de NFU.

- su utilización en estado de NFU entero, permite emplearlo como arrecifes artificiales, fabricación de puertos, obras de estabilización y refuerzo de taludes, muros de contención de ríos, seguridad de pistas de competición de automóviles, entre otros.
- la molienda y separación de materiales componentes de los NFU es una práctica que permite utilizarlos en superficies deportivas, pavimentos, construcción, moquetas, calzados, frenos, muros anti-ruídos, nuevos neumáticos, entre otros.
- la utilización (enteros o triturados) como combustible en plantas de residuos u hornos de cementeras y ladrilleras es una posibilidad bastante utilizada y promovida por los gobiernos. Esta actividad exige el máximo cuidado de los métodos de prevención de emisión de gases contaminantes.
- y existen otros métodos en vía de estudio y experimentación para la disposición y puesta en valor de los NFU, como son: la gasificación, la termólisis, el plasma, la despolimerización y la pirólisis. Especialmente esta última, está siendo cada vez más utilizada en el mundo, y de ella se ocupará este trabajo.

Reciclado de neumáticos por pirólisis

La pirólisis involucra la rotura térmica del caucho del neumático en ausencia de oxígeno y da como productos un aceite, gases combustibles y como

sub-productos un residuo carbonoso y el alambre (Encinar, 2003; Cunliffe y Williams, 1998, 1999, citados en Flores Vargas, s.f.). El aceite pirolítico y los gases están teniendo un nuevo interés, son fáciles de manipular, almacenar y transportar, pueden ser usados directamente como combustibles o agregados como alimentación en una refinería de petróleo (Williams et al, 1990, citados en Flores Vargas, s.f.). El carbón tiene potencial para ser usado como combustible sólido, carbón activado o negro de carbón (Kawakami et al, 1980, citados en Flores Vargas, s.f.).

La fase gaseosa obtenida contiene hidrógeno, metano, monóxido de carbono y algún otro hidrocarburo como etileno y acetileno, y la fase sólida está constituida por un residuo que ha incrementado notablemente su contenido de carbono (Murillo, 1999, citados en Flores Vargas, s.f.).

Sharman et al. (2000), citados en Flores Vargas (s.f.) indican que el gas no condensable tiene un valor calorífico del orden de las 10000 kcal/m³N y normalmente los productos se distribuyen en: 33% residuo carbonoso, 35% aceite, 20% gas y 12% metal.

Según señala Murillo (1999) el proceso se inicia cuando se alcanza una temperatura de 250 a 350°C y la distribución de los productos depende de la materia inicial y las condiciones de operación. A mayor temperatura y tiempo de residencia, mayor es el rendimiento del gas. Sin embargo, la composición de los productos es tan compleja que es difícil mejorar su selectividad.

El neumático constituye una materia prima óptima para realizar un proceso de pirólisis, dado el alto contenido en materia volátil y el bajo contenido en humedad, lo que minimizaría el posible proceso de gasificación con el vapor de

agua contenido en la muestra. Comparando con un carbón bituminoso, se observa un contenido similar de carbón elemental, contenidos inferiores de nitrógeno y azufre, mayor contenido de hidrógeno y de materia volátil, mayor poder calorífico superior (PCS) y menores cantidades de humedad, carbono fijo y cenizas. Por otro lado, si estos valores se comparan con los correspondientes a residuos biomásicos, se observan grandes diferencias. Así, el contenido en carbono elemental de los neumáticos duplica el de los residuos biomásicos; otro tanto ocurre con el hidrógeno, mientras que, por el contrario, el contenido en nitrógeno es más pequeño y el de azufre, como cabría esperar, mucho más grande.

Finalmente, la materia volátil de la biomasa es ligeramente superior a la de los neumáticos y el PCS de éstos casi duplica el correspondiente a los materiales biomásicos (Encinar et al, 1995, 1997a, 1998, 2000, 2002, citados en Flores Vargas, s.f.).

Lo que hacen otros países en el mundo

Respecto a la situación mundial de los NFU en distintos países es posible observar la tabla 3, expuesto por Vignart (2010):

Tabla 3. NFU en el mundo. Fuente: Vignart (2010).

País / Continente	Cantidad de NFUs generados por año (en millones)*	Destino de los NFUs no reconstruidos ni exportados (%)			Año	Fuentes
		Recupero de energía	Usos de ing. civil o recup. de materiales	Rellenos san., pilas de neumát., etc.		
EEUU	292	53	33	14	2005	Estimaciones basadas en datos provenientes de Rubber Manufacturers Association (RMA)
Europa	250	41	43	16	2006	Estimaciones basadas en datos provenientes de European Tyre & Rubber Manufacturers Association (ETRMA)
China	112	s/inf.	s/inf.	s/inf.		Publicaciones de periódicos especializados incluyendo Recycling Today y Hong Kong Trade Development Council
Japón	80	70	15	15	2006	Estimaciones basadas en datos provenientes de Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc. (JATMA)
Méjico	30	0	90	10	2004	"Mexico pays cement industry to burn scrap tyres" (www.ecoamericas.com/en/story.aspx?id=569)
Brasil	27	69	13	18		Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Corea del Sur	23	77	16	7	2003	Korea Tyre Manufacturers Association (KOTMA)
Canadá	22	20	75	5	2003	Pehikien A. and E. Essadiqi, Scrap Tyre Recycling in Canada, 2005
Australia	20	22	8	70	2006	URS, Market Failure in End-of-life Tyre Disposal, report for the Department of Environment and Heritage, September 2006 (see also www.environment.gov.au/settlements/waste/tyres/index.html).
Malasia	14	s/inf.	s/inf.	s/inf.		What to do with old tires? Lim J.
Sudáfrica	12	s/inf.	s/inf.	s/inf.	2003	"Fixing a Tyred Environment", Die Burger, 6 April 2003
Argentina	12	s/inf.	s/inf.	s/inf.	2007	INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Irán	10	s/inf.	s/inf.	s/inf.	2006	Iran daily newspaper online (www.iran-daily.com/1385/2586/html/focus.htm)
Israel	7	s/inf.	s/inf.	s/inf.	2003	Ministry of the Environment, Israel "Waste Tyres : A Case Study", Environmental e- bulletin September 2003, Issue 2 (see also www.sviva.gov.il)
Nueva Zelanda	4	0	15	85		Estimaciones basadas en datos provenientes de "Product Stewardship Case Study for Endof- Life-Tyres" by URS for the Ministry of the Environment (NZ) 2006
* No incluye exportaciones ni reconstrucciones de NFUs.						

Chile

Las principales barreras que han impedido generalizar la técnica del uso de neumáticos desechados en la industria cementera chilena son, según Vignart (2010):

- para el caso en que se requiere el trozado previo de los neumáticos, las ventajas en los costos son marginales frente a los combustibles tradicionales (carbón, coque, petróleo, gas, fuel-oil).
- no existen antecedentes de la fiabilidad y suministros de neumáticos desechados, lo cual asocia un riesgo, en términos de la recuperación de la inversión en las modificaciones que resultan necesarias de practicar al horno rotatorio.

En los proyectos abordados, la industria cementera chilena ha demostrado estar preocupada por la disponibilidad de suministros continuos de neumáticos en cantidades suficientes y a precios razonables. Por lo general, las empresas de cemento no desean involucrarse en la recolección de neumáticos, prefiriendo externalizar este servicio a un proveedor responsable de su recolección y entrega.

Brasil

Osava (2005), citado en Vignart (2010) explica que en 1998 en el mundo se encontraban desechados de forma inadecuada entre 3.000 y 4.000 millones de neumáticos, y cada año se producen 800 millones nuevos en el mundo, según manifiesta la Asociación Nacional de la Industria de Neumáticos de Brasil. Estados Unidos y la Unión Europea concentran más de la mitad de esa producción. El simple descarte, especialmente en Europa, sería inviable por falta de espacio. Debido a las razones citadas, se investigaron soluciones como el reciclado de los neumáticos usados y su uso en la producción de energía y en la construcción. Pero el principal destino son los vertederos subterráneos, donde los europeos desechan 39% del total de sus neumáticos usados y los estadounidenses,

31%, según las asociaciones de recicladores. Sólo se acepta esta salida ante la ausencia de alternativas económicamente viables, según el Convenio de Basilea, acuerdo referido al tráfico internacional de desechos tóxicos, vigente desde 1992, al que adhieren 130 países. Entre otros riesgos de estos depósitos se cuenta la emisión de gases contaminantes, por ejemplo, la ocurrida en Gales, Gran Bretaña, donde la quema de un vertedero, en el cual yacían 10 millones de neumáticos, se prolongó por 10 años.

La exportación es el destino de 11% de los neumáticos usados de Europa y 5% de los de Estados Unidos. Es una forma de "exportar basura" y transferir el problema, según las autoridades ambientales brasileñas, que prohibieron la importación tanto de neumáticos usados como de los recauchutados (recubiertos de caucho para volver a utilizarlos). La medida logró reducir las importaciones, pero no ponerles fin. Uruguay logró en 2003 la reapertura del mercado brasileño a sus neumáticos recauchutados tras un fallo de un tribunal del Mercado Común del Sur (Mercosur) y la Unión Europea intensificó las presiones con el mismo objetivo. La importación bajó de 3,4 millones de neumáticos recauchutados en 1998 a menos de un millón en 2000, mientras la de usados sin recauchutar cayó de 6,1 millones en 1996 a 2,4 millones en 2001, según datos oficiales. Los neumáticos usados son utilizados en Brasil, entre otros fines, para la destilación de combustibles, en un proceso que ahorra materias primas como el petróleo y genera empleos, dijo Francisco Simeao, presidente de la Asociación Brasileña de la Industria de Neumáticos Reamoldados.

Simeao acusó a las autoridades ambientales de someterse a los intereses de las empresas transnacionales que dominan el mercado nacional del sector: Good

Year, Firestone y Pirelli. El Consejo Nacional de Medio Ambiente, que reúne a delegados del gobierno nacional y provinciales, de organizaciones ambientalistas y otros representantes de la sociedad, ratificó el veto a esas importaciones, señalando que la industria de reforma debe utilizar neumáticos usados nacionales. Simeao argumentó que los neumáticos usados europeos son los únicos con la calidad adecuada, dadas las exigencias del mercado local, la mayor velocidad permitida y el estado de sus carreteras. Tegani, del Ministerio de Medio Ambiente, en cambio, indicó que las fábricas brasileñas exportan un tercio de su producción, incluso a Europa, lo cual constituye una prueba de calidad. En su opinión, la importación es estimulada por los bajos precios ofrecidos por quienes procuran desprenderse de los desechos, mientras Brasil debe afrontar el costo de la recolección de sus neumáticos, agregó. La resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente es "pionera en el mundo", pues define a los responsables y sus obligaciones, observó Tegani. La meta fue eliminar un cuarto del total de neumáticos vendidos en 2001, proporción que se elevaría a la mitad en 2003 y a la totalidad en 2004. En 2005, la eliminación debería ascender a 125% de las ventas. (Osava, 2005, citado en Vignart, 2010)

A la industria le corresponderá evitar que 7,5 millones de neumáticos sean simplemente arrojados, pues produce cerca de 45 millones de unidades al año y exporta un tercio. Treinta millones se venden dentro del país, informó Tegani. El programa no tendrá costo para el consumidor, a diferencia de Europa y Estados Unidos, donde la recolección, almacenamiento y transporte de neumáticos corresponde al comprador. Las empresas que los aprovechan como materia prima deberán absorber los costos, en los planes de la Asociación Nacional de la

Industria de Neumáticos. El uso como combustible en calderas industriales, trituración para uso en pavimentación de carreteras y conversión en petróleo industrial o gas son las grandes alternativas de reaprovechamiento, descartándose su desecho en vertederos. En cualquier caso, el paso inicial es picar los neumáticos, lo cual debe realizarse con rapidez para facilitar el almacenamiento y evitar el dengue, sostuvo Tegani. Cien millones de neumáticos inservibles están desechados al aire libre en Brasil, calculó el Ministerio de Medio Ambiente. Tegani cree que la cantidad puede ser menor, porque no existen registros de todas las formas de reaprovechamiento. Los ambientalistas, tienden a ver un "pasivo ambiental" mayor. El país consume cada año cerca de 40 millones de neumáticos, sumando la producción nacional y las importaciones. Cien millones de neumáticos pueden haber sido desechados en pocos años, argumentó Karen Suassuna, coordinadora de la campaña de residuos tóxicos de Greenpeace en Brasil. (Osava, 2005, citado en Vignart, 2010)

El diario Notícias do Dia publica en su matutino del 20 de septiembre de 2017 el titular "El reciclaje de neumáticos se convierte en materia prima para proyecto innovador en Agua Doce. Refiere a la empresa Pioneiro Ecometais, uno de los referentes de este proyecto de reciclado de neumáticos por pirólisis. En su texto relata que el grupo Pioneiro Industrial, de Florianópolis, logró "transformar su propio dolor (en referencia a los residuos neumáticos acumulados) en una oportunidad de negocio sustentable y generar recetas adicionales, apostando a la innovación y la sustentabilidad".

