



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

Ingeniería Industrial

PROYECTO DE BIOCOMBUSTIBLE:  
PLANTA DE PIRÓLISIS

Autor: Pedro Ríos

Tutor: Ing. Matías Calvo

2011



# Resumen Ejecutivo

## Objetivo de proyecto

Desarrollar en la Provincia de San Luis una planta de Pirólisis obteniendo fuel oil a partir de residuos urbanos, industriales y biomasa.

La Planta industrial propuesta tiene una capacidad de procesamiento de 36 toneladas diarias de biomasa y residuos, para obtener 27 toneladas diarias de crudo de pirólisis, que por sus características es un fuel oil de superior calidad al obtenido de la destilación atmosférica de petróleo.

## Materia Prima

Los materiales a procesar son, entre otros:

- PET, PVC, polietileno, poliestireno, acrílicos y otros plásticos a partir de residuo sólidos urbanos (RSU).
- Papeles, cartones trapos sucios con aceites y grasas de estaciones de servicio.

## Producto

El producto a obtener de la planta de Pirólisis es un crudo de pirólisis, un combustible similar al fuel oil de petróleo, pero de mejores características, ya que posee una menor densidad, menor viscosidad, no contiene azufre, cloro, ni otros potenciales contaminantes, habituales en combustibles fósiles.

Debido a la crisis energética, que genera restricciones en la disponibilidad de gas natural y gas oil y que afecta significativamente a la generación eléctrica y a la extensa matriz de uso agrícola del gas oil, Argentina está importando importantes y crecientes volúmenes de fuel oil y gas oil. La presencia de azufre, contaminante habitual en el fuel oil importado, genera un gran riesgo ecológico pues su descarga a la atmósfera puede producir la perniciosa lluvia ácida.

## Localización

Tomando en cuenta la necesidad de contar con una población próxima a la planta de unos 95.000 habitantes y de contar con biomasa, residuos urbanos e industriales en un entorno de hasta 50 km de la plana, se ha evaluado el potencial de la Provincia de San Luis para la instalación de una unidad productiva de crudo de pirólisis.

En este contexto y a pesar de no contar con un abastecimiento significativo de biomasa proveniente de la industria de la madera, la concentración urbana y el desarrollo del parque industrial hacen de la ciudad de Villa Mercedes un muy viable centro de desarrollo para la instalación de una planta de pirolisis para una carga diaria de 36 toneladas

## **Estudio de mercado**

### Comercialización

El mercado a abastecer será el de las empresas locales y de provincias aledañas que utilizan fuel oil para las calderas y hornos, a las que se les venderá el crudo de pirólisis en su carácter de fuel oil. Éstas son las numerosas plantas agroindustriales, mineras, etc. del centro y noroeste del país que utilizan fuel oil en sus calderas y que están alejadas de los gasoductos que abastecen de gas natural.

### Segmentación

La planta se establecerá en la provincia de San Luis, y se les venderá el fuel oil producido a aquellas que limitan con la provincia y que no poseen refinerías, es decir, Córdoba, San Juan, La Pampa y La Rioja. De esta manera se lograría ser competitivo en cuanto a la cercanía. De las provincias mencionadas, las más significativas en cuanto al consumo son Córdoba y San Juan.

El volumen de ventas proyectado para la planta, de 7.400 Tn/año equivale a 0,37% del consumo total argentino de fuel oil, que en el año 2009 fue de 2.000.337 toneladas. Tomando en cuenta el mercado seleccionado, la producción proyectada equivale a un 12% del mismo.

### Precio

Se va a realizar una estrategia de precios de penetración, utilizando un precio menor al del mercado. Se utiliza un descuento del 20% sobre el precio calculado de manera de resultar más atractivo al cliente.

| Año  | Proyección Fuel Oil |           |
|------|---------------------|-----------|
|      | (U\$S/litro)        | (U\$S/Tn) |
| 2010 | 0,571               | 641,9     |
| 2011 | 0,562               | 631,9     |
| 2012 | 0,576               | 647,2     |
| 2013 | 0,576               | 647,3     |

|      |       |       |
|------|-------|-------|
| 2014 | 0,579 | 650,9 |
| 2015 | 0,574 | 645,2 |

### **Análisis económico-financiero**

La inversión en activo fijo para la construcción de la Planta de Pirólisis es de U\$S 3.000.000, incluyendo la inversión a realizar para la puesta en marcha de la planta de separación, fundamental para asegurar un aprovisionamiento continuo.

La producción de 27 litros diarios de crudo de pirólisis demanda el procesamiento de 9.900 toneladas anuales de residuos y biomasa. La comercialización del crudo de pirólisis como fuel oil genera en el primer año ingresos superiores a los U\$S 3,5 millones anuales y una utilidad antes de impuestos de U\$S 730 mil, 20% de la facturación.

La base operativa de la planta comprende una dotación total de 57 personas afectadas a la producción de crudo de pirólisis, incluyendo la estructura de comercialización y administración.

La rentabilidad esperada del proyecto, para un período de 10 años, es superior al 18% anual y el valor actual neto (VAN) de U\$S 1,25 millones, con una tasa de descuento promedio de 13,3%.



## **Resumen**

En este trabajo se propone un proceso para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de aceites industriales. La planta se instalará en Villa Mercedes, San Luis. La capacidad de tratamiento es de 36 T/día y se producen 27 Toneladas de crudo de pirólisis como producto de valor agregado.

El impacto de la implementación de este proceso será positivo en los aspectos tecnológico, siendo posible replicar el modelo en distintas ciudades con rellenos sanitarios; ambiental, ya que se logra una reducción superior al 30% en volumen de RSU destinados actualmente a la disposición final en los rellenos sanitarios de Villa Mercedes; y económico, siendo atractivo para inversiones por el margen que ofrece.

Para la separación de los residuos se pondrá en marcha una planta de separación, junto con el gobierno provincial, empleando a personas que se encuentran actualmente fuera del sistema formal laboral.

## **Summary**

This paper proposes a process for the treatment of municipal solid waste (MSW) and industrial oils. The plant will be set up in Villa Mercedes, San Luis. The treatment capacity is 36 tons per day and it produces 27 tons of pyrolysis oil as value-added product.

The impact of implementing this process will be positive in various aspects. From a technological point of view, the model can be replicated in different cities with landfills. Environmentally speaking, it achieves a reduction of more than 30% of the MSW volume currently disposed in landfills, and from an economic perspective, it is appealing for investment because of the margin it offers.

Regarding waste separation, a Plant will be install together with the provincial government, employing people who are currently working outside the formal system.



## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| I. INTRODUCCION.....   | 5  |
| 1. Residuos Sólidos en el mundo .....                                | 7  |
| 2. Factores causantes del crecimiento de residuos sólidos .....      | 7  |
| 2.1. Crecimiento demográfico .....                                   | 7  |
| 2.2. Concentración de la población en núcleos urbanos.....           | 8  |
| 2.3. Nivel de vida y Poder adquisitivo.....                          | 9  |
| 2.4. Utilización de productos desechables .....                      | 10 |
| 3. Gestión de Residuos Sólidos.....                                  | 10 |
| 4. Etapas para la gestión integral de residuos urbanos .....         | 11 |
| 4.1. Generación .....  | 11 |
| 4.2. Disposición inicial .....                                       | 14 |
| 4.3. Recolección y Transporte .....                                  | 14 |
| 4.4. Tratamiento y Disposición Final.....                            | 15 |
| 5. Composición .....   | 18 |
| II. MÉTODOS .....  | 19 |
| 1. Procesos utilizados para el tratamiento de Residuos Sólidos ..... | 21 |
| 2. Relleno Sanitario.....  | 21 |
| 3. Tratamiento Bacteriológico o Compostaje .....                     | 22 |
| 4. Uso de técnicas de reciclado .....                                | 22 |
| 4.1. Reciclado de aluminio .....                                     | 23 |
| 4.2. Reciclado de papel/cartón.....                                  | 23 |
| 4.3. Reciclado de vidrio .....                                       | 23 |
| 4.4. Reciclado de acero .....  | 23 |
| 4.5. Reciclado de aceites.....                                       | 23 |
| 4.6. Reciclado de plásticos.....                                     | 24 |
| 5. Incineración o combustión.....                                    | 25 |
| 6. Proceso de Pirólisis .....  | 26 |
| III. RESIDUOS PELIGROSOS.....  | 27 |
| 1. Definición de Residuos Peligrosos .....                           | 29 |
| 2. Caracterización de residuos peligrosos.....                       | 29 |
| 3. Identificación de un desecho como peligroso.....                  | 30 |
| IV. PLAN DE DESARROLLO .....   | 31 |
| 1. Propuesta de desarrollo .....                                     | 33 |
| 2. Cruz del Norte Industrial y Minera S.A.....                       | 34 |
| 2.1. Planta Caimancito – Origen y Evolución .....                    | 34 |
| 3. Descripción del producto .....                                    | 36 |
| V. ESTUDIO DE MERCADO .....  | 39 |
| 1. Competidores .....  | 41 |
| 2. Proveedores.....  | 43 |
| 2.1. Aceites .....   | 44 |
| 3. Sustitutos.....   | 46 |
| 4. Consumidores .....  | 47 |
| 5. Segmentación del mercado .....                                    | 48 |
| 6. Proyección de la demanda .....                                    | 50 |
| 7. Estrategia de precios .....                                       | 54 |
| 7.1. Modelo Mean Reversion.....                                      | 56 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.2. Regresión lineal simple .....                                     | 62  |
| 8. Pautas de Distribución.....   | 66  |
| 9. Pronóstico de ventas.....   | 66  |
| 10. Análisis FODA.....   | 67  |
| VI. INGENIERÍA DEL PROCESO.....  | 69  |
| 1. Proceso de Pirólisis .....  | 71  |
| 1.1. Descripción del Proceso .....                                     | 71  |
| 2. Condiciones de proceso.....   | 75  |
| 3. Balance de línea .....  | 75  |
| 4. Balance de materiales.....  | 76  |
| 5. Stocks .....  | 76  |
| 6. Lay out.....  | 77  |
| 7. Estructura organizacional .....                                     | 80  |
| 8. Detalle de tareas a realizar por cada área .....                    | 82  |
| 8.1. Gerencia general y áreas staff .....                              | 82  |
| 8.2. División fabricación .....  | 82  |
| 8.3. División administración y finanzas .....                          | 83  |
| 8.4. División comercial .....  | 84  |
| 9. Dimensionamiento MOD .....  | 84  |
| VI. LOCALIZACIÓN .....   | 87  |
| 1. Definición.....   | 89  |
| 2. Rellenos sanitarios.....  | 89  |
| 3. Población.....  | 90  |
| 4. Competidores .....  | 90  |
| 5. Consumo de Fuel Oil.....  | 91  |
| 6. Matriz de decisión .....  | 91  |
| VIII. IMPACTO AMBIENTAL .....  | 93  |
| 1. Introducción .....  | 95  |
| 2. Monitoreos ambientales .....  | 95  |
| IX. PLANTA DE SEPARACIÓN .....   | 97  |
| 1. Introducción .....  | 99  |
| 2. Funcionamiento.....   | 99  |
| 3. Plantas de separación en Argentina.....                             | 101 |
| 3.1. Planta de Separación de San Nicolás (Pcia. de Buenos Aires) ..... | 102 |
| 3.2. Planta de Separación FEDERAL (Pcia. de Entre Ríos).....           | 103 |
| 3.3. Cooperativa Ecológica Reciclando Sueños.....                      | 103 |
| 3.4. Cooperativa El Ceibo .....  | 103 |
| 4. Precio de venta .....   | 103 |
| 5. Personal .....  | 104 |
| 6. Inversión y costos.....   | 104 |
| 7. Ingresos .....  | 106 |
| 8. Beneficios.....   | 106 |
| 8.1. Habitantes de San Luis.....                                       | 106 |
| 8.2. Gobierno Provincial .....   | 107 |
| 9. Resumen.....  | 107 |
| X. ANÁLISIS ECONÓMICO.....   | 109 |
| 1. Inversión.....  | 111 |
| 2. Gastos.....   | 113 |
| 2.1. Fabricación.....  | 113 |
| 2.2. Comercialización.....   | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.3. Administración.....                                    | 117 |
| 3. Materia Prima .....                                      | 117 |
| 4. Activo de trabajo.....                                   | 119 |
| 5. Impuestos .....  | 120 |
| 6. Amortizaciones .....                                     | 121 |
| 7. Cuadro de Resultados .....                               | 122 |
| 8. Punto de equilibrio.....                                 | 123 |
| XI. ANÁLISIS FINANCIERO.....                                | 125 |
| 1. IVA .....  | 127 |
| 2. Tasas .....  | 128 |
| 3. Estructura de Financiamiento .....                       | 129 |
| 4. Servicio de Préstamo .....                               | 129 |
| 5. Valor Residual .....                                     | 129 |
| 6. Fuentes y Usos .....                                     | 131 |
| 7. Flujo de Fondos del Proyecto .....                       | 132 |
| 8. Flujo de Fondos de la deuda y del Inversor.....          | 133 |
| 9. Indicadores TIR / TOR / Período de repago .....          | 134 |
| 9.1. TIR del Proyecto .....                                 | 134 |
| 9.2. TIR de la deuda.....                                   | 134 |
| 9.3. TOR .....  | 134 |
| 9.4. Período de repago .....                                | 134 |
| 10. Tasa de descuento .....                                 | 134 |
| 11. VAN.....  | 137 |
| 12. Balance.....  | 138 |
| 13. Análisis e Interpretación de los estados contables..... | 139 |
| 13.1. Índices de Rentabilidad.....                          | 139 |
| XII. RIESGOS .....  | 143 |
| 1. Análisis de costos.....                                  | 145 |
| 2. Distribución de probabilidades de las variables .....    | 145 |
| 3. Análisis de sensibilidad .....                           | 148 |
| 4. Mitigación de Riesgos .....                              | 150 |
| XIII. CONCLUSIONES .....                                    | 153 |
| XIII. ANEXOS .....  | 157 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA .....                                      | 165 |



## **I. INTRODUCCION**



## 1. Residuos Sólidos en el mundo

Uno de los principales problemas de nuestra sociedad es la generación y disposición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Los métodos habituales para su disposición final se encuentran colapsados debido a que el proceso utilizado es lento y el volumen de los residuos está en constante crecimiento.

Tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos, se han adoptado jerarquías de manejo de los residuos sólidos. La primera opción es evitar producir el residuo, la siguiente alternativa debe ser la recuperación de materiales (reutilización y reciclaje), la tercera opción debe ser el tratamiento, dejando como última opción los rellenos sanitarios.

## 2. Factores causantes del crecimiento de residuos sólidos

Existen diversos motivos por los cuales se registra un aumento sostenido de la producción de residuos sólidos, haciendo de ellos un problema para la sociedad. Entre ellos se encuentran:

### 2.1. Crecimiento demográfico

Desde 1950, la población mundial se ha duplicado y en la actualidad el número de habitantes ronda los 6.000 millones. Las estimaciones más recientes de las Naciones Unidas indican que para el año 2020 la población mundial será de 8.000 millones de personas.

Si se analiza desde una perspectiva histórica su ritmo de crecimiento, se observa que después de la Segunda Guerra Mundial se produce una explosión demográfica sin precedentes, producto de un aumento de la tasa de crecimiento. Una forma de percibir este efecto es observar cómo ha ido disminuyendo el tiempo transcurrido para que la población mundial se duplique.

| Año  | Población Mundial (Millones) |
|------|------------------------------|
| 600  | 500                          |
| 1800 | 1000                         |
| 1930 | 2000                         |
| 1976 | 4000                         |
| 2020 | 8000                         |

Tabla 1. Crecimiento demográfico. Fuente: Naciones Unidas

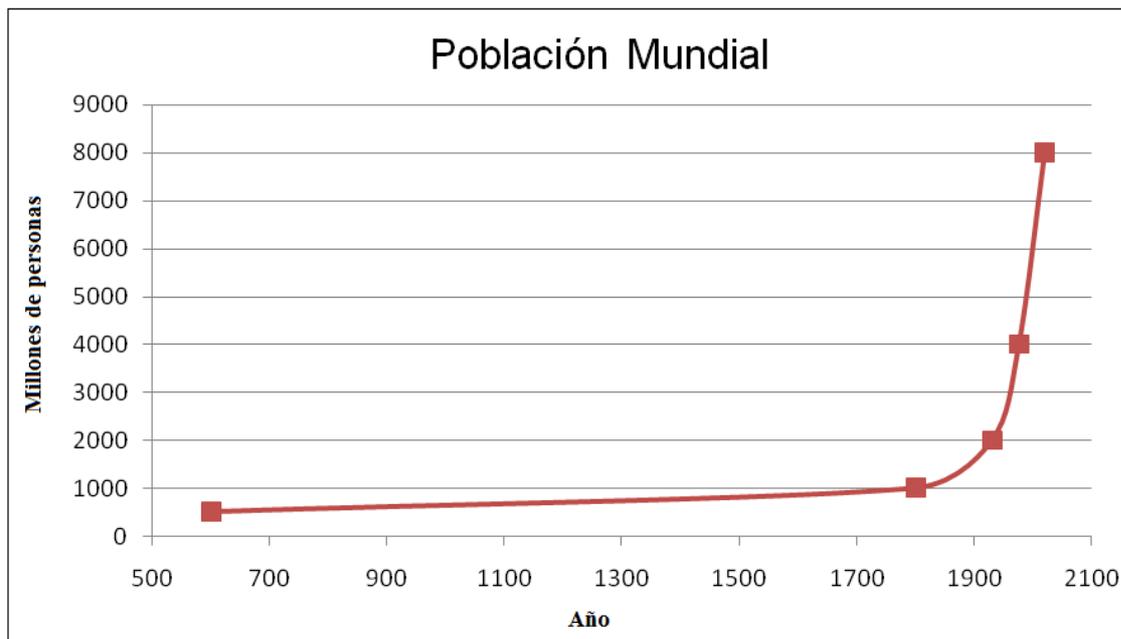


Figura 1. Población mundial. Fuente: Naciones Unidas

## 2.2. Concentración de la población en núcleos urbanos

Estimaciones realizadas por las Naciones Unidas, predicen que en el año 2010 un 51,3 por ciento de la población mundial será urbana.