En este caso, se aprovechan los productos generados en el proceso inverso de los NFU para utilizarlos como recursos energéticos aprovechables para su

planta de reciclado de baterías. Como dice el representante de la empresa y jefe de producción Segundo Eder Barbieri:

“el gas metano generado es utilizado por completo en el proceso de pirólisis, siendo captado y direccionado a los reactores que sirven como fuente de combustible. Los demás sub-productos son materias primas utilizadas en el proceso de reciclado de baterías y plomo. Con la implementación del nuevo proceso de pirólisis de neumáticos fue posible reducir los costos en cerca de 54%; aparte de esa reducción significativa de costos de producción, los excedentes son comercializados, generando nuevos proyectos para la empresa”. (Cavalheiro, 2017)

España

Vignart (2010) expone que en España dejan de rodar más de 10 millones de neumáticos al año. Darles el tratamiento adecuado para que vuelvan a hacerlos, reciclarlos o emplearlos como combustible, son algunos de los objetivos del Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006 (PNNFU), que prohibió a partir de enero de 2003 su vertido. Según el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM), el impacto ambiental de los neumáticos que acaban en el campo o en vertederos como destino final, constituyen el 82,8% de las 250.000 toneladas de neumáticos fuera de uso (NFU) que se generan cada año.

Reutilizar los neumáticos es posible desde hace décadas mediante el recauchutado, proceso que consiste en sustituir la vieja banda de rodadura por otra nueva. Los neumáticos recauchutados son de calidad similar a los nuevos y más baratos, su utilización es altamente demandada en los neumáticos de camiones y viales, y su consumo es habitual en Dinamarca, Holanda y Alemania. Como esta

opción nunca ha gozado de la gran confianza de los conductores españoles, en los últimos años, los fabricantes han optado por neumáticos de larga duración no recauchutables. El PNNFU prevé que la homologación obligatoria de las empresas del ramo aumente las garantías de esta actividad.

Las posibilidades en el reciclaje de neumáticos son variadas. Con los neumáticos enteros se construyen arrecifes artificiales, puertos, refuerzos de taludes y muros de contención. Una vez troceados y granulados, los restos de neumáticos sirven para usos muy diversos: construcción de pistas deportivas, vías o revestimientos de pavimentos; fabricación de moquetas, calzados, zapatas para frenos y material deportivo. Las carreteras cuyo asfalto contiene caucho reciclado como aditivo son hasta cinco veces más resistentes y de mejor adherencia, y cada día se descubren nuevas utilidades para los neumáticos gastados. Sirva como ejemplo el desarrollo que el Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha proyectado para la utilización del caucho reciclado en pantallas acústicas.

Los neumáticos nuevos incorporan un máximo de un 5% de goma reciclada, cantidad que podría aumentarse sin dificultad hasta valores del 30%, con el consiguiente ahorro energético: para producir un kilo de caucho virgen se necesita invertir casi tres veces más energía que para la producción de un kilo de goma reciclada. El aprovechamiento directo de la energía contenida en los neumáticos puede hacerse mediante incineración o a través de la fabricación de un combustible especial llamado, precisamente, Combustible Derivado del Neumático o CDN (TDF en inglés). Pero es una opción que el PNNFU autoriza sólo cuando sea imposible otro tratamiento. En España, se generan anualmente

unas 250.000 toneladas de neumáticos fuera de uso, de las que sólo se recicla el 1,5%. El 11,1% se destina a recauchutado; el 4,6%, a valorización energética; y el 82,8% acaba abandonado o depositado en vertederos. Según el MIMAM, los vertederos españoles almacenan entre tres y cinco millones de toneladas de neumáticos. El PNNFU establece como objetivos el reciclado de al menos un 25% en peso de los neumáticos y el recauchutado de un 20% antes del 1 de enero de 2007. Desde el 1 de enero de 2003 quedó prohibida su eliminación (vertido o incineración) sin recuperación energética. Se aconseja a los consumidores que, cuando la profundidad del dibujo de los neumáticos sea inferior a 1,6 milímetros, es tiempo de cambiarlos y que, cuando se retiren las cubiertas, sean llevadas al taller para que acaben sus días en una planta de reconstrucción y sea elegida para neumáticos recauchutados o con un alto contenido en goma reciclada. Si no es posible, que sean neumáticos de vida larga, porque consumen menos gasolina.

Algunas comunidades autónomas del país tienen programas apuntados al tratamiento de los residuos generados por los NFU, por ejemplo, los gobiernos de Andalucía, Canarias, Castilla y León, La Rioja, Navarra y otros en dicho proceso, proveen molinos de trituración a agentes públicos o privados encargados de gestionar el tratamiento y disposición final. No se encontraron datos cuantitativos oficiales del trabajo que realizan.

Lo que se hace en Argentina

La Comisión Permanente de Trabajo para el Reciclado de Neumáticos Usados, coordinada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) desde 2003, señala como objetivos "la evaluación y desarrollo de las diversas

propuestas logísticas y tecnológicas de reutilización de neumáticos al fin de su vida útil, y la promoción de la Legislación Ambiental específica. Participan la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP), el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA), la Federación Argentina del Neumático (FAN), la Asociación de Reconstructores Argentinos de Neumáticos (ARAN), la Federación Argentina de la Industria del Caucho (FAIC), la Cámara Argentina de Reconstructores de Neumáticos (CAR), la Cámara de la Industria del Neumático (CIN) y las empresas Bridgestone-Firestone Argentina S.A., Fate S.A., Neumáticos Goodyear S.R.L., Michelin Argentina S.A. y Pirelli Neumáticos S.A. En esta dirección, la Comisión articuló a los distintos actores públicos y privados vinculados al tema para proponer un modelo de gestión y de legislación consensuado. En este grupo de trabajo participan el Programa de Reciclado Industrial y de Medio Ambiente del INTI, el Centro INTI-Caucho, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP), el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA), la Federación Argentina del Neumático (FAN), la Asociación de Reconstructores Argentinos de Neumáticos (ARAN), la Federación Argentina de la Industria del Caucho (FAIC), la Cámara Argentina de Reconstructores de Neumáticos (CAR), la Cámara de la Industria del Neumático (CIN) y las empresas Bridgestone-Firestone Argentina S.A., Fate S.A., Neumáticos Goodyear S.R.L., Michelin Argentina S.A. y Pirelli Neumáticos S.A. (Federación Argentina del Neumático, 2017; Vignart, 2010)

Asimismo, brindan su apoyo las áreas ambientales de los Gobiernos de la Ciudad y de la Provincia de Buenos Aires. Dicha Comisión se dedicó a profundizar, actualizar y evaluar el estado de situación de la disposición final de neumáticos usados en el país y en el mundo; las restricciones internacionales que los países fueron aplicando al tránsito e ingreso de neumáticos usados en sus territorios para evitar el aumento de sus pasivos ambientales; la situación interna de Argentina respecto del tema; el tratamiento de los neumáticos recauchutados y usados en las negociaciones internacionales de Argentina y el Mercosur; proyectos de reciclado de neumáticos; la evaluación de disponibilidad por región y nacional; proyectos de utilización como aporte energético y la factibilidad técnica-económica de una planta modular de reciclado de neumáticos usados, definiendo tamaños, inversiones y tecnologías.

La Comisión realizó a su vez estudios logísticos, seleccionando una propuesta operativa para el área metropolitana. El primer resultado concreto de este trabajo es la licitación pública que el CEAMSE debía encarar. En este proceso, el INTI se encargó de reunir a los actores involucrados en el proyecto y de gestionar ante el CEAMSE, en representación de todo el grupo de trabajo, la participación y concreción del actual llamado a licitación como ejemplo y modelo testigo para trasladar a otras regiones del país. Asimismo, colaboró en la redacción de los pliegos de la licitación y brindó asesoramiento en las áreas técnicas de la misma. Junto con el CEAMSE, el INTI será el encargado de revisar la aprobación de las licitaciones a adjudicar como co-evaluador técnico y realizará además auditorías técnicas a la planta recicladora. Por su parte, el Directorio del CEAMSE aprobó los pliegos de la licitación para instalar la planta recicladora, la

que se concretará con aportes privados. Como resultado, el INTI tenía registradas unas 15 empresas privadas nacionales y extranjeras con contactos en el país interesadas en esta licitación. De la planta construida a partir de este proyecto se podrán obtener distintos productos, para diversas aplicaciones:

- productos provenientes del neumático en una primera etapa de trozado, sin separación de tela y metal. De esta manera puede servir, por ejemplo, como combustible para cualquier tipo de caldera u horno que esté adaptado para quemar residuos sólidos sin contaminar el medio ambiente.
- separando las partes del neumático se obtienen metales y residuos textiles reciclables, además de polvo de goma de diferentes granulometrías con el que se pueden obtener productos varios, por ejemplo: alfombras para piso, lomos de burro, amortiguación en canchas de césped sintético (éstas utilizan casi 100 tn. por cancha), plásticos cargados, picaderos para caballos de carrera (se comprobó que con polvo de goma los caballos tienen menos riesgo de conjuntivitis), pisos de goma y asfaltos (contribuye fundamentalmente a la disminución de ruido y permite aumentar su durabilidad), entre otros.

Actualmente, existen empresas con equipos trasladables que realizan el trozado primario en el lugar de depósito y acumulación, lo que facilita su traslado hasta el lugar de disposición final, permitiendo de esta forma transportar mayor cantidad de neumáticos por camión y eficiencia logística. Esta modalidad resulta una buena alternativa para evitar la instalación de plantas de tratamiento fijas donde no se justifique la inversión y para llegar a zonas poco pobladas del interior del país. (Federación Argentina del Neumático, 2017; INTI, 2007; Vignart, 2010)

Plantas de reciclado de neumáticos en Argentina

En Argentina funcionan en la actualidad cuatro plantas de reciclado de neumáticos, dos ubicadas en la provincia de Buenos Aires: Regomax, que procesa neumáticos de autos y camiones; y Tricaucho, ubicada en la zona sur del Gran Buenos Aires, que procesa neumáticos livianos y medios. En la provincia de Santa Fe se encuentra la empresa Kumen-Co, que solo procesa neumáticos de automóviles, de servicio liviano; y la reciente planta GIRSU, emplazada en los predios de la empresa cementera HOLCIM en Puesto Viejo, en la provincia de Jujuy. Fue clave desarrollar estos dos primeros emprendimientos en dicha plaza, debido a que en la provincia de Buenos Aires se generan entre el 40 y el 50% del total de los NFU en circulación. La tercera planta de tratamiento de NFU se encuentra en la ciudad de Arroyo Seco, en la provincia de Santa Fe, es la firma Kumen-Co, dedicada al tratamiento de NFU mediante su desguace en sub-productos re-utilizables (polvo neumático, acero y fibra) para distintas aplicaciones y sub-productos. Finalmente, la planta GIRSU, nacida del acuerdo del Gobierno de la Provincia de Jujuy y la empresa de cementos Holcim, con el propósito de procesar este desecho y utilizar el producido en el proceso industrial como fuente energética. Se trata de un gran aporte al tratamiento de los NFU en la zona norte del país.

En los predios del CEAMSE está en funcionamiento la empresa Regomax, dedicada al procesamiento de NFU de automóviles y camiones, surgida de la unión de varias entidades relacionadas con la industria del neumático, cámaras empresarias, el gobierno nacional a través del INTI, el gobierno de la Provincia de Buenos Aires, empresas fabricantes, importadores de neumáticos e interesados en

el tratamiento de estos productos. Esta empresa sostiene como objetivo que “mejorar la calidad de vida es posible, profesionalizando el reciclado de los NFU, transformándolos en productos con un alto valor agregado a través de un procesamiento que contribuye con el cuidado del medio ambiente”. Por otro lado, la empresa Tricaucho gestiona la zona sur de la provincia de Buenos Aires y se ubica en el partido de Berazategui. (CEAMSE, 2018; Regomax, 2018; Tricaucho, 2018)

Cómo funcionan estas plantas

El proceso de trituración de neumáticos se realiza en varias etapas y a temperatura ambiente. A grandes rasgos, consta de una trituración primaria y una secundaria, incluyendo la separación de la parte metálica y de la parte textil. Los neumáticos ingresan a la planta y en la primera fase del proceso se les extrae el cordón de alambre del talón -anillo de acero- antes de ingresar a la trituración primaria. Esto es necesario para evitar daños y un excesivo desgaste de las cuchillas de los equipos de trituración. Luego ingresan a través de cintas transportadoras al triturador primario donde se reduce el tamaño del neumático a trozos más pequeños, de aproximadamente 10 x 10 cm.



Fig. 3. Trituración de neumáticos. Fuente: INTI (2010)

La trituración se lleva a cabo en molinos que están formados por dos rodillos, que poseen ranuras con bordes afilados que rompen el caucho vulcanizado, incluyendo los restos metálicos y la parte textil. Estos trozos son transportados al triturador secundario o granulador que consiste en una prensa extrusora con cribas y cinco etapas de separación magnéticas para recuperar el acero restante. En cada etapa, por un sistema de transporte neumático, se separa el material textil por diferencia de densidad. Finalmente, el molido de caucho se clasifica en diferentes granulometrías para ser embolsado según su tamaño. (INTI, 2010)

I.13. Formulación de la hipótesis

Un proyecto para la instalación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis que respete el medio ambiente, que sea económica y socialmente redituable, en la ciudad de Salta, durante el año 2019 sería factible técnica-operativa y económicamente.

Variable independiente: instalación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis.

Variabes dependientes:

- 1) factibilidad técnica-operativa
- 2) factibilidad económica

I. 14. Operacionalización empírica de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Factibilidad técnica-operativa	Zona geográfica	Aptitud industrial
	Infraestructura	Suficiencia
	Materia prima	Disponibilidad
		Logística
	Relación con el medio ambiente	Cuidado, control, preservación, recuperación y sustentabilidad
Factibilidad económica	Financiamiento	Apoyo del gobierno y largo plazo
	Costos	Optimización, proceso de reducción gradual
	Gestión	Capacitación permanente, evaluación y retroalimentación constante

Tabla 4. Variables operacionalizadas. Elaboración propia.

PARTE II

DIMENSIÓN DE LA ESTRATEGIA GENERAL

II. 15. Aspectos metodológicos de la investigación

II.15.1. Determinación del universo o población

El universo o población bajo estudio se circunscribe a la ciudad de Salta Capital.

II.15.2. Determinación de la muestra

Debido a la naturaleza del proyecto, se sitúa en el Parque Industrial de la ciudad de Salta, contiguo a una planta de fabricación de baterías para automotores, de modo tal que se proveerá de gas para el abastecimiento energético.

II.15.3. Unidad de observación

La unidad de observación es la factibilidad técnica-operativa y económica de este proyecto.

II.15.4. Tipo de investigación

Siguiendo a González de Cruz (2006) el tipo de investigación es, según:

- la finalidad: aplicada, porque implementa las ciencias económicas (básicas) para evaluar el proyecto.

- el alcance temporal: seccional, porque se refiere al momento específico que vive el país y la provincia actualmente y a un tiempo único, el año 2019.

- su profundidad: descriptiva, porque su meta central es medir precisamente las variables, en este caso, la factibilidad técnica y la económica de una inversión.
- la amplitud: micro-sociológica, porque estudia variables y relaciones circunscriptas a la población de Salta capital.
- sus fuentes: secundarias, porque se vale de investigaciones e información recolectada con anterioridad.
- el carácter: mixta, cualitativa y cuantitativa, porque valora algunas variables y mide otras.
- el marco o contexto: de campo, porque se observa la realidad del ambiente natural donde se proyecta implementar la planta de pirólisis.
- la concepción del fenómeno: idiográfica, porque enfatiza lo particular e individual del proyecto a evaluar y se basa en la singularidad de los fenómenos de la economía.
- la modalidad: informe, porque tiene amplitud en tema descriptivo sobre el tema particular del reciclado de neumáticos por pirólisis.
- la orientación que asume: orientada a la aplicación, porque si existe factibilidad del proyecto es posible tomar la decisión de implementarlo.
- el tiempo de ocurrencia de los hechos: retrospectiva, porque el investigador indagará sobre hechos ocurridos en el pasado respecto a la pirólisis como proceso de reciclado.

- el control de las variables: caso, porque se parte del efecto a la causa.

- el alcance de los resultados: descriptiva, porque está dirigido a revisar cómo está la situación de las variables, tales como los tipos y cantidad de recursos energéticos, la proyección financiera y la contribución de este proyecto al cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente.

II.15.5. Tipo de diseño

Se trata de un proyecto realizado según la perspectiva metodológica empírico-analítico, con criterio científico, basándose principalmente en las ciencias económicas, la lógica, las estadísticas, la geografía, la sociología, en general poniendo de manifiesto los principios de objetividad, enfatizando la evidencia empírica y cuantificación de los datos y valores obtenidos. Por lo tanto, el tipo de diseño es, según Gonzáles de Cruz (2006) no experimental, porque lo que se estudia se orienta hacia el pasado, no se modifica, sino que solo se observa, calcula y valora.

PARTE III

DIMENSIÓN DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

III.16. Fuentes, métodos y técnicas para la recolección de la información

III.16.1. Fuentes

Las fuentes utilizadas para llevar a cabo esta investigación son:

1) Primarias:

Información recogida por el investigador en forma directa mediante la observación y entrevistas no estructuradas:

- en ocasión de una visita a una planta de pirólisis de neumáticos, durante el año 2016, en la localidad de Agua Doce, estado de Santa Catarina, Brasil, perteneciente a la empresa Pioneiro Ecometais (Grupo Pioneiro Industrial).
- Del director de tesis, Dr. César G. Moreno, ingenieros de distintas especialidades, especialistas financieros, económicos, medio-ambientales; técnicos de distintas áreas; colegas.

2) Secundarias: material disponible en bibliotecas, revistas especializadas e internet:

- Bibliografía específica sobre la pirólisis de neumáticos, procesos en otros productos y estudios relacionados; investigaciones y ponencias disponibles en bibliotecas de altos estudios universitarios, institutos privados y públicos especializados en la materia.

III.16.2. Métodos para la recolección de datos

El procedimiento que se seguirá en la investigación abarca la observación, la inducción, el análisis estadístico y la síntesis.

III.16.3. Técnicas para la recolección de datos

Los medios que se emplean para recoger la información son:

- Observación directa, no participante, de una fábrica brasilera de reciclado de neumáticos por pirólisis.
- Entrevistas no estructuradas, personales, a informantes claves: el jefe de planta de la fábrica, un gerente, el dueño de la empresa; ingenieros de distintas especialidades, especialistas financieros, económicos, medio-ambientales; técnicos de distintas áreas y colegas.

III.16.4. Instrumentos

- Diario de campo
- Cámara fotográfica

PARTE IV

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

IV.1. Industrias en las que es aplicable el proyecto

De acuerdo a lo relevado en las observaciones y en las entrevistas de esta investigación, existen varias industrias que son aptas para recibir los productos provenientes de la pirólisis de neumáticos, aprovechando sus fuentes de energía:

- Industrias cementeras
- Fundiciones de metales
- Constructoras, sobre todo aquellas que utilizan maquinarias de asfalto líquido móvil
- Plantas de cerámicos, ladrillos y revestimientos de construcción
- Cualquier planta industrial que contenga procesos donde se necesite generar gran poder calorífico y consuma energía a base de gas o combustibles

IV.2. Recursos energéticos que produce una planta de pirólisis: tipos y cantidades

Del relevamiento de documentos comerciales e industriales, tanto digitales como impresos, fue posible inferir que una planta de pirólisis SGI Nexgen ATM30 genera seis tipos de recursos energéticos:

- | | | |
|----------|------|--------------|
| - Gasoil | 30% | 9000 lts/día |
| - Nafta | 7,5% | 2250 lts/día |

- Kerosene	12,5%	3750 lts/día
- Carbón negro	30%	9000 kg/día
- Cables de acero	10%	3000 kg/día
- Gas	10%	3000 mt ³ /día

En el anexo I es posible encontrar la tabla con el detalle de los productos obtenidos y del transporte de residuos neumáticos.

Del brochure comercial de producto del fabricante de la maquinaria para pirólisis de neumáticos Supplies Group International (SGI), se obtuvo una descripción de los productos resultantes del proceso y sus cantidades aproximadas; luego, se valorizaron en referencia al mercado. De allí resultan los ingresos estimados del proyecto.

Asimismo, sobre la base del cálculo del kilometraje que recorrerán los camiones para recolectar los neumáticos, se estiman los costos de transporte de los materiales a procesar. Este proceso puede ser más eficiente si se logra un complemento estratégico para aprovechar las rutas de tránsito con los camiones cargados permanentemente, bajando los costos de un modo considerable.

Resulta importante aclarar que, para todos los cálculos expuestos en moneda extranjera, se utilizó la cotización del valor dólar BNA tipo vendedor al 15 de marzo de 2019 (U\$S 1 = \$ 41,00).

IV.3. Proyección financiera del proyecto y potencial rédito económico para los inversores.

Partiendo de lo expuesto en los puntos anteriores, se plantearon dos alternativas del proyecto de inversión: *con la disponibilidad del terreno y sin la disponibilidad del terreno*; en este último caso debería adquirirlo el inversor.

Las proyecciones financieras con ambas opciones se presentan en las tablas 5 y 6. En estos análisis se plantea el proyecto considerando las variables determinadas por la capacidad operativa del equipamiento propuesto, los costos relacionados con su operatividad y sus resultantes en productos, teniendo presentes ambas propuestas.

El análisis intenta considerar las variables ciertas que entrarán en juego en el proyecto, no así aquellas relacionadas con imponderables micro o macro-económicos, contingencias financieras o sociales y otros supuestos que pudieran provocar variaciones en este análisis.

El rédito económico de los inversores estaría garantizado con ambas alternativas, y se recomienda compararlo con otras opciones de inversión existentes para tomar dimensión de la calidad del proyecto en términos financieros.

Tabla 5. Cálculos de proyección financiera con la disponibilidad del terreno por parte de los inversores. Elaboración propia.