Si bien la población mundial se está duplicando, la población urbana se está triplicando en todo el mundo. De continuar esta tendencia, en los próximos años más de la mitad de la población del planeta vivirá en áreas urbanas.

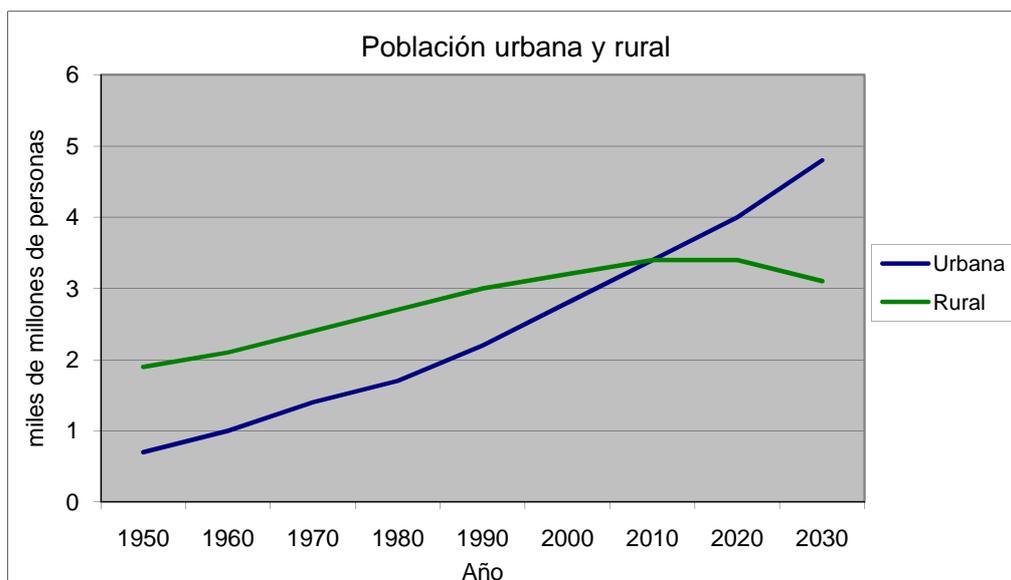


Figura 2. Población urbana y rural, 1950-2030 en miles de millones de habitantes. Fuente: Naciones Unidas, World Urbanization

Este fenómeno de urbanización varía notablemente según la región. Los países latinoamericanos son los que tienen mayor proporción de su población en áreas urbanas. Hay que considerar que una parte de la población, que anteriormente vivía en zonas rurales y tendía a revalorizar y autoconsumir sus residuos como nuevas materias primas, ha emigrado a las ciudades. La reutilización de residuos no es una práctica que se realice en la ciudad, con lo que la producción de basuras por habitantes se eleva todavía más.

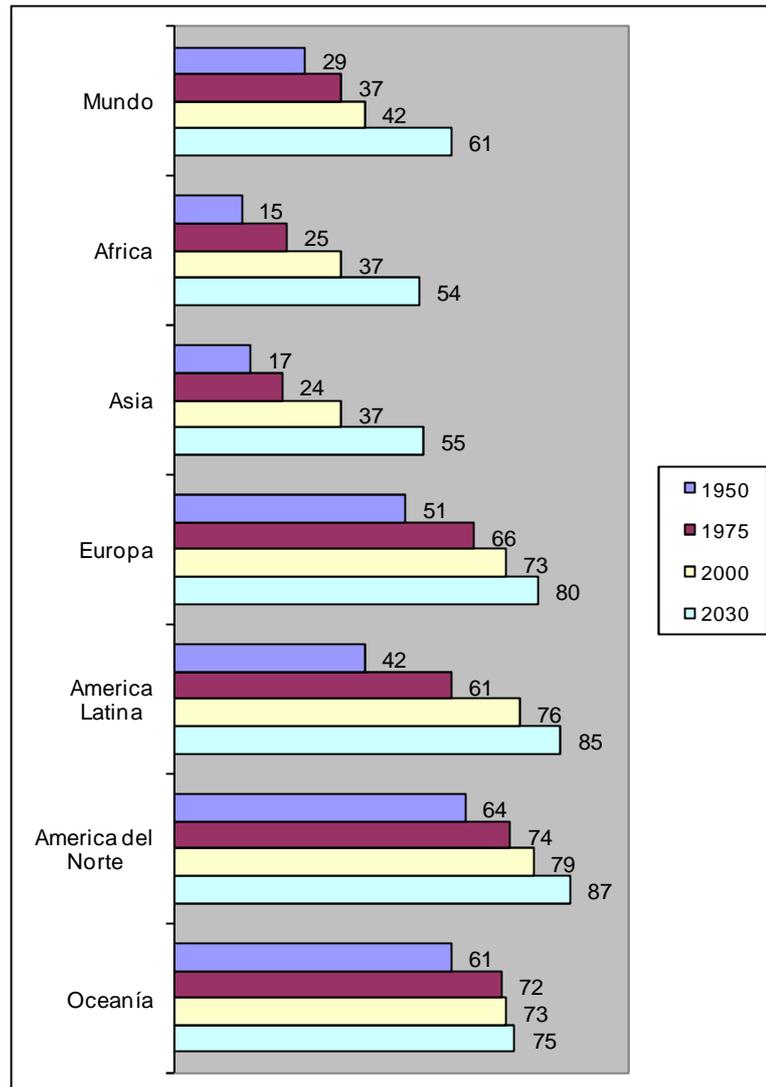


Figura 3. Porcentaje de Población que vive en zonas urbanas. Fuente: Naciones Unidas, World Urbanization

### 2.3. Nivel de vida y Poder adquisitivo

A medida que aumenta el nivel de vida de las sociedades, se genera un cambio en los hábitos de consumo. Actualmente los consumidores prefieren aquellos

productos que prioricen la comodidad, como ocurre con los productos desechables.

El eje del sistema capitalista consiste en el interjuego producción- consumo, siendo procesos que se influyen mutuamente. Cuando se activa la rueda de consumo se acelera la producción en masa lo cual disminuye los costos de los bienes. Esto beneficia tanto a los productores como a los consumidores, quienes aumentan notablemente el consumo dado que con la misma cantidad de dinero se puede acceder a una mayor cantidad de productos.

En los sectores que presentan estabilidad económica, la gente tiende a priorizar la comodidad sobre la funcionalidad. Los bienes más durables no generan los beneficios que generan los desechables.

#### **2.4. Utilización de productos desechables**

La sociedad, acostumbrada a la utilización de ciertos tipos de materiales, se encontró de pronto sumergida en una propuesta de nuevos productos los cuales le hacían la vida más cómoda. En los últimos años, la penetración de los productos desechables se volvió inevitable al desarrollarse nuevos procesos y productos, disminuyendo los costos de las empresas y aumentando la comodidad de los consumidores.

Los productos plásticos fueron rápidamente reemplazando a los productos realizados con madera, vidrio y metal. Hoy en día prácticamente todos los envases se realizan con plásticos. Como se observa más adelante, entre un 14 y un 20% de los residuos urbanos son plásticos, los cuales requieren de un proceso mucho más complejo que el vidrio y el metal para ser reciclados (Métodos, sección 4).

La producción mundial de plásticos se ha incrementado en los últimos 50 años de prácticamente cero a casi 100 millones de toneladas por año.

### **3. Gestión de Residuos Sólidos**

El manejo de los residuos urbanos constituye un problema creciente para la mayoría de las autoridades. Su gestión se reduce a la realización de la recolección domiciliar e higiene urbana - barrido de calles y limpieza de otros sectores públicos-, y de la disposición final de los residuos efectuada, en muchos casos, en Basurales a Cielo Abierto (BCA) con escasos controles ambientales y técnicos, y los consiguientes riesgos derivados para la salud y ambiente.

Eliminar los residuos se torna cada vez una tarea más cara, la cual no se compensa con el ABL y se gastan en la disposición final de los mismos millones de pesos de los ajustados presupuestos.

Son excepciones las comunas que tienen menos del 10% del presupuesto comprometido para esta tarea. Hay casos en los que se llegan a utilizar hasta un cuarto de los recursos. Mientras se impulsan planes para reducir la cantidad de residuos, fomentar el reciclaje y concienciar a la sociedad, las toneladas de desperdicios se incrementan y los costos suben.