Proyecto de Planta de reciclado de neumáticos por pirólisis				
Operaciones y cálculo de ROI (Retorno Operativo de la Inversión) - Planta NexGen ATM30				
Esquema propuesto: M + C = Maquinarias + Construcción (se dispone del terreno)				
Resumen de ingresos mensuales y gastos				
Analista técnico: Javier Flores		Valor US\$ Banco Nación Argentina tipo vendedor al	15/03/2019	\$ 41,00
A. Especificaciones de la planta de reciclado de neumáticos por pirólisis				
Especificaciones de Maquinarias				
1. Capacidad de procesamiento		30 Tn/lote		
2. Horas operativas		20 Lotes/mes	x 24 hs =	480 hs/mes
Productos resultantes y Tasas de recuperación del producto				
1. Materia prima: residuos neumáticos		30% Gasoil		
		7,5% Nafta		
		12,5% Kerosene		
		30% Carbón negro		
		10% Cables de acero		
		10% Gas		
Requerimientos energéticos				
1. Electricidad		44,6 kWh	x 24 hs =	1070,40 kWh/día
Pisos enlozados para maquinarias				
1. Requerimiento de pisos		10 cm. de espesor de contrapiso en concreto con malla de acero		
2. Area requerida para maquinarias		1.600 m ² de pisos enlozados		
B. Cálculo del retorno				
Cálculo del lote operativo				
1. Costos operativos diarios				
				20 días/mes
<u>Descripción</u>	<u>Cantidades</u>	<u>Precios unitarios</u>	<u>Part. %</u>	<u>Costos mensuales (USD)</u>
Residuos neumáticos (Anexo I)	30 tn/día	78,46 USD por tn	71,39%	47.076,15 transporte
Electricidad (Anexo II)	1.070,4 kWh/día	0,046 USD por kWh	1,49%	980,33
Agua (Anexo II)	25 m ³ /día	0,159 USD por m ³	0,12%	79,54
MO estandarizada (Anexo III AyJ)	20 operarios	22,01 USD por día por operario	13,35%	8.804,45 bruto
MO técnica especializada (Anexo III AyJ)	8 ingenieros	26,36 USD por día por ingeniero	6,40%	4.218,02 bruto
MO gerente (Anexo AyJ)	1 gerente	78,30 USD por día gerente	2,37%	1.565,98 bruto
Costos administrativos (Anexo III AyJ)	1 secretaria	20,71 USD por día	0,63%	414,27 bruto
Servicios generales (Anexo IV)	1	92,56 USD por día	2,81%	1.851,22
Amortizaciones (edificio) (Anexo V)	1	47,70 USD por día	1,45%	953,93
Otros costos	1	0,00 USD por día	0,00%	-
			100%	65.943,88
2. Ingresos generados por materiales reciclados por día				
<u>Productos (Anexo I)</u>	<u>Cantidades</u>	<u>Precios de venta</u>	<u>%</u>	<u>Ingresos mensuales (USD)</u>
Gasoil	9.000 lt/día	0,76 USD por litro (a mayoristas)	42,98%	136.672,68
Nafta	2.250 lt/día	0,81 USD por litro (a mayoristas)	11,49%	36.538,90
Kerosene	3.750 lt/día	1,10 USD por litro (a mayoristas)	25,89%	82.317,07
Cables de acero	3.000 kg/día	0,05 USD por kg	0,99%	3.160,98
Carbón negro	9 tn/día	329,27 USD por tn	18,64%	59.268,29
Gas	3 m ³ /día	0,38 USD por m ³	0,01%	22,52
				317.957,93
3. Amortización maquinarias (vida útil del proyecto NexGen ATM 30: 16 años) (Anexo V)				
				16.655,46 por mes
4. Total bruto generado por mes				
				235.358,59 brutos por mes
Cálculo del ROI (Return On Investment, en inglés - Retorno Operativo de la Inversión) (en años)				
1. Costo de equipamientos (maquinarias)				
				<u>Costos (USD)</u>
<u>Costos de maquinarias</u>				
(Incluyendo costos y seguros de transporte, costos y gastos aduaneros, costos de instalación, equipamientos accesorios, etc.)				
Costo de planta de pirólisis	NexGen Size = ATM 30		USD	3.900.000
Costo de financiamiento (Anexo VI)			USD	8.290.509
Costo de camiones (5)	Hyundai HD78 carrozado (USD 45000 c/u)		USD	225.000
Costo de construcción			USD	858.537
Costos totales (para financiar con una línea de crédito a 10 años con un 12% interés anual)				13.274.046
2. Cálculo de ingresos generados por el material reciclado por año				
Tiempo operativo total por año		12 meses		
Total de ingresos generados por año			USD	2.824.303
3. ROI (Return On Investment - Retorno Operativo de la Inversión) 4,70 años				
<i>Nota: los datos suministrados son generales y necesitan una adaptación al lugar y momento específicos de inversión a estudiar.</i>				
Notas adicionales:				
No se consideran Otros costos diarios en este análisis.				
No se consideran Costos financieros diarios en este análisis.				
Los valores de los insumos, los servicios y los productos resultantes pueden variar sutilmente entre distintos momentos y lugares.				
En este análisis no se consideraron retiros de ganancias de los accionistas, que el proyecto soporta perfectamente.				

Los costos correspondientes a los servicios de energía eléctrica y agua consumida se obtienen sobre la base de los consumos descriptos por el fabricante SGI en el catálogo de su maquinaria y de los valores de las empresas proveedoras en la ciudad de Salta capital. (ver anexo II)

El estudio de costos laborales se realizó partiendo de los valores actuales del Convenio Colectivo de Trabajo de la Unión Obrera Metalúrgica (UOM); luego, se calcularon los valores resultantes sobre la base de una liquidación de sueldos estándar. (ver anexo III)

En cuanto a los servicios generales, los valores descriptos fueron estimados según los gastos normales típicos que se incurren en la tarea laboral. Para el proyecto se pretende contemplar en estas erogaciones. (ver anexo IV)

En las tablas del anexo V se calculan las amortizaciones correspondientes a la modalidad de inversión con terreno propio y sin terreno propio, y a la amortización de la maquinaria adquirida, de acuerdo con los criterios contables utilizados en la profesión contable.

La marcha del financiamiento de la maquinaria está calculada en dólares estadounidenses y según el crédito ofrecido por Banco Mundial a proyectos de inversión innovadores. (ver anexo VI)

A partir de lo expuesto, y en referencia a la tabla 5, del cálculo se obtiene un ROI (Retorno Operativo de la Inversión) de 4,70 años, es decir, unos 4 años, 8 meses y 12 días; resultado muy satisfactorio financieramente para el momento actual de Argentina.

Esto no considera los retiros a cuenta de ganancias de los propietarios ni sueldos de directores, tampoco contratiempos que puedan surgir y otras

contingencias externas a esta evaluación, que podrían ser previstas conformando fondos y/o provisiones que atenúen o anulen la incidencia de ellas en el proyecto.

Los resultados finales de esta actividad también pueden ser afectados positiva o negativamente por las políticas y disposiciones gubernamentales, al observarse los resultados en el cuidado y preservación del medio ambiente circundante a la planta, lo que puede generar una posición favorable para replicarlo en otras zonas estratégicas en coordinación con dicha administración.

Asimismo, si se logra acordar con plantas industriales en funcionamiento el acoplamiento de los resultantes de este proceso para el aprovechamiento energético, baja de costes de procesos y sinergia industrial, puede esperarse una potencialidad mayor y crecimiento del proyecto con replicabilidad.

También puede existir la posibilidad de situar la planta de pirólisis estratégicamente en un parque industrial, de manera tal que abastezca a un grupo de empresas. Resulta importante destacar que el dimensionamiento es modular y escalable.

Tabla 6. Cálculos de proyección financiera sin la disponibilidad del terreno por parte de los inversores.. Elaboración propia.

Proyecto de Planta de reciclado de neumáticos por pirólisis				
Operaciones y cálculo de ROI (Retorno Operativo de la Inversión) - Planta NexGen ATM30				
Esquema propuesto: M + T + C = Maquinarias + Terreno + Construcción				
Resumen de ingresos mensuales y gastos				
Analista técnico: Javier Flores		Valor US\$ Banco Nación Argentina tipo vendedor al	15/03/2019	\$ 41,00
A. Especificaciones de la planta de reciclado de neumáticos por pirólisis				
Especificaciones de Maquinarias				
1. Capacidad de procesamiento		30 Tn/lote		
2. Horas operativas		20 Lotes/mes	x 24 hs =	480 hs/mes
Productos resultantes y Tasas de recuperación del producto				
1. Materia prima: residuos neumáticos		30% Gasoil		
		7,5% Nafta		
		12,5% Kerosene		
		30% Carbón negro		
		10% Cables de acero		
		10% Gas		
Requerimientos energéticos				
1. Electricidad		44,6 kWh	x 24 hs =	1070,40 kWh/día
Pisos enlazados para maquinarias				
1. Requerimiento de pisos		10 cm. de espesor de contrapiso en concreto con malla de acero		
2. Area requerida para maquinarias		1.600 m ² de pisos enlazados		
B. Cálculo del retorno				
Cálculo del lote operativo				
1. Costos operativos diarios				
				20 días/mes
<u>Descripción</u>	<u>Cantidades</u>	<u>Precios unitarios</u>	<u>Part. %</u>	<u>Costos mensuales (USD)</u>
Residuos neumáticos (Anexo I)	30 tn/día	78,46 USD por tn	71,39%	47.076,15 transporte
Electricidad (Anexo II)	1.070,4 kWh/día	0,046 USD por kWh	1,49%	980,33
Agua (Anexo II)	25 m ³ /día	0,159 USD por m ³	0,12%	79,54
MO estandarizada (Anexo III AyJ)	20 operarios	22,01 USD por día por operario	13,35%	8.804,45 bruto
MO técnica especializada (Anexo III AyJ)	8 ingenieros	26,36 USD por día por ingeniero	6,40%	4.218,02 bruto
MO gerente (Anexo AyJ)	1 gerente	78,30 USD por día gerente	2,37%	1.565,98 bruto
Costos administrativos (Anexo III AyJ)	1 secretaria	20,71 USD por día	0,63%	414,27 bruto
Servicios generales (Anexo IV)	1	92,56 USD por día	2,81%	1.851,22
Amortizac. (terreno + edificio) (Anexo V)	1	47,70 USD por día	1,45%	953,93
Otros costos	1	0,00 USD por día	0,00%	-
			100%	65.943,88
2. Ingresos generados por materiales reciclados por día				
<u>Productos (Anexo I)</u>	<u>Cantidades</u>	<u>Precios de venta</u>	<u>%</u>	<u>Ingresos mensuales (USD)</u>
Gasoil	9.000 lt/día	0,76 USD por litro (a mayoristas)	42,98%	136.672,68
Nafta	2.250 lt/día	0,81 USD por litro (a mayoristas)	11,49%	36.538,90
Kerosene	3.750 lt/día	1,10 USD por litro (a mayoristas)	25,89%	82.317,07
Cables de acero	3.000 kg/día	0,05 USD por kg	0,99%	3.160,98
Carbón negro	9 tn/día	329,27 USD por tn	18,64%	59.268,29
Gas	3 m ³ /día	0,38 USD por m ³	0,01%	22,52
				317.957,93
3. Amortización maquinarias (vida útil del proyecto NexGen ATM 30: 16 años) (Anexo V)				
				16.655,46 por mes
4. Total bruto generado por mes				
				235.358,59 brutos por mes
Cálculo del ROI (Return On Investment, en inglés - Retorno Operativo de la Inversión) (en años)				
1. Costo de equipamientos (maquinarias)				
				<u>Costos (USD)</u>
<u>Costos de maquinarias</u>				
(incluyendo costos y seguros de transporte, costos y gastos aduaneros, costos de instalación, equipamientos accesorios, etc.)				
Costo de planta de pirólisis	NexGen Size = ATM 30		USD	3.900.000
Costo de financiamiento (Anexo VI)			USD	8.290.509
Costo de camiones (5)	Hyundai HD78 carrozado (USD 45000 c/u)		USD	225.000
Costo de terreno y construcción			USD	1.225.033
Costos totales (para financiar con una línea de crédito a 10 años con un 12% interés anual)			USD	13.640.543
2. Cálculo de ingresos generados por el material reciclado por año				
Tiempo operativo total por año		12 meses		
Total de ingresos generados por año			USD	2.824.303
3. ROI (Return On Investment - Retorno Operativo de la Inversión) 4,83 años				
<i>Nota: los datos suministrados son generales y necesitan una adaptación al lugar y momento específicos de inversión a estudiar.</i>				
Notas adicionales:				
No se consideran Otros costos diarios en este análisis.				
No se consideran Costos financieros diarios en este análisis.				
Los valores de los insumos, los servicios y los productos resultantes pueden variar sutilmente entre distintos momentos y lugares.				
En este análisis no se consideraron retiros de ganancias de los accionistas, que el proyecto soporta perfectamente.				

En este análisis se plantea el mismo proyecto descrito anteriormente sin la disponibilidad del terreno necesario para su desarrollo, es decir que los inversionistas deberían adquirirlo.