A su vez, existen algunos efectos producidos por los residuos sólidos que pueden ser muy visibles o sólo detectables a largo plazo. Por ejemplo:

- Efectos sobre la salud
- Deterioro del paisaje
- Los basurales generan olores, humos y roedores que pueden transmitir enfermedades, si bien raramente la basura propiamente dicha es vehículo de enfermedades
- Los microbasurales de las esquinas agregan a los anteriores la posibilidad de lesiones, por objetos cortantes, en niños curiosos y en los operarios encargados de su limpieza
- Hernias en los recolectores si los objetos abandonados son pesados
- Efectos económicos por desvalorización de propiedades cercanas
- Gastos para extinguir los incendios por autocombustión
- Contaminación de napas de agua
- Efectos sociales como consecuencia del submundo originado en la recuperación de residuos (cartoneros)

Las provincias argentinas están obligadas a evitar los potenciales impactos negativos para el ambiente y la salud de la población, que puedan surgir por un manejo inadecuado de los RSU.

#### **4. Etapas para la gestión integral de residuos urbanos**

La gestión integral de residuos domiciliarios comprende de las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

##### **4.1. Generación**

Se considera generador a toda persona que produzca residuos en los términos de la Ley. El generador tiene la obligación de realizar el acopio inicial y la

disposición inicial de los residuos de acuerdo a las normas complementarias que cada jurisdicción establezca. La disposición inicial de residuos domiciliarios debe efectuarse mediante métodos apropiados que prevengan y minimicen los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.

Los generadores, en función de la calidad y cantidad de residuos, y de las condiciones en que los generan se clasifican en:

- a) Generadores individuales.
- b) Generadores especiales.

Los parámetros para su determinación serán establecidos por las normas complementarias de cada jurisdicción.

Se considera generadores especiales a aquellos generadores que producen residuos domiciliarios en calidad, cantidad y condiciones tales que, a criterio de las autoridades, requieran de la implementación de programas particulares de gestión, previamente aprobados.

Se considera generadores individuales, a aquellos generadores que, a diferencia de los generadores especiales, no precisan de programas particulares de gestión.

#### Principales orígenes de la basura

- Domicilios: dan lugar a la basura domiciliaria o doméstica, constituida principalmente por restos de comida antes y después de su cocción, barreduras, papeles, trapos, pilas, envases, que según lo que contengan o hayan contenido pueden ser muy peligrosos.
- Comercios: en ellos se origina la basura comercial, que suele contener una parte semejante a la domiciliaria y otra propia del rubro del comercio que se trate. Como en general el comerciante o bien vive en el propio comercio o bien pasa gran parte del día en el mismo aparece la componente domiciliaria. Por otra parte, según el rubro del comercio aparece la componente que le es característica, por ejemplo una verdulería arroja frutas y verduras no aptas para el consumo.
- Industrias: dan lugar a la basura industrial. Nuevamente originan una basura semejante a la domiciliaria, proveniente del comedor y las oficinas, y otra parte propia de cada establecimiento y dependiente de su actividad. Esta última es muy variable en calidad y cantidad. Puede llegar a tener grandes volúmenes, como pueden ser los escombros en la minería, o bien las cenizas, escorias y barros resultantes del tratamiento

de los gases de escape en las centrales termoeléctricas que queman carbón, entre otros.

- Instituciones: tales como escuelas, ministerios, oficinas públicas, etc. dan lugar a basura con gran contenido de papeles, restos de materiales de oficina y barreduras, además, si en ellas hay comedores, aparecerán los residuos que trae aparejados.

De acuerdo a estimaciones realizadas por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) durante el 2004 se produjeron en Argentina un total aproximado de 12.325.000 Tn/año. La base de la distribución de estos residuos entre las provincias viene dada fundamentalmente por la población de cada una, si bien, como se explico anteriormente, no es el único (nivel de vida, hábitos de consumo, etc.).

Para tener una idea comparativa, es necesario utilizar otros indicadores, como la Generación Per Cápita Diaria (GPCD), cuyo valor medio en el país oscila entre 0,91 y 0,95 kg/hab.día, presentando un máximo de 1,52 kg/hab.día en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y un mínimo de 0,44 kg/hab.día para la provincia de Misiones. Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo, siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg. / hab. x día). Usualmente se utiliza también la Generación Per Cápita Anual (GPCA).

A continuación se presenta una tabla con la generación promedio estimada en América latina y el Caribe, regiones que, de acuerdo con la secretaria de medio ambiente, registran comportamientos similares.

| Generación Promedio estimada | (kg/hab.día) |
|------------------------------|--------------|
| Ciudades muy grandes         | 1,20         |
| Ciudades medianas            | 0,90         |
| Ciudades pequeñas            | 0,5 a 0,6    |

Tabla 2. Fuente: OPS 2002 Informe de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe

El incremento mundial de generación de RSU trae como consecuencias un crecimiento potencial de contaminantes derivados de ellos así como también un aumento en la necesidad de espacio que requiere su disposición final.

Si tomamos que el aumento de la producción de RSU proporcional al aumento poblacional, en Argentina puede estimarse que para el 2020 habrá un incremento de un 21% en la generación de RSU:

| <b>Total país</b>  | <b>2005</b> | <b>2025</b> |
|--|-------------|-------------|
| <b>Generación Per Cápita Diaria: (GPCD) ( kg / hab día )</b>               | 0,91 – 0,95 | 0,91 – 0,95 |
| <b>Generación Per Cápita Anual: (GPCA) ( kg / hab año)</b>                 | 328         | 328         |
| <b>Población:</b> (en miles de habitantes y tasa anual estimada del 1,3 %) | 37.669      | 45.772      |
| <b>Generación Total Anual: (GTA) ( miles Tn / año )</b>                    | 12.325      | 14.959      |

Tabla 3. Fuente: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

#### 4.2. Disposición inicial

De acuerdo a la ley 25.916, la disposición inicial es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos. Es efectuada por el generador y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones.

La disposición inicial podrá ser:

General: sin clasificación y separación de residuos

Selectiva: con clasificación y separación de residuos a cargo del separador

Los residuos deben ser manipulados hasta ser colocados en la vereda para su recolección. Esta manipulación incluye el movimiento de los recipientes contenedores (bolsas y tachos) hasta el punto de recolección. Si bien hay muchos lugares los propietarios están más concientizados de la importancia de la separación de algunos materiales reciclables, en general es una conducta minoritaria.

#### 4.3. Recolección y Transporte

La recolección es el conjunto de acciones que comprende el acopio y carga de los residuos en los vehículos recolectores. Abarca el tiempo empleado por el personal desde que inicia el vaciamiento del primer recipiente hasta el último en el camión recolector. La recolección podrá ser:

General: sin discriminar los distintos tipos de residuo

Diferenciada: discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior.

La basura domiciliar se recoge casa por casa, pero en el caso de grandes barrios con difícil acceso entre viviendas, villas miseria o barrios rodeados de zonas verdes la basura se acumula en puntos de acumulación.

Cual sistema de recolección conviene en cada caso depende de distintos factores:

- tipo de basura

- densidad de población
- consideraciones de tránsito o circulación
- lugares donde van a estar almacenados los residuos o sea de donde se deben retirar
- clima

La operación de transporte comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral. Es el tiempo que se tarda desde que se recoge el último residuo hasta que se deposita el primero en el lugar donde se dispondrá de los mismos.

Las autoridades competentes deberán garantizar que los residuos domiciliarios sean recolectados y transportados a los sitios habilitados mediante métodos que prevengan y minimicen los impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población. Asimismo, deberán determinar la metodología y frecuencia con que se hará la recolección, la que deberá adecuarse a la cantidad de residuos generados y a las características ambientales y geográficas de su jurisdicción.

El transporte deberá efectuarse en vehículos habilitados, y debidamente acondicionados de manera de garantizar una adecuada contención de los residuos y evitar su dispersión en el ambiente (Ley n° 25.916, artículo 13° y 14°).

#### **4.4. Tratamiento y Disposición Final**

Los métodos de tratamiento se diferencian de los de disposición final porque en ellos hay una reducción de forma o de volumen.

Existen varios procesos a nivel mundial para el tratamiento de residuos. Estos procesos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

a) De acuerdo al proceso que involucran

##### **- Disposición Final**

- Relleno Sanitario

##### **- Tratamiento Biológico y Químico**

Transforman la fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios en productos gaseosos, líquidos o sólidos. Los principales procesos son:

## Planta de Pirólisis

### Químicos

- Compostaje
- Digestión Anaeróbica (para producir metano)

### Biológicos

- Hidrólisis
- Oxidación
- Vitrificación
- Polimerización

### - Tratamiento Térmico

Convierte los residuos sólidos en productos gaseosos, líquidos y sólidos emitiendo energía en forma de calor.

- Incineración (con o sin recuperación de energía)
- Pirólisis
- Gasificación
- Esterilización
- Microondas

### - Pre Tratamiento

Modifican las características físicas de los residuos.