Bajo las mismas variables, determinadas por la capacidad operativa del equipamiento propuesto, los costos relacionados con su operatividad y sus resultantes en productos, se obtiene un ROI de 4,83 años, es decir, 4 años, 9 meses y 29 días. Se trata de un resultado financiero altamente satisfactorio para la media de resultados de inversiones en Argentina.

Se observa que a pesar de que se tenga que adquirir el espacio de tierra, la resultante no difiere en demasía con el análisis con disponibilidad del terreno porque el costo de los terrenos para el desarrollo de proyectos en parques industriales es bajo y se gestiona a través del gobierno provincial. Esto aliviana la carga de inversión y favorece a los resultados finales del proyecto.

Por supuesto que, al igual que en el análisis anterior, no considera los retiros a cuenta de ganancias futuras de los propietarios ni sueldos de gerencia, tampoco contratiempos que puedan surgir y otras contingencias externas a la presente evaluación, y que podrían ser previstas conformando fondos y/o provisiones que atenúen o anulen la incidencia de ellas en el proyecto.

IV.3.1. Cálculo de TIR y VAN para ambas alternativas de proyecto.

En el presente apartado se expone el cálculo de TIR y VAN para ambos proyectos. No se plantean otras alternativas de inversión porque los inversores no disponen del dinero, es decir que lo obtienen específicamente para realizar este proyecto.

Esquema: M + C = Maquinarias + Construcción			
Posiciones	Flujos anuales	Indicadores M+C	
Flujo año 0	-U\$D 4.983.537,00	TIR	35,53%
Flujo año 1	U\$D 0,00	VAN	U\$D 2.426.740,71
Flujo año 2	U\$D 1.412.151,50		
Flujo año 3	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 4	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 5	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 6	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 7	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 8	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 9	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 10	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 11	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 12	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 13	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 14	U\$D 2.824.303,00		

Esquema: M + T + C = Maquinarias + Terreno + Construcción			
Posiciones	Flujos anuales	Indicadores M+T+C	
Flujo año 0	-U\$D 5.350.033,00	TIR	33,62%
Flujo año 1	U\$D 0,00	VAN	U\$D 2.131.179,42
Flujo año 2	U\$D 1.412.151,50		
Flujo año 3	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 4	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 5	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 6	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 7	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 8	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 9	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 10	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 11	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 12	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 13	U\$D 2.824.303,00		
Flujo año 14	U\$D 2.824.303,00		

Por lo tanto, con disponibilidad de terreno los inversores contarán con un rendimiento anual del proyecto de:

ROI 4,70 años TIR 35,53% VAN U\$D 2.426.740,71

Mientras que sin disponibilidad de terreno el rendimiento del proyecto será de:

ROI 4,83 años TIR 33,62% VAN U\$D 2.131.179,42

IV.4. Cuidado, preservación, recuperación y sustentabilidad del medio ambiente.

En la concepción de este proyecto está intrínseco el sentido de preservación del medio ambiente, pues apunta específicamente a la recuperación de productos altamente nocivos a él, que hasta el momento conformaban un pasivo ambiental. Este trabajo se concibe en un todo de acuerdo con las reglamentaciones medio-ambientales vigentes en el país y en el mundo, tales como los tratados de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, distintos pactos verdes promulgados por diferentes naciones y continentes, leyes nacionales, provinciales y municipales de Argentina.

Es posible afirmar que este proyecto permite:

- preservar porque apunta al mantenimiento del estado original del medio ambiente;
- recuperar, porque procesa productos y materiales dañinos al medio ambiente;
- sustentar, porque se orienta a la recuperación del estado del medio ambiente,

Con estas acciones cuida el ambiente para el disfrute de los seres vivos que habitan el Planeta Tierra, y para las generaciones futuras.

IV.5. Perspectiva de demanda de los productos generados.

Para revisar la posible demanda y el mercado que absorberá los productos resultantes de la pirólisis de neumáticos: gasoil, carbón negro, kerosene, cables de acero, gas y nafta, es preciso observar que se trata de materiales altamente demandados principalmente por industrias que contienen procesos con tratamientos de alta temperatura, tal como cementeras, fundiciones de distintos metales, procesamiento de grasas animales, entre otras. Una de las variables más importantes a tener en cuenta en estas épocas de grandes costos de transporte es justamente el diseño de la logística de traslado de dichos materiales; mientras más corto y económico sea, más beneficioso será para las partes interesadas. La idea es que el consumo de los productos resultantes sea aprovechado por una planta o un conjunto de empresas ubicadas alrededor de la planta de tratamiento de NFU. Un parque industrial es el sitio ideal para su ubicación; de tal manera que el transporte, distribución y consumo de los materiales resultantes tenga el menor costo de logística posible.

CONCLUSIONES

Varias son las industrias aptas para recibir los productos provenientes de la pirólisis de neumáticos, aprovechando en sus procesos sus fuentes de energía: industrias cementeras, fundiciones de metales, empresas constructoras (sobre todo aquellas que utilizan maquinarias de asfalto líquido móvil), plantas de cerámicos, ladrillos y revestimientos de construcción, y cualquier planta industrial que contenga procesos donde se necesite generar un gran poder calorífico y consuma energía sobre la base de gas o combustibles. Esta utilización les permitiría reducir sus costos energéticos.

Según lo descrito en el presente trabajo, una planta de pirólisis SGI Nexgen ATM30 genera, a partir de un lote 30 tn. diarias de NFU, seis tipos de recursos energéticos y en estas cantidades:

- Gasoil	30%	9000 lts/día
- Nafta	7,5%	2250 lts/día
- Kerosene	12,5%	3750 lts/día
- Carbón negro	30%	9 tn/día
- Cables de acero	10%	3000 kg/día
- Gas	10%	3 mt ³ /día

Con disponibilidad de terreno los inversores contarán con un rendimiento anual del proyecto de:

ROI 4,70 años TIR 35,53% VAN U\$D 2.426.740,71

Mientras que sin disponibilidad de terreno el rendimiento del proyecto será de:

ROI 4,83 años TIR 33,62% VAN U\$D 2.131.179,42

Es posible afirmar que este proyecto permite preservar el estado original del medio ambiente; recuperar productos y materiales dañinos, y sustentar, porque se orienta a la recuperación del estado del medio ambiente. Ciertamente no es posible saber con exactitud la cuantía del aporte al cuidado y preservación del medio ambiente en el NOA, pero se puede estimar con base en las cantidades de NFU que se tratarán en esta planta, 600 tn. mensuales, que representa entre el 85% y el 95% de los NFU generados en la zona, es decir, próximo a la totalidad de los pasivos ambientales generados.

Con respecto a la hipótesis planteada, un proyecto para la instalación de una planta de reciclado de neumáticos por pirólisis que respete el medio ambiente, que sea económica y socialmente redituable, en la ciudad de Salta, durante el año 2019 sería factible técnica-operativa y económicamente en forma definitiva, de acuerdo a los análisis realizados y las conclusiones obtenidas.

Se puede concluir, por ende, que este proyecto sería no solo redituable económicamente, sino también de gran aporte social para el tratamiento de los NFU, contrarrestando un importante pasivo ambiental y contribuyendo al beneficio de la sociedad.

PROPUESTA Y CONSIDERACIONES

En el presente proyecto se muestran los análisis de factibilidad con la disponibilidad del terreno para la planta y sin el mismo. Los resultados están a la vista. Para los cálculos de los cargos correspondientes a mano de obra de personal, se encuadró el proyecto bajo el Convenio Colectivo de Trabajo N° 375/04 de Caucho y afines.

La propuesta de implementación de este proyecto contempla la búsqueda de una empresa industrial que pueda aprovechar los productos resultantes de la pirólisis de neumáticos. Su localización geográfica específica podría ser indistintamente en algunos de los parques industriales de la provincia de Salta, ya sea en Salta Capital o en la ciudad de General Güemes. Como elemento sinérgico, lo ideal sería que la empresa socia o contraparte tenga una distribución regional en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, para aprovechar la logística eficientemente.

El fabricante del equipamiento propuesto ofrece maquinarias configurables modularmente y escalables, de acuerdo al mercado, proyecto definido, capacidad de financiamiento, operatividad y otras variables. Ofrece las plantas llave en mano con la capacitación técnica-operativa incluida.

Tratándose de un proyecto que involucra la preservación del medio ambiente y el reciclado de residuos perjudiciales al mismo, se prevé el apoyo gubernamental a través del financiamiento de la inversión necesaria, exenciones impositivas y estímulos a la toma de personal, con el objetivo de atenuar el impacto de la inversión y el lanzamiento del proyecto.

Con respecto al impacto social del proyecto, es posible imaginar la instalación de la planta de pirólisis en el Parque industrial de Salta Capital. Este se encuentra ubicado en un sector especial destinado por el gobierno provincial específicamente al trabajo industrial, es decir, con una serie de previsiones con respecto a las actividades a desarrollar allí y su influencia sobre las viviendas y personas que lo habitan.

Los barrios situados a su alrededor son: 20 de junio, Floresta, Solidaridad, Santa Cecilia, Norte Grande y otros de menor tamaño. En conjunto habitan aproximadamente 300.000 personas, que son potencialmente destinatarios de las fuentes de trabajo que generará el proyecto, directa o indirectamente. El crecimiento y desarrollo del Parque Industrial de Salta, y de cualquier otro de este tipo, tiene un impacto positivo en la población circundante a la misma, siempre que se cuide su ordenamiento y respeto a las leyes existentes, porque favorece a la instalación de despensas, comedores, farmacias, estaciones de policías, talleres mecánicos, metalúrgicos, tornerías, residenciales, demandas de alquileres y compra de viviendas, ferreterías, bulonerías, escuelas, entre otras organizaciones que potencian y elevan la calidad de vida de sus habitantes. Sería la típica sinergia de desarrollo poblacional.

BIBLIOGRAFÍA

ATIC (2013) Chile, disponible en <http://www.atic.cl/factibilidad-de-sistemas/>

Cavalheiro, A. (2017) - El reciclaje de neumáticos se convierte en materia prima para proyecto innovador en Agua Doce, en diario digital Notícias do Dia. Florianópolis. Brasil. Disponible en <https://ndonline.com.br/florianopolis/especiais/reciclagem-de-pneus-vira-materia-prima-para-projeto-inovador-em-agua-doce>

CEAMSE (2018) Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. Disponible en <http://www.ceamse.gov.ar/reciclaje/planta-de-procesamiento-de-neumaticos/>

CELAC (2018). Disponible en <https://plataformacelac.org/politica/427>

Cunliffe, A. y Williams, P. (1998). Properties of chars and activated carbons derived from the pyrolysis of used tyres. *Environmental Technology*, 14:1177-1190

Cunliffe, A. y Williams, P. (1999). Influence of process conditions on the rate of activation of chars derived from the pyrolysis of used tyres. *Energy and Fuels*, 13:166-175

Elige Verde (2009). Tratamiento Neumáticos Usados, S.L. Disponible en http://www.tnu.es/recurso/pagina/archivo/tnu_09_memo_com.pdf

Enciclopedia Temática Guinness. Tomo II. p. 231 y ss.

Encinar, J.M.; Beltrán, F.J.; Ramiro, A.; González, J.F. y Bernalte, A. (1995). Combustion kinetics of agricultural wastes. *Journal Chemical Technology and Biotechnology*, 64:181-187a.