- Reducción de tamaño (trituration)
- Compactación o densificación de residuos
- Separación por densidad (clasificadores neumáticos, por inercia, por flotación)
- Separación por tamaño
- Separación magnética

b) Conforme a los propósitos del tratamiento

**-Recuperación de Materiales o Productos para Reuso o Reciclaje**

- Separación (manual o mecanizada)
- Vitrificación
- Compostaje
- Pirólisis

**-Recuperación de Energía**

- Digestión Anaerobia
- Incineración
- Pirólisis

**-Destrucción de Agentes Infecto-contagiosos**

- Incineración
- Microondas
- Esterilización

En el siguiente gráfico se presenta el destino de los residuos domiciliarios en algunos países desarrollados de Europa.

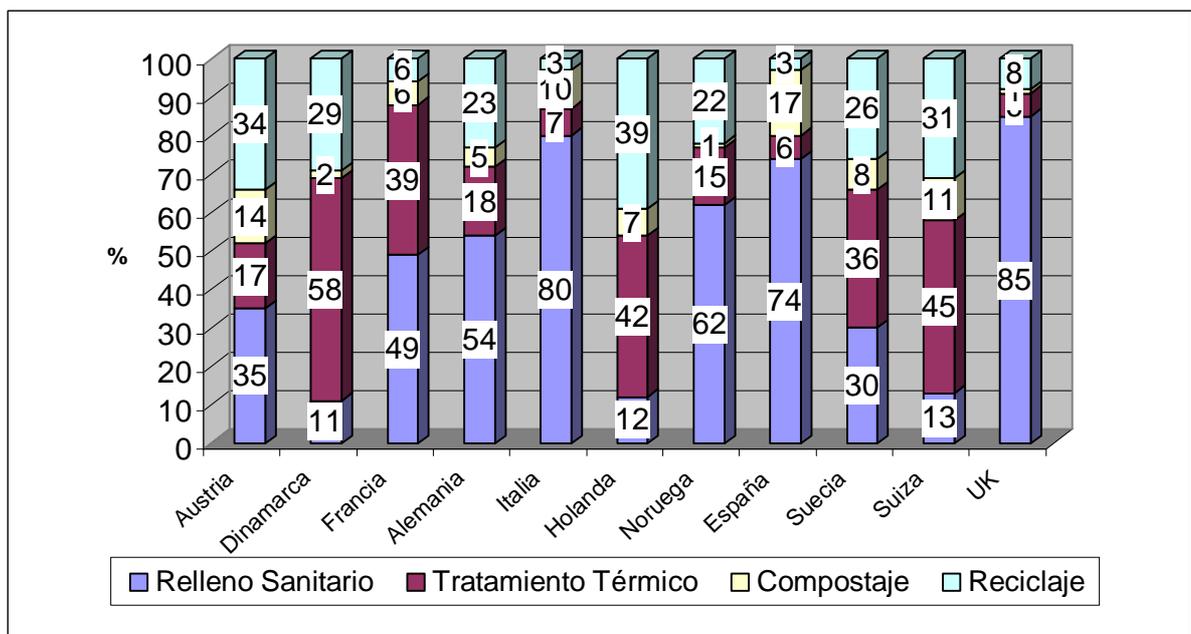


Figura 4. Manejo de Residuos en Europa. Fuente: Warmer Bulletin 72. Recycling Achievements in Europe (2000)

## 5. Composición

La composición de la basura varía de acuerdo a la región. Para determinarla se deben seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar una zona representativa
- Identificar los vehículos que recolectan los residuos
- Mezclar los residuos
- Tomar una muestra representativa, aproximadamente 0,5m<sup>3</sup> con una pala cargadora
- Realizar la identificación de la muestra y la toma de parámetros ambientales (temperatura, humedad)
- Separar los residuos por ítem en forma manual
- Colocar los elementos separados en contenedores
- Pesar cada uno de los elementos separados
- Realizar una planilla con los datos obtenidos

En una primera instancia, hasta definir la localización del proyecto, se tomará como parámetro la composición de los residuos en la Ciudad de Buenos Aires:

| <b>Descripción</b>        | <b>Porcentaje</b> |
|---------------------------|-------------------|
| Desperdicios Alimenticios | 51,49 %           |
| Papel                     | <b>17,42 %</b>    |
| Plásticos                 | <b>14,44 %</b>    |
| Textiles                  | 2,78 %            |
| Metales                   | 3,15 %            |
| Vidrio                    | 6,00 %            |
| Madera                    | <b>1,80 %</b>     |
| Materiales de demolición  | 1,98 %            |
| Otros                     | 0,94 %            |

Tabla 4. Composición de residuos. Fuente: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

## **II. MÉTODOS**



## **1. Procesos utilizados para el tratamiento de Residuos Sólidos**

Las tecnologías más utilizadas en el mundo para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales son: Relleno Sanitario, Incineración y el Compostaje.

Cada una de las técnicas utilizadas para la eliminación de los residuos urbanos posee ciertas ventajas así como también inconvenientes. A continuación se presenta una breve descripción de las mismas.

### **2. Relleno Sanitario**

Es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos municipales. Es el método más tradicional y se mantiene como práctica común en la mayoría de los países.

Consiste en enterrar la basura, previamente clasificada, en una fosa que debe ser impermeabilizada para evitar que los residuos lleguen a las napas, contaminando el agua. La basura es comprimida hasta el menor volumen posible, para aumentar su densidad y cubierta con tierra y otro material para prevenir atraer animales y evitar que sea arrastrada por el viento. Se instalan sistemas de captación de lixiviados y biogás para evitar posibles incendios en los depósitos.

En general, los rellenos sanitarios se encuentran lejos de los centros de las ciudades, ya que los vecinos se oponen a convivir con un relleno cerca de su casa. Esto hace que la recolección de residuos sea más costosa ya que éstos deben trasladarse a grandes distancias para su disposición final.

Ofrecen varias ventajas, ya que resultan económicos, tienen bajos costos de operación y mantenimiento, permite utilizar terrenos considerados improductivos y genera empleo de mano de obra no calificada.

Potenciales impactos ambientales:

- impacto por incremento de tráfico vehicular
- olores
- ruidos
- material particulado
- emisiones gaseosas(metano)
- potencial contaminación de aguas(líquidos percolados)
- alteración del suelo

### **3. Tratamiento Bacteriológico o Compostaje**

Es el proceso de descomposición aeróbica de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, mediante el cual se produce un material estable semejante al humus. Esto se realiza por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar. Con los restos de podas, hojas y otros residuos se obtiene el compost de mejor calidad. Con los otros elementos como por ejemplo, restos de alimentos (residuos provenientes de las cocinas de los hogares) se obtiene el compost de calidad menor.

Dentro de las ventajas se encuentran que permite la reutilización y reciclaje de un porcentaje de residuos, genera un producto que permite acondicionar suelos y ayuda a disminuir emisiones de metano en rellenos sanitarios. Por otro lado, existen potenciales problemas de generación de olores y lixiviados. El proceso es sensible a la contaminación por presencia de materiales como plásticos y metales por lo que es necesaria una separación cuidadosa. Existe un riesgo por emisión de metano sin un apropiado manejo, y las instalaciones a gran escala tienen altos costos de capital.

Potenciales impactos ambientales:

- Polvo y material particulado (producto de residuos y operación de planta)
- Olores (proveniente de planta)
- Ruidos (proveniente de transporte)
- Residuos Líquidos
- Residuos Sólidos

### **4. Uso de técnicas de reciclado**

Los materiales que pueden ser reciclados son:

- Aluminio
- Papel y cartón
- Vidrios
- Aceites
- Plásticos

#### **4.1. Reciclado de aluminio**

El aluminio puede ser reciclado infinitas veces sin perder sus propiedades y es muy sencillo su tratamiento. Se separa el aluminio de otros metales, lo cual se puede realizar con imanes (el aluminio no es atraído por este). Se eliminan los elementos que se encuentran mezclados con el aluminio, como pinturas, papeles, tierra, etc. Finalmente es fundido y manufacturado para ser luego trasladado a plantas para su refabricación.

#### **4.2. Reciclado de papel/cartón**

Es uno de los materiales más fáciles de reciclar y es sencillo de almacenar. Para reciclarlos, se separan las fibras vegetales útiles de las impurezas que traen los papeles usados mediante un proceso industrial. Luego se mezclan con agua y son convertidos en pulpa. Dependiendo del papel a reciclar, se obtienen distintos tipos de pulpa. Las de menos calidad son utilizadas para la fabricación de cajas de cartón mientras que las de mejor calidad son utilizadas para fabricar papel para impresión y escritura. En algunos casos, la pulpa reciclada se mezcla con pulpa nueva para elaborar papel con cierto porcentaje de material reciclado.

#### **4.3. Reciclado de vidrio**

El vidrio es el único material que puede ser reciclado en su totalidad. Una vez realizado el proceso de reciclaje, las pérdidas son mínimas.

Para ser reciclado, el vidrio debe ser clasificado y depositado por colores para evitar que se mezclen en el proceso de fundido. Los cuellos y las tapas metálicas contaminan el proceso, por lo que deben ser removidos.

De cada kilogramo de vidrio se obtiene un kilogramo de vidrio reciclado y se ahorra 1,2 kg de materia prima.

#### **4.4. Reciclado de acero**

El acero puede reciclarse una gran cantidad de veces sin perder calidad, ya que se degrada muy poco en el proceso. Es el material más reciclado del mundo.

El acero a reciclar es introducido en un horno, llevando el metal a estado líquido. Se separa la escoria más liviana, la cual flota sobre el acero. Luego se vierte en otro recipiente donde se ajusta la composición química definitiva.

#### **4.5. Reciclado de aceites**

La eliminación de aceites usados sin tratamiento previo puede afectar el medio ambiente.

- Si se vierten al suelo, se produce contaminación de las aguas(ríos y acuíferos)
- Si se vierten en la alcantarilla, además de contaminar los ríos, se dificulta el buen funcionamiento de las plantas depuradoras.
- Si se queman en forma inadecuada, se produce contaminación atmosférica.

*Tirar 5 litros de aceite (capacidad de un cárter de automóvil) de forma inadecuada puede contaminar hasta 5.000.000 litros de agua.*

*Quemar 5 litros de aceite puede contaminar el aire que respira una persona durante 5 años.*

#### **4.6. Reciclado de plásticos**

En la actualidad se utilizan dos técnicas para el reciclado de plásticos las cuales se describen a continuación:

##### **4.6.1. Reciclado Mecánico**

Consiste en convertir los residuos plásticos en gránulos que pueden ser reutilizados en la fabricación de productos como bolsas de basura, suelas, pisos, tubos para electricidad, mangueras, partes de automóviles, fibras, envases no alimenticios, etc.

Se llevan a cabo tres etapas:

- Separación y selección de los diferentes tipos de plásticos
- Limpieza para eliminar la suciedad y los restos de contenidos
- Producción de plásticos granulados

La separación y selección puede resultar una tarea ardua por la diversidad de colores, formas, transparencias, procesos de conversión y propiedades finales deseadas para los envases plásticos. La limpieza consecuente también es compleja ya que se pueden encontrar todo tipo de impurezas: grasas, aceites, lácteos, lacas, pinturas, barnices y otros residuos.

##### **4.6.2. Reciclado químico**

A diferencia del vidrio, el plástico no se puede reciclar infinitamente. Eventualmente el destino de los plásticos es la transformación en energía mediante un tratamiento térmico o la disposición final en un relleno sanitario.

El reciclado químico craquea las moléculas de los polímeros dando origen a materia prima básica que puede ser utilizada para fabricar nuevos plásticos.

Una de las ventajas que ofrece sobre el reciclado mecánico es que se pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo los costos de separación y clasificación y permite producir plásticos nuevos con la misma calidad que un polímero original.

Los principales procesos utilizados son:

- *Pirólisis*: Se rompen las moléculas por acción del calor en una atmósfera que carece totalmente de oxígeno. Este proceso se lleva a cabo a temperaturas que van entre 400 y 800 °C bajo presión reducida.
- *Hidrogenación*: Los plásticos son tratados con hidrógeno y calor, originando productos que pueden ser procesados en refinerías.
- *Gasificación*: Se calientan los plásticos con aire u oxígeno produciéndose gas de síntesis que contiene monóxido de carbono e hidrógeno. Éste puede utilizarse como combustible, materia prima para la fabricación de metano, o como agente reductor para producir aceros.

## **5. Incineración o combustión**

Este método implica la combustión de materiales de origen orgánico a altas temperaturas y en presencia de oxígeno. De este modo se logra la oxidación de los compuestos y elementos combustibles presentes, con lo que se disminuye el volumen de los residuos pudiendo eventualmente generarse energía eléctrica mediante aprovechamiento de calor o vapor producido por el sistema.

Se obtiene, si funciona bien, un 80 a 90% de reducción en volumen. Pero normalmente mucho material es arrastrado por la chimenea y la incineración es solo parcial, por lo que produce un 30% de reducción de volumen (bajo rendimiento) y genera contaminación atmosférica. Además debe sumarse el consumo de combustible.

Potenciales impactos ambientales:

- Emisiones gaseosas
- Emisiones líquidas
- Olores (proveniente de planta)
- Ruidos (proveniente de transporte)
- Residuos Sólidos

## **6. Proceso de Pirólisis**

Este es el método propuesto para la realización del proyecto. Como se mencionó anteriormente, las moléculas se rompen formando compuestos de bajo contenido molecular.

La pirolisis de los residuos convierte el material en productos sólidos, líquidos y gaseosos. El aceite líquido y el gas pueden ser quemados para producir energía o refinado en otros productos. El residuo sólido puede ser refinado en otros productos como el carbón activado.

En secciones posteriores se detalla el proceso.

### **III. RESIDUOS PELIGROSOS**



## **1. Definición de Residuos Peligrosos**

Se considera residuo peligroso a todo aquel desecho que pueda causar daño en forma directa o indirecta, a los seres vivos o al ambiente en general (Ley 24.051).

La definición es muy amplia y no posee una aplicación práctica ya que según esta, sería residuo peligroso prácticamente todo aquel desecho vertido al ambiente.

Pueden ser líquidos, sólidos, o aguas negras. Dichos residuos pueden provenir de procesos de fabricación o desperdicios de productos comerciales. Si los residuos no son manejados apropiadamente, pueden representar un peligro para las personas y el medio ambiente.

De acuerdo con la ley 25.612 de Gestión integral de residuos industriales, los generadores de residuos industriales deben tratar adecuadamente y disponer en forma definitiva los residuos industriales generados por su propia actividad en situ, de no ser posible, deberá hacerlo en plantas de tratamiento o disposición final que presten servicios a terceros debidamente habilitadas. Esto implica que los aceites industriales, los cuales se encuentran clasificados como residuos peligrosos, en caso de no poder ser tratados en el lugar de origen, deben ser entregados a costo del generador en centros habilitados para su tratamiento.

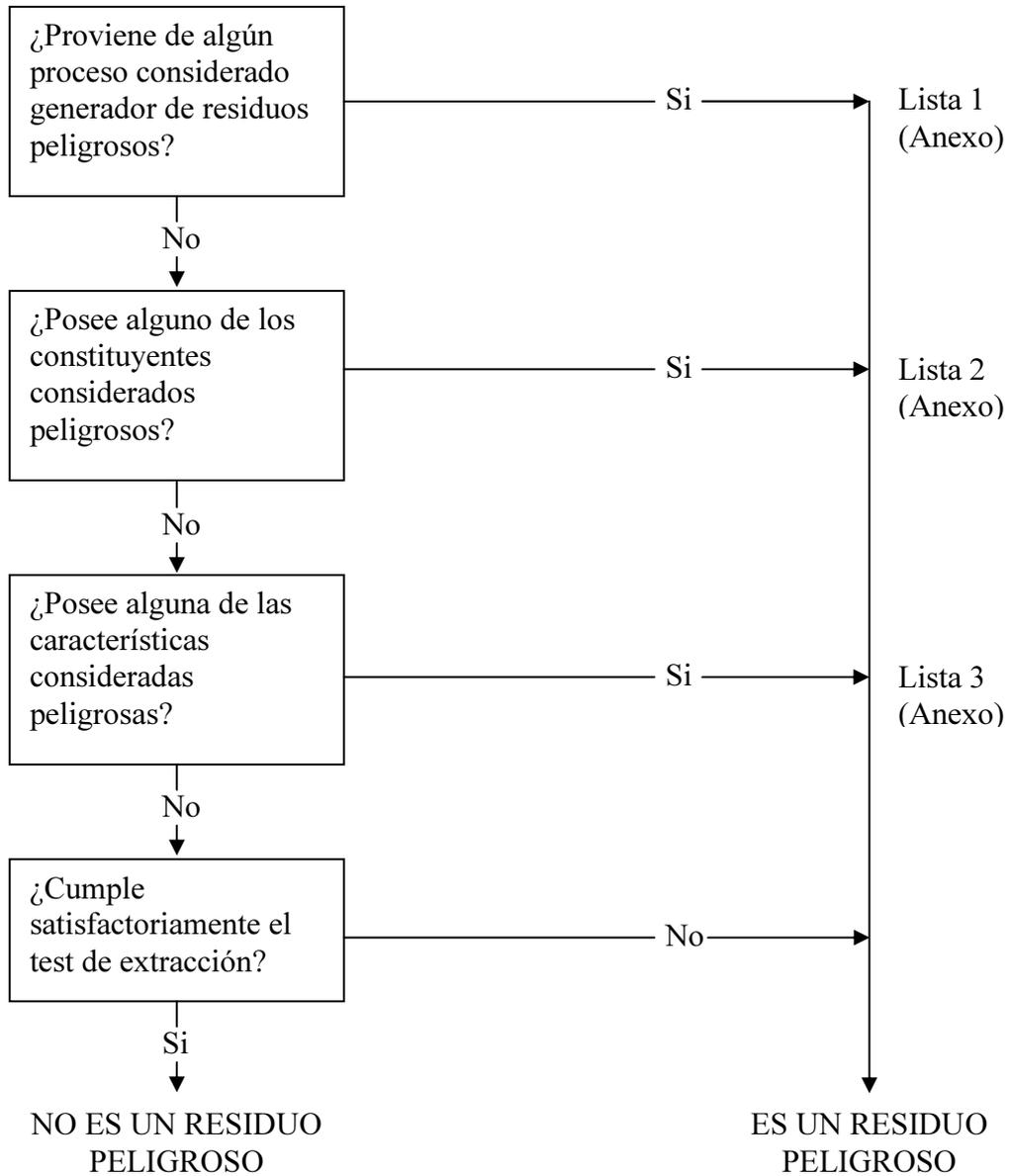
## **2. Caracterización de residuos peligrosos**