- Encinar, J.M.; Beltrán, F.J.; Bernalte, A.; Ramiro, A. y González, J.F. (1996). Pyrolysis of two agricultural residues: olive and grape bagasse. Influence of particle size and temperature. *Biomass and Bioenergy*, 11:397-409
- Encinar, J.M.; Beltrán, F.J.; González, J.F. y Moreno, M.J. (1997). Pyrolysis of maize, sunflower, grape and tobacco residues. *Journal Chemical Technology and Biotechnology*, 70:400-410
- Encinar, J.M.; Beltrán, F.J.; Ramiro, A. y González, J.F. (1998). Pyrolysis/gasification of agricultural residues by carbon dioxide in the presence of different additives: influence of variables. *Fuel Processing Technology*, 55:219-233
- Encinar, J.M.; González, J.F. y González, J. (2000). Fixed-bed pyrolysis of *Cynara cardunculus* L. Product yield and compositions. *Fuel Processing Technology*, 68:209-222
- Encinar, J.M.; González, J.F. y González, J. (2002). Steam gasification of *Cynara cardunculus* L.: influence of variables. *Fuel Processing Technology*, 75:27-43
- Encinar, J.M. (2003). Informe final investigación aprovechamiento energético de neumáticos usados y otros residuos sólidos urbanos. Departamento de Ingeniería Química y Energética. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura, España. 24p.
- Federación Argentina del Neumático (2017). Disponible en <http://www.faneumatico.org.ar/noticia01.htm>.
- Flores Vargas, C. (s.f.) - Factibilidad del aprovechamiento energético de neumáticos usados en la gran minería del cobre mediante pirólisis. Tesis

de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile. Antofagasta. Chile. Disponible el 22 de noviembre de 2018 en <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Flores%20Carolina.pdf>

INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2007).

INTI – Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2010). Saber cómo. Disponible en <https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc91/inti7.php>

Kawakami, S.; Inoue, K.; Tanaka, H. y Sakai, T. (1980). En Jones J.L. and Radding S.B. (Eds.) Thermal conversion of solid wastes and biomass., ACS Symposium Series 130. American Chemical Society Publishers, Washington DC.

Kumen-Co (2017). Disponible en <http://www.kumenco.com.ar/>

Murillo, B. (1999). Pirólisis de Caucho Procedente de Neumáticos Empleados en Automoción. Memoria Proyecto Fin de Carrera Ingeniero Técnico en Electricidad. Universidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Industriales, Badajoz, España.

PNNFU 2001-2006. España. Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006. Secretaría General del Medio Ambiente, Madrid, España, octubre de 2001. 8 p.

Regomax (2018). Disponible en <http://www.regomax.com/index.php?sec=nosotros>

SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social – Estados Unidos de México) (2001) Pirólisis. En Manual técnico - administrativo para el servicio de limpia municipal. Disponible en http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_TecnicoAdmvoServicioLimpia.pdf.

SGI Technology (2018). Disponible en <http://sgi.ba/>

Sharman, V.K.; Fortuna, F.; Mincarini, M.; Berillo, M. y Cornacchia, G. (2000).

Disposal of Waste Tyres for Energy Recovery and Safe Environment.

Applied Energy, 65, 381- 394

Si la basura no es basura, ¿qué hacemos con la basura? (2018). Disponible en:

[http://www.somosamigosdelatierra.org/13_curiosidades/basura/basura_02.](http://www.somosamigosdelatierra.org/13_curiosidades/basura/basura_02.htm)

htm

Tricaucho (2018)

Trivia (2018). Convenio Colectivo de Trabajo N° 375/04 – Caucho y afines.

Disponible en <http://data.triviasp.com.ar/files/conv37504.htm>

Vignart, J.M. (2010). Problemática del Neumático Fuera de Uso. Reciclado y

posterior aplicación industrial y comercial. Tesis de grado en Ingeniería

industrial. ITBA – Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Williams, P.; Besler, S. y Taylor, D. (1990). The Pyrolysis of Scrap Automotive

Tyres. The Influence of Temperature and Heating Rate on Product

Composition. Fuel. 69:1474–1482.

ANEXO

Nota importante: para todos los cálculos expuestos en moneda extranjera, se utilizó la cotización del valor dólar BNA tipo vendedor al 15/03/2019 (U\$S 1 = \$ 41,00).

Anexo I: Productos obtenidos y Transporte de residuos neumáticos

Productos obtenidos					
%	Productos	U.M.	Precio públ. \$	Precio may. \$ (*)	Precio may. U\$D
30%	Gasoil Diesel 500 (1)	Lt.	34,59	\$ 31,13	\$ 0,76
7,5%	Nafta super (1)	Lt.	36,99	\$ 33,29	\$ 0,81
12,5%	Kerosene (2)	Lt.	50,00	\$ 45,00	\$ 1,10
30%	Carbón negro (3)	Tn.	15000,00	\$ 13.500,00	\$ 329,27
10%	Acero rezago (4)	Kg.	2,40	\$ 2,16	\$ 0,05
10%	Gas (5)	Mt ³	17,10	\$ 15,39	\$ 0,38

Fuentes:

(1) Diario Perfil. 15/03/2019. YPF anunció una baja en los precios de los combustibles. En www.perfil.com/noticias/eco/nomia/ypf-anuncio-una-baja-del-precio-de-combustibles.phtml

(2) Mercado libre. 16/03/2019. En https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-738490551-kerosene-kerosen-querosene-querosene-tambor-_JM

(3) Mercado libre. 16/03/2019. En https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-640631958-carbon-vegetal-de-primera-calidad-_JM?quantity=1

(4) Diario El Tribuno - Salta. 16/03/2019. Sección Clasificados - Pág. 6. Empresa Metalnor

(5) Gasnor. 16/03/2019. Facturación domiciliaria

Costo del transporte de residuos neumáticos							
Movimiento camiones/día	Tn. material por día	Rendim. km./lt.	Km. promedio recorr./camión	Gasoil/lt. \$ precio/lt.	Costo diario \$	Costo/tn. \$	Costo/tn. U\$D
5	30	4	186	\$ 25,94	\$ 96.506,10	\$ 3.216,87	\$ 78,46

Nota: se retirarán neumáticos de centros de recolección estratégicos del NOA. Se mixará el gasoil para los camiones a una proporción 60/40 con el recuperado del proceso, bajando sus costos al 75%.

Anexo II: Electricidad – Agua

Electricidad - Agua							
Concepto	Necesidad/hs	Necesidad/día	Necesidad/mes	Costo UM \$	Costo UM U\$D	Costo/día \$	Costo/mes U\$D
Electricidad	44,60 Kw	1070,40 Kw	21408,00 Kw	\$ 1,88	U\$D 0,046	\$ 2.009,68	U\$D 980,33
Agua	1,042 M3	25,01 M3	500,16 M3	\$ 6,522	U\$D 0,159	\$ 163,10	U\$D 79,56
Fuente: EDESA SA - COSAISA. 16/03/2019. Facturación domiciliaria.							

Anexo III: Cuadros de costos de mano de obra

APORTES POR EMPLEADO																	
Categoría	Descripción	Valor \$/hs	Cantidad hs.	Sueldo bruto unitario	Cantidad empleados	Sueldo bruto plantel	Jubilación	Jubilación	Obra social	Sindicato	Total de descuentos	Sueldo neto por categoría	Sueldo neto por empleado	Aportes por empleado	Contribuciones por empleado	Costo por empleado \$	Costo por empleado USD
2	Administrativo	92,58	160	14.812,80	1	14.812,80	1.629,41	444,38	444,38	296,26	2.814,43	11.998,37	11.998,37	2.814,43	2.172,24	16.995,04	USD 20,71
3	Operario	98,24	160	15.718,40	20	314.368,00	34.580,48	9.431,04	9.431,04	6.287,36	59.729,92	254.638,08	12.731,90	2.986,50	2.330,72	18.049,12	USD 22,01
8	Ingeniero	117,22	160	18.755,20	8	150.041,60	16.504,58	4.501,25	4.501,25	3.000,83	28.507,90	121.533,70	15.191,71	3.563,49	2.862,16	21.617,36	USD 26,36
	Gerente			55.000,00	1	55.000,00	6.050,00	1.650,00	1.650,00	-	9.350,00	45.650,00	45.650,00	9.350,00	9.205,00	64.205,00	USD 78,30
				104.286,40	30,00	534.222,40	58.764,46	16.026,67	16.026,67	9.584,45	100.402,26	433.820,14	85.571,98	18.714,42	16.570,12	120.856,52	USD 147,39

CONTRIBUCIONES PATRONALES							
Base imponible	Detracción	Salario base	Jubilación	Asignaciones familiares	FNE	INSSJP	Total de contribuciones
14.812,80	2.400	12.412,80	1.299,62	567,26	114,20	191,16	2.172,24
314.368,00	48.000	266.368,00	27.888,73	12.173,02	2.450,59	4.102,07	46.614,40
150.041,60	19.200	130.841,60	13.699,12	5.979,46	1.203,74	2.014,96	22.897,28
55.000,00	2.400	52.600,00	5.507,22	2.403,82	483,92	810,04	9.205,00
			48.394,69	21.123,56	4.252,45	7.118,22	80.888,92

Costos mensuales de sueldos													
Concepto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total sueldos
Sueldos	388.170,14	388.170,14	388.170,14	388.170,14	388.170,14	582.255,22	388.170,14	388.170,14	388.170,14	388.170,14	388.170,14	582.255,22	5.046.211,87
Cargas sociales	181.291,18	181.291,18	181.291,18	181.291,18	181.291,18	262.659,26	181.291,18	181.291,18	181.291,18	181.291,18	181.291,18	262.659,26	2.338.230,29
Totales	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 844.914,48	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 569.461,32	\$ 844.914,48	\$ 7.384.442,16
SUELDOS													
Gerente	45.650,00	45.650,00	45.650,00	45.650,00	45.650,00	68.475,00	45.650,00	45.650,00	45.650,00	45.650,00	45.650,00	68.475,00	593.450,00
Categoría 2	11.998,37	11.998,37	11.998,37	11.998,37	11.998,37	17.997,55	11.998,37	11.998,37	11.998,37	11.998,37	11.998,37	17.997,55	155.978,78
Categoría 3	254.638,08	254.638,08	254.638,08	254.638,08	254.638,08	381.957,12	254.638,08	254.638,08	254.638,08	254.638,08	254.638,08	381.957,12	3.310.295,04
Categoría 8	121.533,70	121.533,70	121.533,70	121.533,70	121.533,70	182.300,54	121.533,70	121.533,70	121.533,70	121.533,70	121.533,70	182.300,54	1.579.938,05
Total de sueldos	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 582.255,22	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 388.170,14	\$ 582.255,22	\$ 5.046.211,87
CARGAS SOCIALES													
Gerente	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	18.555,00	222.660,00
Categoría 2	4.986,67	4.986,67	4.986,67	4.986,67	4.986,67	7.480,01	4.986,67	4.986,67	4.986,67	4.986,67	4.986,67	7.480,01	64.826,74
Categoría 3	106.344,32	106.344,32	106.344,32	106.344,32	106.344,32	159.516,48	106.344,32	106.344,32	106.344,32	106.344,32	106.344,32	159.516,48	1.382.476,16
Categoría 8	51.405,18	51.405,18	51.405,18	51.405,18	51.405,18	77.107,78	51.405,18	51.405,18	51.405,18	51.405,18	51.405,18	77.107,78	668.267,39
Total de cargas sociales	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 262.659,26	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 181.291,18	\$ 262.659,26	\$ 2.115.570,29

Costos anuales de sueldos												
Proyección estimada	-	20%	20%	15%	12%	10%	10%	7%	5%	5%		
Conceptos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Total de sueldos	
Sueldos	5.046.211,87	6.055.454,25	7.266.545,10	8.356.526,86	9.359.310,08	10.295.241,09	11.324.765,20	12.117.498,76	12.723.373,70	13.359.542,39	95.904.469,31	
Cargas sociales	2.115.570,29	2.538.684,35	3.046.421,21	3.503.384,40	3.923.790,52	4.316.169,58	4.747.786,53	5.080.131,59	5.334.138,17	5.600.845,08	40.206.921,73	
Totales	\$ 7.161.782,16	\$ 8.594.138,59	\$ 10.312.966,31	\$ 11.859.911,26	\$ 13.283.100,61	\$ 14.611.410,67	\$ 16.072.551,74	\$ 17.197.630,36	\$ 18.057.511,87	\$ 18.960.387,47	\$ 136.111.391,03	
SUELDOS												
Gerente	593.450,00	712.140,00	854.568,00	982.753,20	1.100.683,58	1.210.751,94	1.331.827,14	1.425.055,04	1.496.307,79	1.571.123,18	11.278.659,86	
Categoría 2	155.978,78	187.174,54	224.609,45	258.300,87	289.296,97	318.226,67	350.049,33	374.552,79	393.280,43	412.944,45	2.964.414,27	
Categoría 3	3.310.295,04	3.972.354,05	4.766.824,86	5.481.848,59	6.139.670,42	6.753.637,46	7.429.001,20	7.949.031,29	8.346.482,85	8.763.807,00	62.912.952,75	
Categoría 8	1.579.938,05	1.895.925,66	2.275.110,79	2.616.377,41	2.930.342,70	3.223.376,97	3.545.714,66	3.793.914,69	3.983.610,42	4.182.790,94	30.027.102,28	
Total de sueldos	\$ 5.639.661,87	\$ 6.767.594,25	\$ 8.121.113,10	\$ 9.339.280,06	\$ 10.459.993,67	\$ 11.505.993,03	\$ 12.656.592,34	\$ 13.542.553,80	\$ 14.219.681,49	\$ 14.930.665,57	\$ 107.183.129,17	
CARGAS SOCIALES												
Gerente	222.660,00	267.192,00	320.630,40	368.724,96	412.971,96	454.269,15	499.696,07	534.674,79	561.408,53	589.478,96	4.231.706,81	
Categoría 2	64.826,74	77.792,08	93.561,62	108.192,08	121.792,08	134.688,12	147.792,08	156.208,08	163.208,08	170.208,08	1.208.208,08	
Categoría 3	1.382.476,16	1.658.971,39	1.990.765,67	2.289.380,52	2.564.106,18	2.820.516,80	3.102.568,48	3.319.748,28	3.485.735,69	3.660.022,47	26.274.921,65	
Categoría 8	668.267,39	801.920,87	962.305,04	1.106.650,80	1.239.448,90	1.363.393,79	1.499.733,17	1.604.714,49	1.684.950,21	1.769.197,72	12.700.582,38	
Total de cargas sociales	\$ 2.338.230,29	\$ 2.805.876,35	\$ 3.351.493,20	\$ 3.842.548,37	\$ 4.294.319,12	\$ 4.754.867,86	\$ 5.179.789,80	\$ 5.536.929,64	\$ 5.809.886,51	\$ 6.096.491,24	\$ 44.010.432,36	

Anexo IV: Servicios generales

Servicios generales			
Concepto	Costo/mes \$	Costo/día \$	Costo/día U\$D
Gastos de artículos de limpieza	\$ 3.900,00	\$ 195,00	U\$D 4,76
Gastos de librería	\$ 4.500,00	\$ 225,00	U\$D 5,49
Gastos de limpieza institucional	\$ 17.000,00	\$ 850,00	U\$D 20,73
Gastos de mantenimiento vehículos	\$ 18.000,00	\$ 900,00	U\$D 21,95
Gastos varios	\$ 12.500,00	\$ 625,00	U\$D 15,24
Honorarios de Estudio contable	\$ 10.000,00	\$ 500,00	U\$D 12,20
Honorarios de Estudio de H&S	\$ 3.000,00	\$ 150,00	U\$D 3,66
Honorarios de Estudio jurídico	\$ 7.000,00	\$ 350,00	U\$D 8,54
Totales	\$ 75.900,00	\$ 3.795,00	U\$D 92,56
Nota: gastos estimados.			

Anexo V: Cálculo de amortizaciones de Terreno – Edificio, Edificio y Maquinarias

Terreno - Edificio							
Concepto	Superficie (Mt ²)	Vida útil (años)	Costo \$/Mt ²	Costo total \$	Costo total U\$D	Valor anual amort. U\$D	Valor diario amort. U\$D
Terreno	6000	Perpetua	\$ 1.800,00	\$ 10.800.000,00	\$ 263.414,63	\$ 17.170,73	U\$D 47,70
Edificio	1600	50	\$ 22.000,00	\$ 35.200.000,00	\$ 858.536,59		
				\$ 46.000.000,00	\$ 1.121.951,22		

Nota: se considera la amortización del terreno y del edificio; el terreno no es amortizable por su condición de perpetuo.

Edificio							
Concepto	Superf. (Mt ²)	Vida útil (años)	Costo \$/Mt ²	Costo total \$	Costo total U\$D	Valor anual amort. U\$D	Valor diario amort. U\$D
Edificio	1600	50	\$ 22.000,00	\$ 35.200.000,00	\$ 858.536,59	\$ 17.170,73	U\$D 47,70
				\$ 35.200.000,00	\$ 858.536,59		

Nota: se considera solamente la amortización del edificio, ya se contaba con e

Maquinarias - NexGen ATM30							
Concepto	Marca	V. útil (años)	Valor rec. U\$D	Costo U\$D	Valor anual amort. U\$D	Valor mes amort. U\$D	
Planta de pirólisis	NexGen	16	\$ 780.000,00	\$ 3.900.000,00	\$ 199.865,48	U\$D 16.655,456	
Trituradora de neumáticos	Cabemat		\$ 16.000,00	\$ 80.000,00			
Compresores de aire	Peysa		\$ 2.130,40	\$ 10.652,00			
MO puesta marcha adic.			\$ -	\$ 5.326,00			
			\$ 798.130,40	\$ 3.995.978,00			

Anexo VI: Cuadro de marcha de financiamiento para compra de maquinarias

Costo de financiamiento					
Préstamo bancario por maquinarias - Cuadro de avance					
Capital	U\$D 3.900.000,00		9,765163034	Cuota	U\$D 85.987,58
Tiempo	120 meses		0,215303261	Moneda	Dólar EEUU
Per.gracia	24 meses		45,3553885	Sist. amort.	Francés
Interés	0,02 2% mensual				
Cuota	Saldo inicial	Capital	Interés	Pago cuota	Saldo final
N1	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N2	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N3	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N4	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N5	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N6	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N7	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N8	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N9	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N10	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N11	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N12	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N13	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N14	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N15	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N16	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N17	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N18	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N19	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N20	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N21	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N22	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N23	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
N24	U\$D 3.900.000,00	U\$D 3.900.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 78.000,00	U\$D 3.900.000,00
1	U\$D 3.900.000,00	U\$D 7.987,58	U\$D 78.000,00	U\$D 85.987,58	U\$D 3.892.012,42
2	U\$D 3.892.012,42	U\$D 8.147,33	U\$D 77.840,25	U\$D 85.987,58	U\$D 3.883.865,09
3	U\$D 3.883.865,09	U\$D 8.310,28	U\$D 77.677,30	U\$D 85.987,58	U\$D 3.875.554,82
4	U\$D 3.875.554,82	U\$D 8.476,48	U\$D 77.511,10	U\$D 85.987,58	U\$D 3.867.078,34
5	U\$D 3.867.078,34	U\$D 8.646,01	U\$D 77.341,57	U\$D 85.987,58	U\$D 3.858.432,32
6	U\$D 3.858.432,32	U\$D 8.818,93	U\$D 77.168,65	U\$D 85.987,58	U\$D 3.849.613,39
7	U\$D 3.849.613,39	U\$D 8.995,31	U\$D 76.992,27	U\$D 85.987,58	U\$D 3.840.618,08
8	U\$D 3.840.618,08	U\$D 9.175,22	U\$D 76.812,36	U\$D 85.987,58	U\$D 3.831.442,87
9	U\$D 3.831.442,87	U\$D 9.358,72	U\$D 76.628,86	U\$D 85.987,58	U\$D 3.822.084,15
10	U\$D 3.822.084,15	U\$D 9.545,89	U\$D 76.441,68	U\$D 85.987,58	U\$D 3.812.538,25
11	U\$D 3.812.538,25	U\$D 9.736,81	U\$D 76.250,77	U\$D 85.987,58	U\$D 3.802.801,44
12	U\$D 3.802.801,44	U\$D 9.931,55	U\$D 76.056,03	U\$D 85.987,58	U\$D 3.792.869,89
13	U\$D 3.792.869,89	U\$D 10.130,18	U\$D 75.857,40	U\$D 85.987,58	U\$D 3.782.739,71
14	U\$D 3.782.739,71	U\$D 10.332,78	U\$D 75.654,79	U\$D 85.987,58	U\$D 3.772.406,93
15	U\$D 3.772.406,93	U\$D 10.539,44	U\$D 75.448,14	U\$D 85.987,58	U\$D 3.761.867,49
16	U\$D 3.761.867,49	U\$D 10.750,23	U\$D 75.237,35	U\$D 85.987,58	U\$D 3.751.117,26
17	U\$D 3.751.117,26	U\$D 10.965,23	U\$D 75.022,35	U\$D 85.987,58	U\$D 3.740.152,03
18	U\$D 3.740.152,03	U\$D 11.184,54	U\$D 74.803,04	U\$D 85.987,58	U\$D 3.728.967,49