La caracterización de un desecho como peligroso se realiza en base a una cantidad de propiedades:

- Si es generado por algún proceso considerado habitualmente generador de residuos peligrosos
- Si posee algún constituyente considerado peligroso
- Si posee alguna propiedad o característica considerada peligrosa
- Si aplicado el procedimiento de extracción los valores obtenidos superan los límites establecidos para el mismo (Test de lixiviación)

### 3. Identificación de un desecho como peligroso

SI UN DESECHO



## **IV. PLAN DE DESARROLLO**



## 1. Propuesta de desarrollo

El proyecto consiste en la instalación de una planta de producción de crudo de pirolisis en un emprendimiento conjunto con el gobierno provincial. Su objetivo principal será la producción de crudo de pirolisis (fuel oil) a partir de residuos seleccionados, aportando a la provincia importantes beneficios de alta sensibilidad social al actuar positivamente sobre el uso de residuos y generar una alternativa ambientalmente favorable al consumo de combustibles fósiles.

La tecnología será obtenida de la empresa Cruz del Norte Industrial y Minera S.A. (CNIMSA) a la que se le comprará la Planta por un valor de U\$S 2.800.000 que incluirá:

- La totalidad de los equipos.
- La tecnología del proceso, sus modificaciones y desarrollos complementarios.
- La ingeniería básica y de detalle para la instalación de la planta.
- El traslado de los equipos.
- Terreno para la instalación del complejo industrial con una superficie suficiente para el desarrollo del proceso en cuestión y en proximidades del centro de disposición de residuos urbanos.

Se presentara la propuesta al gobierno provincial según los siguientes lineamientos:

La entidad provincial aportara:

- Gestión para la categorización del emprendimiento como responsable del tratamiento de residuos peligrosos, tipo Y8.

En forma conjunta con la entidad provincial se definirá:

- El modo más eficiente de organizar el proceso de selección y separación de residuos urbanos y el destino de residuos no utilizados para el proceso.
- Hitos a cumplimentar y políticas de reinversión para activar los desarrollos complementarios.
- Programa y plazos para la autonomía operativa y administrativa.
- Presentación y gestión ante organismos internacionales para encuadrar el emprendimiento como promotor de la protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

### Ventajas para la provincia

- Reducción del 30% en el tratamiento de los residuos urbanos ya que estos serán la materia prima de la planta.
- Marcar un hito en el desarrollo provincial como precursora en el país de actuar en defensa del medio ambiente.
- Mejora en calidad de vida al organizar y proveer equipamiento a una actividad de cirujeo que hoy por su naturaleza es fuente de riesgo para la salud y de segregación social

## **2. Cruz del Norte Industrial y Minera S.A.**

Cruz del Norte Industrial y Minera S.A. (CNIMSA) es una empresa argentina propietaria y operadora de una Planta Industrial en Caimancito, Provincia de Jujuy.

CNIMSA es una empresa industrial que desarrolla tecnología para la producción de productos Eco-Bio-Combustibles, basados en conocimientos tecnológicos y desarrollos de ingeniería propios, aplicados a procesos probados internacionalmente. Esta actividad se realiza en la planta de caimancito, donde también se han implementado procesos de refinación atmosférica de petróleo y producción de biodiesel a partir de aceites vegetales.

Para el caso de Eco-Bio-Combustibles, a partir de una bien probada tecnología, la biomasa y distintos residuos urbanos e industriales, son convertidos en combustibles equivalentes a los obtenidos del petróleo, pero más amistosos con el medio ambiente, siendo asimismo económicamente competitivos con los combustibles fósiles.

La tecnología de pirólisis-gasificación, que se realiza en condiciones de ausencia de oxígeno a baja presión y alta temperatura, convierte la biomasa y los residuos seleccionados en Eco-Bio-Combustibles obteniéndose productos que, dependiendo del grado de refinación que se aplique, pueden ser utilizados como combustibles para equipos de generación de energía eléctrica, automotores, tractores y/o motores estacionarios. Conjuntamente con la producción de líquidos, el proceso genera una pequeña proporción de carbón, que puede ser utilizado en forma directa o industrializado para un amplio espectro de usos.

### **2.1. Planta Caimancito – Origen y Evolución**

La Planta Caimancito fue construida y operada por Gas del Estado y formó parte del complejo Gasoducto Norte, para el tratamiento y transporte de gas

desde los yacimientos de la cuenca noroeste argentina y desde la República de Bolivia. La planta en su diseño original procesaba el gas natural de los yacimientos del norte argentino, produciendo propano, butano y gasolina. La capacidad de procesamiento de gas natural era superior al millón de metros cúbicos por día.

Al completarse el proceso de privatización de Gas del Estado en 1992, conformando ocho empresas distribuidoras y dos empresas de transporte de gas natural, la Planta pasó a ser parte integrante de Transportadora de Gas del Norte(TGN), que la mantuvo sin operar al haberse agotado la producción de gas de los yacimientos próximos a la planta.

En 1997, a partir de la compra de la Planta Caimancito a TGN, se realizó la reingeniería y reconversión de la misma para operarla como destiladora de petróleo, obteniéndose a partir de crudos de la cuenca noroeste distintos cortes de solventes y gasoil.

Durante el año 2000 se construyó la planta de biodiesel, en el mismo predio y utilizando servicios comunes, con una capacidad instalada de 15.000 litros diarios y que estuvo en operación durante el año 2001, procesando principalmente aceite de soja.

Ya desde el año 1997 se inició un proceso de inversión en equipamiento y desarrollo tecnológico, para ampliar la matriz de producción de combustibles, con orientación al uso de energías alternativas de base renovable. Se seleccionó como pauta de desarrollo un proceso de Pirólisis de Biomasa, construyéndose la planta de Pirólisis P3, en 1999. La tecnología inicial fue provista por la Universidad de Hamburgo de Alemania, a la que se le incorporaron aportes propios de ingeniería para lograr un proceso más representativo del tipo, características y disponibilidad de las materias primas disponibles localmente. La empresa continuó estudiando y adaptando esta tecnología a partir de la incorporación de novedades y mejoras presentadas en congresos internacionales de la materia y a partir de visitas a distintas plantas y laboratorios dedicados a pirólisis y gasificación, en Alemania, Suiza, Holanda, Inglaterra, España, Noruega, Austria y Francia.

La planta de pirólisis P3 fue así ampliada, mejorada y complementada con otros equipos que han permitido alcanzar un proceso de pirólisis de operación suave y estable, de alto rendimiento, con excelentes condiciones de seguridad operativa. Todo esto ha permitido determinar que el actual proceso de pirólisis en Caimancito, sea una eficaz herramienta para reducir el volumen de los basurales de residuos urbanos y reciclar distintos tipos de residuos tanto urbanos como industriales. Complementando con el aporte de biomasa generada en variadas actividades productivas, se ha logrado establecer un proceso de producción de Eco-Bio-Combustibles por Pirólisis-Gasificación,

tecnológica y económicamente competitivo y con productos resultantes potencialmente sustitutivos de los combustibles fósiles.

El más reciente desarrollo de energía renovable implementado en la planta, fue el desarrollo de la ingeniería y construcción de un equipo gasificador de madera residual (aserrín, viruta, podas), que ha permitido sustituir el uso de gas natural, de GLP o de gasoil en los procesos, lo cual contribuye significativamente a la optimización de costos y, en su escala, a disminuir la dependencia de combustibles fósiles. Recientemente se han construido otros tres gasificadores de madera, dos de los cuales calientan el horno de un destilador atmosférico y el otro es un pequeño equipo demostrativo del proceso.

Otro aspecto destacable de la actividad desarrollada es que, en función del carácter ecológico y no contaminante del proceso de pirólisis, esta planta fue habilitada por la Dirección Provincial de Medio Ambiente y Recursos Renovables de Jujuy, como procesadora de residuos del tipo Y8, que comprende aceites industriales, de cárter y otros, catalogados como Residuos Peligrosos por la Ley Nacional del Medio Ambiente.

El desarrollo de la ingeniería y tecnología de los procesos implementados en la planta de pirólisis de Caimancito permite procesar eficientemente productos muy diversos, como pueden ser los fondos de tanques de petróleo, barros empetrolados de piletas, aserrín y otros residuos de aserraderos, aceites industriales, aceites y residuos grasos de restaurantes, porotos de descarte de soja y otras oleaginosas, PET, PVC, neumáticos, etc.

### **3. Descripción del producto**

El producto a obtener de la planta de Pirólisis es aceite de pirólisis, o simplemente crudo de pirólisis. Un combustible similar al fuel oil de petróleo, pero de mejores características, ya que para una misma capacidad calórica, es de más fácil manipuleo al tener una densidad de 0,84-0,89 gr/cm<sup>3</sup>, frente al fuel oil de petróleo que tiene una densidad de 0,95-0,98 gr/cm<sup>3</sup>, es de mucha menor viscosidad, no contiene azufre, cloro, ni otros potenciales contaminantes, habituales en combustibles fósiles provenientes de petróleo diferentes a los petróleos “dulces” producidos en la Argentina.

Comercialmente el crudo de pirólisis se asemeja al producto denominado “70/30”, que es un mezcla de 70% de fuel oil de petróleo y 30% de kerosene. Esto hace al producto de menor densidad y mucha menor viscosidad, lo cual permite que sea utilizado como combustible directo en un gran número de calderas y motores diesel, mientras que el fuel oil de petróleo directo habitualmente no es apropiado para este servicio.

Debido a la crisis energética, que genera restricciones en la disponibilidad de gas natural y gas oil y que afecta significativamente a la generación eléctrica y a la extensa matriz de uso agrícola del gas oil, Argentina está importando importantes y crecientes volúmenes de fuel oil y gas oil. La presencia de azufre, contaminante habitual en el fuel oil importado, genera un gran riesgo ecológico pues su descarga a la atmósfera puede producir la perniciosa lluvia ácida.

El crudo de pirólisis puede, tal como se realiza con el petróleo, destilarse en un equipo apropiado, obteniéndose un 20 a 25% de nafta solvente, aproximadamente un 5% de fuel oil pesado como fondo de destilación y un corazón de 70 a 75% de gasoil, apropiado para uso en automotores, camiones, maquinaria agrícola y motores estacionarios.

De la etapa de pirólisis se obtiene también hasta un 5% de carbón o carbonilla, útil como fertilizante, para elaborar carbón activado o para ser utilizado directamente como combustible sólido.

Para este proyecto no se destilará el Crudo de Pirólisis, por lo que el producto a comercializar es el *Aceite Crudo de Pirólisis*, que permite ser utilizado como combustible directo en un gran número de calderas y motores diesel.



## **V. ESTUDIO DE MERCADO**



## 1. Competidores

La competencia por la venta del crudo de pirólisis no existe en cuanto a la tipología de origen del producto, pero en cuanto a su uso proviene de las compañías petroleras y/o sus distribuidoras.

En Argentina existen ocho refinерías distribuidas entre: YPF, ESSO, Shell, Refinor y Petrobras. Tienen una capacidad total de refinación de 673.000 barriles por día (106.900 m<sup>3</sup> por día), siendo esta la capacidad de refinación nacional.

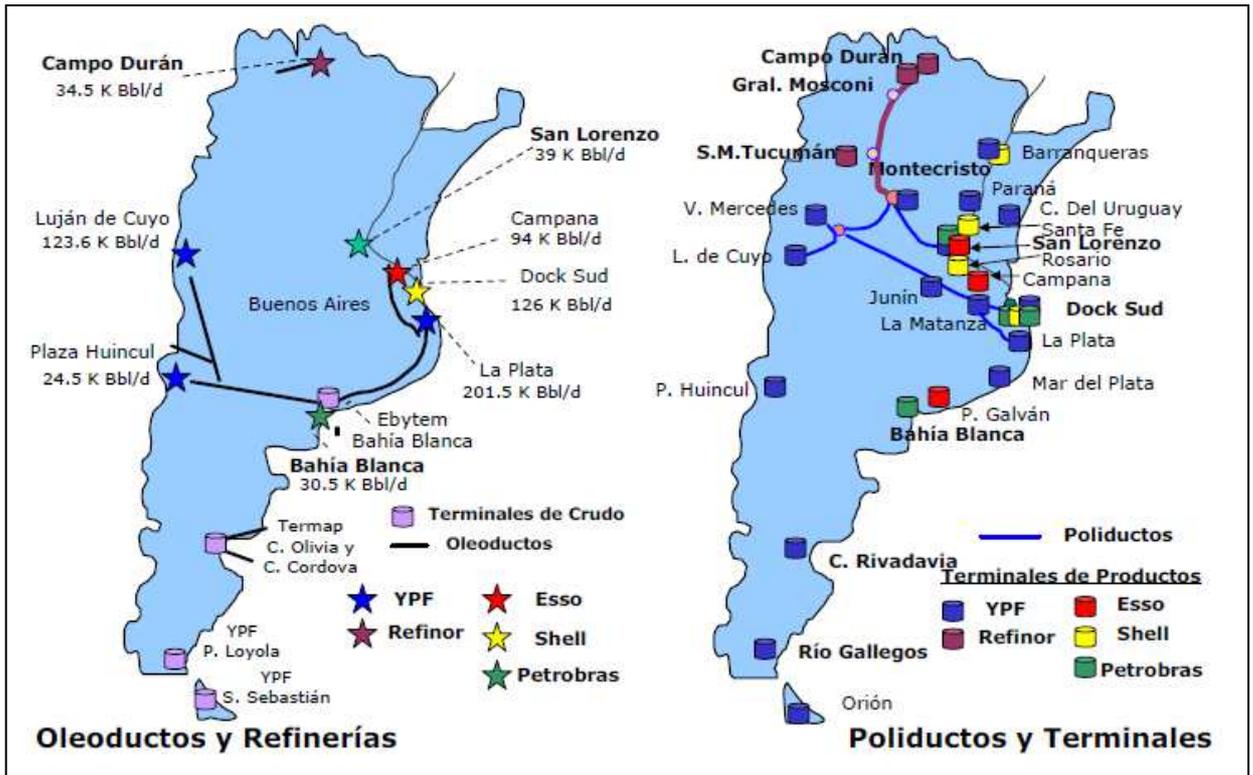


Figura 5. Oleoductos y refinерías de Argentina. Fuente: Petrobras argentina

Como se puede observar en el mapa, la mayor concentración se encuentra en la Provincia de Buenos Aires y de Santa Fe.

Los despachos de fuel oil de las compañías petroleras se hacen casi en su totalidad desde las refinерías o sea, desde Dock Sud (Shell) o La Plata (YPF), en la Provincia de Buenos Aires, Luján de Cuyo (YPF) en la Provincia de Mendoza, San Lorenzo (Petrobras) en la Provincia de Santa Fe o Campo Durán (Refinor) en la Provincia de Salta y en algunos casos desde depósitos cercanos a los puertos fluviales o marítimos.

Las ventas al mercado interno, las cuales engloban a Bunkers, Mercado y Usinas están distribuidas de la siguiente manera, siendo YPF desde Lujan de Cuyo la que representa el mayor volumen en los últimos años.

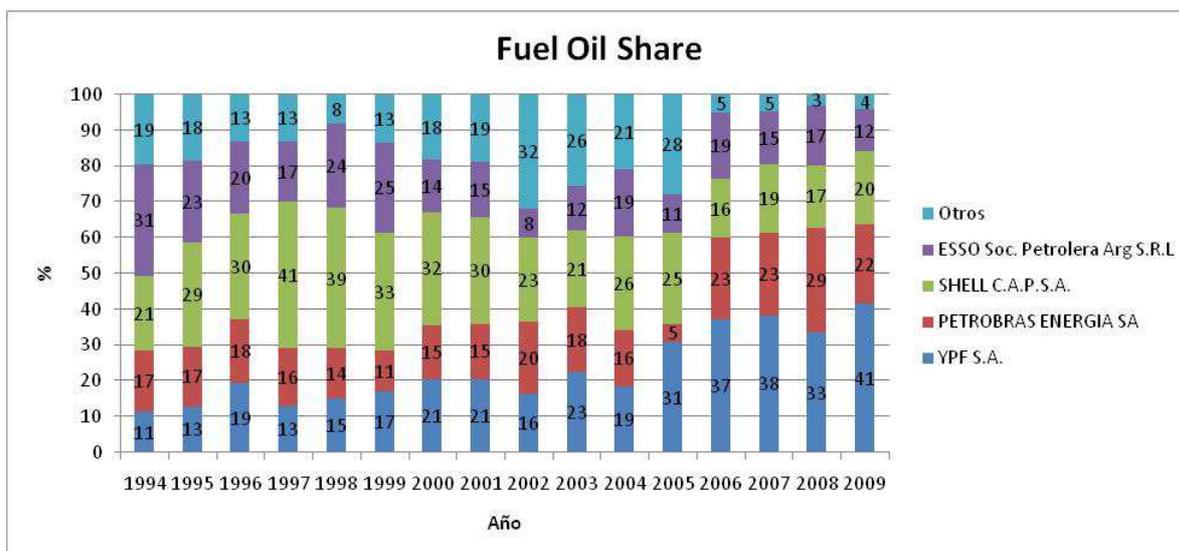


Figura 6. Fuel oil share