19	U\$D 3.728.967,49	U\$D 11.408,23	U\$D 74.579,35	U\$D 85.987,58	U\$D 3.717.559,26
20	U\$D 3.717.559,26	U\$D 11.636,39	U\$D 74.351,19	U\$D 85.987,58	U\$D 3.705.922,87
21	U\$D 3.705.922,87	U\$D 11.869,12	U\$D 74.118,46	U\$D 85.987,58	U\$D 3.694.053,75
22	U\$D 3.694.053,75	U\$D 12.106,50	U\$D 73.881,07	U\$D 85.987,58	U\$D 3.681.947,24
23	U\$D 3.681.947,24	U\$D 12.348,63	U\$D 73.638,94	U\$D 85.987,58	U\$D 3.669.598,61
24	U\$D 3.669.598,61	U\$D 12.595,61	U\$D 73.391,97	U\$D 85.987,58	U\$D 3.657.003,01
25	U\$D 3.657.003,01	U\$D 12.847,52	U\$D 73.140,06	U\$D 85.987,58	U\$D 3.644.155,49
26	U\$D 3.644.155,49	U\$D 13.104,47	U\$D 72.883,11	U\$D 85.987,58	U\$D 3.631.051,02
27	U\$D 3.631.051,02	U\$D 13.366,56	U\$D 72.621,02	U\$D 85.987,58	U\$D 3.617.684,46
28	U\$D 3.617.684,46	U\$D 13.633,89	U\$D 72.353,69	U\$D 85.987,58	U\$D 3.604.050,57
29	U\$D 3.604.050,57	U\$D 13.906,57	U\$D 72.081,01	U\$D 85.987,58	U\$D 3.590.144,01
30	U\$D 3.590.144,01	U\$D 14.184,70	U\$D 71.802,88	U\$D 85.987,58	U\$D 3.575.959,31
31	U\$D 3.575.959,31	U\$D 14.468,39	U\$D 71.519,19	U\$D 85.987,58	U\$D 3.561.490,92
32	U\$D 3.561.490,92	U\$D 14.757,76	U\$D 71.229,82	U\$D 85.987,58	U\$D 3.546.733,16
33	U\$D 3.546.733,16	U\$D 15.052,91	U\$D 70.934,66	U\$D 85.987,58	U\$D 3.531.680,24
34	U\$D 3.531.680,24	U\$D 15.353,97	U\$D 70.633,60	U\$D 85.987,58	U\$D 3.516.326,27
35	U\$D 3.516.326,27	U\$D 15.661,05	U\$D 70.326,53	U\$D 85.987,58	U\$D 3.500.665,22
36	U\$D 3.500.665,22	U\$D 15.974,27	U\$D 70.013,30	U\$D 85.987,58	U\$D 3.484.690,94
37	U\$D 3.484.690,94	U\$D 16.293,76	U\$D 69.693,82	U\$D 85.987,58	U\$D 3.468.397,19
38	U\$D 3.468.397,19	U\$D 16.619,63	U\$D 69.367,94	U\$D 85.987,58	U\$D 3.451.777,55
39	U\$D 3.451.777,55	U\$D 16.952,03	U\$D 69.035,55	U\$D 85.987,58	U\$D 3.434.825,52
40	U\$D 3.434.825,52	U\$D 17.291,07	U\$D 68.696,51	U\$D 85.987,58	U\$D 3.417.534,46
41	U\$D 3.417.534,46	U\$D 17.636,89	U\$D 68.350,69	U\$D 85.987,58	U\$D 3.399.897,57
42	U\$D 3.399.897,57	U\$D 17.989,63	U\$D 67.997,95	U\$D 85.987,58	U\$D 3.381.907,94
43	U\$D 3.381.907,94	U\$D 18.349,42	U\$D 67.638,16	U\$D 85.987,58	U\$D 3.363.558,52
44	U\$D 3.363.558,52	U\$D 18.716,41	U\$D 67.271,17	U\$D 85.987,58	U\$D 3.344.842,12
45	U\$D 3.344.842,12	U\$D 19.090,74	U\$D 66.896,84	U\$D 85.987,58	U\$D 3.325.751,38
46	U\$D 3.325.751,38	U\$D 19.472,55	U\$D 66.515,03	U\$D 85.987,58	U\$D 3.306.278,83
47	U\$D 3.306.278,83	U\$D 19.862,00	U\$D 66.125,58	U\$D 85.987,58	U\$D 3.286.416,83
48	U\$D 3.286.416,83	U\$D 20.259,24	U\$D 65.728,34	U\$D 85.987,58	U\$D 3.266.157,59
49	U\$D 3.266.157,59	U\$D 20.664,43	U\$D 65.323,15	U\$D 85.987,58	U\$D 3.245.493,16
50	U\$D 3.245.493,16	U\$D 21.077,71	U\$D 64.909,86	U\$D 85.987,58	U\$D 3.224.415,45
51	U\$D 3.224.415,45	U\$D 21.499,27	U\$D 64.488,31	U\$D 85.987,58	U\$D 3.202.916,18
52	U\$D 3.202.916,18	U\$D 21.929,25	U\$D 64.058,32	U\$D 85.987,58	U\$D 3.180.986,92
53	U\$D 3.180.986,92	U\$D 22.367,84	U\$D 63.619,74	U\$D 85.987,58	U\$D 3.158.619,08
54	U\$D 3.158.619,08	U\$D 22.815,20	U\$D 63.172,38	U\$D 85.987,58	U\$D 3.135.803,89
55	U\$D 3.135.803,89	U\$D 23.271,50	U\$D 62.716,08	U\$D 85.987,58	U\$D 3.112.532,39
56	U\$D 3.112.532,39	U\$D 23.736,93	U\$D 62.250,65	U\$D 85.987,58	U\$D 3.088.795,46
57	U\$D 3.088.795,46	U\$D 24.211,67	U\$D 61.775,91	U\$D 85.987,58	U\$D 3.064.583,79
58	U\$D 3.064.583,79	U\$D 24.695,90	U\$D 61.291,68	U\$D 85.987,58	U\$D 3.039.887,89
59	U\$D 3.039.887,89	U\$D 25.189,82	U\$D 60.797,76	U\$D 85.987,58	U\$D 3.014.698,07
60	U\$D 3.014.698,07	U\$D 25.693,62	U\$D 60.293,96	U\$D 85.987,58	U\$D 2.989.004,45
61	U\$D 2.989.004,45	U\$D 26.207,49	U\$D 59.780,09	U\$D 85.987,58	U\$D 2.962.796,96
62	U\$D 2.962.796,96	U\$D 26.731,64	U\$D 59.255,94	U\$D 85.987,58	U\$D 2.936.065,32
63	U\$D 2.936.065,32	U\$D 27.266,27	U\$D 58.721,31	U\$D 85.987,58	U\$D 2.908.799,05
64	U\$D 2.908.799,05	U\$D 27.811,60	U\$D 58.175,98	U\$D 85.987,58	U\$D 2.880.987,45
65	U\$D 2.880.987,45	U\$D 28.367,83	U\$D 57.619,75	U\$D 85.987,58	U\$D 2.852.619,62
66	U\$D 2.852.619,62	U\$D 28.935,19	U\$D 57.052,39	U\$D 85.987,58	U\$D 2.823.684,44
67	U\$D 2.823.684,44	U\$D 29.513,89	U\$D 56.473,69	U\$D 85.987,58	U\$D 2.794.170,55
68	U\$D 2.794.170,55	U\$D 30.104,17	U\$D 55.883,41	U\$D 85.987,58	U\$D 2.764.066,38
69	U\$D 2.764.066,38	U\$D 30.706,25	U\$D 55.281,33	U\$D 85.987,58	U\$D 2.733.360,13
70	U\$D 2.733.360,13	U\$D 31.320,38	U\$D 54.667,20	U\$D 85.987,58	U\$D 2.702.039,76
71	U\$D 2.702.039,76	U\$D 31.946,78	U\$D 54.040,80	U\$D 85.987,58	U\$D 2.670.092,98
72	U\$D 2.670.092,98	U\$D 32.585,72	U\$D 53.401,86	U\$D 85.987,58	U\$D 2.637.507,26

73	U\$D 2.637.507,26	U\$D 33.237,43	U\$D 52.750,15	U\$D 85.987,58	U\$D 2.604.269,82
74	U\$D 2.604.269,82	U\$D 33.902,18	U\$D 52.085,40	U\$D 85.987,58	U\$D 2.570.367,64
75	U\$D 2.570.367,64	U\$D 34.580,22	U\$D 51.407,35	U\$D 85.987,58	U\$D 2.535.787,42
76	U\$D 2.535.787,42	U\$D 35.271,83	U\$D 50.715,75	U\$D 85.987,58	U\$D 2.500.515,59
77	U\$D 2.500.515,59	U\$D 35.977,27	U\$D 50.010,31	U\$D 85.987,58	U\$D 2.464.538,32
78	U\$D 2.464.538,32	U\$D 36.696,81	U\$D 49.290,77	U\$D 85.987,58	U\$D 2.427.841,51
79	U\$D 2.427.841,51	U\$D 37.430,75	U\$D 48.556,83	U\$D 85.987,58	U\$D 2.390.410,76
80	U\$D 2.390.410,76	U\$D 38.179,36	U\$D 47.808,22	U\$D 85.987,58	U\$D 2.352.231,40
81	U\$D 2.352.231,40	U\$D 38.942,95	U\$D 47.044,63	U\$D 85.987,58	U\$D 2.313.288,45
82	U\$D 2.313.288,45	U\$D 39.721,81	U\$D 46.265,77	U\$D 85.987,58	U\$D 2.273.566,64
83	U\$D 2.273.566,64	U\$D 40.516,25	U\$D 45.471,33	U\$D 85.987,58	U\$D 2.233.050,40
84	U\$D 2.233.050,40	U\$D 41.326,57	U\$D 44.661,01	U\$D 85.987,58	U\$D 2.191.723,83
85	U\$D 2.191.723,83	U\$D 42.153,10	U\$D 43.834,48	U\$D 85.987,58	U\$D 2.149.570,73
86	U\$D 2.149.570,73	U\$D 42.996,16	U\$D 42.991,41	U\$D 85.987,58	U\$D 2.106.574,56
87	U\$D 2.106.574,56	U\$D 43.856,09	U\$D 42.131,49	U\$D 85.987,58	U\$D 2.062.718,48
88	U\$D 2.062.718,48	U\$D 44.733,21	U\$D 41.254,37	U\$D 85.987,58	U\$D 2.017.985,27
89	U\$D 2.017.985,27	U\$D 45.627,87	U\$D 40.359,71	U\$D 85.987,58	U\$D 1.972.357,40
90	U\$D 1.972.357,40	U\$D 46.540,43	U\$D 39.447,15	U\$D 85.987,58	U\$D 1.925.816,97
91	U\$D 1.925.816,97	U\$D 47.471,24	U\$D 38.516,34	U\$D 85.987,58	U\$D 1.878.345,73
92	U\$D 1.878.345,73	U\$D 48.420,66	U\$D 37.566,91	U\$D 85.987,58	U\$D 1.829.925,06
93	U\$D 1.829.925,06	U\$D 49.389,08	U\$D 36.598,50	U\$D 85.987,58	U\$D 1.780.535,99
94	U\$D 1.780.535,99	U\$D 50.376,86	U\$D 35.610,72	U\$D 85.987,58	U\$D 1.730.159,13
95	U\$D 1.730.159,13	U\$D 51.384,40	U\$D 34.603,18	U\$D 85.987,58	U\$D 1.678.774,73
96	U\$D 1.678.774,73	U\$D 52.412,08	U\$D 33.575,49	U\$D 85.987,58	U\$D 1.626.362,65
97	U\$D 1.626.362,65	U\$D 53.460,32	U\$D 32.527,25	U\$D 85.987,58	U\$D 1.572.902,33
98	U\$D 1.572.902,33	U\$D 54.529,53	U\$D 31.458,05	U\$D 85.987,58	U\$D 1.518.372,79
99	U\$D 1.518.372,79	U\$D 55.620,12	U\$D 30.367,46	U\$D 85.987,58	U\$D 1.462.752,67
100	U\$D 1.462.752,67	U\$D 56.732,52	U\$D 29.255,05	U\$D 85.987,58	U\$D 1.406.020,15
101	U\$D 1.406.020,15	U\$D 57.867,17	U\$D 28.120,40	U\$D 85.987,58	U\$D 1.348.152,97
102	U\$D 1.348.152,97	U\$D 59.024,52	U\$D 26.963,06	U\$D 85.987,58	U\$D 1.289.128,45
103	U\$D 1.289.128,45	U\$D 60.205,01	U\$D 25.782,57	U\$D 85.987,58	U\$D 1.228.923,45
104	U\$D 1.228.923,45	U\$D 61.409,11	U\$D 24.578,47	U\$D 85.987,58	U\$D 1.167.514,34
105	U\$D 1.167.514,34	U\$D 62.637,29	U\$D 23.350,29	U\$D 85.987,58	U\$D 1.104.877,05
106	U\$D 1.104.877,05	U\$D 63.890,04	U\$D 22.097,54	U\$D 85.987,58	U\$D 1.040.987,01
107	U\$D 1.040.987,01	U\$D 65.167,84	U\$D 20.819,74	U\$D 85.987,58	U\$D 975.819,17
108	U\$D 975.819,17	U\$D 66.471,19	U\$D 19.516,38	U\$D 85.987,58	U\$D 909.347,98
109	U\$D 909.347,98	U\$D 67.800,62	U\$D 18.186,96	U\$D 85.987,58	U\$D 841.547,36
110	U\$D 841.547,36	U\$D 69.156,63	U\$D 16.830,95	U\$D 85.987,58	U\$D 772.390,73
111	U\$D 772.390,73	U\$D 70.539,76	U\$D 15.447,81	U\$D 85.987,58	U\$D 701.850,96
112	U\$D 701.850,96	U\$D 71.950,56	U\$D 14.037,02	U\$D 85.987,58	U\$D 629.900,41
113	U\$D 629.900,41	U\$D 73.389,57	U\$D 12.598,01	U\$D 85.987,58	U\$D 556.510,84
114	U\$D 556.510,84	U\$D 74.857,36	U\$D 11.130,22	U\$D 85.987,58	U\$D 481.653,47
115	U\$D 481.653,47	U\$D 76.354,51	U\$D 9.633,07	U\$D 85.987,58	U\$D 405.298,97
116	U\$D 405.298,97	U\$D 77.881,60	U\$D 8.105,98	U\$D 85.987,58	U\$D 327.417,37
117	U\$D 327.417,37	U\$D 79.439,23	U\$D 6.548,35	U\$D 85.987,58	U\$D 247.978,14
118	U\$D 247.978,14	U\$D 81.028,02	U\$D 4.959,56	U\$D 85.987,58	U\$D 166.950,12
119	U\$D 166.950,12	U\$D 82.648,58	U\$D 3.339,00	U\$D 85.987,58	U\$D 84.301,55
120	U\$D 84.301,55	U\$D 84.301,55	U\$D 1.686,03	U\$D 85.987,58	U\$D 0,00
	Totales U\$D	U\$D 3.900.000,00	U\$D 8.290.509,34		

HOJA DE EVALUACIÓN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

*“PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMÁTICOS POR
PIRÓLISIS”*

Factibilidad técnica-operativa y económica

Estudiante: Hugo Javier Flores

DNI N°: 22.455.396

Director de tesis: Dr. César G. Moreno

EVALUACIÓN

- Decisión:
- Tribunal evaluador:

Jurado:

Jurado:

Jurado:

- Lugar y Fecha: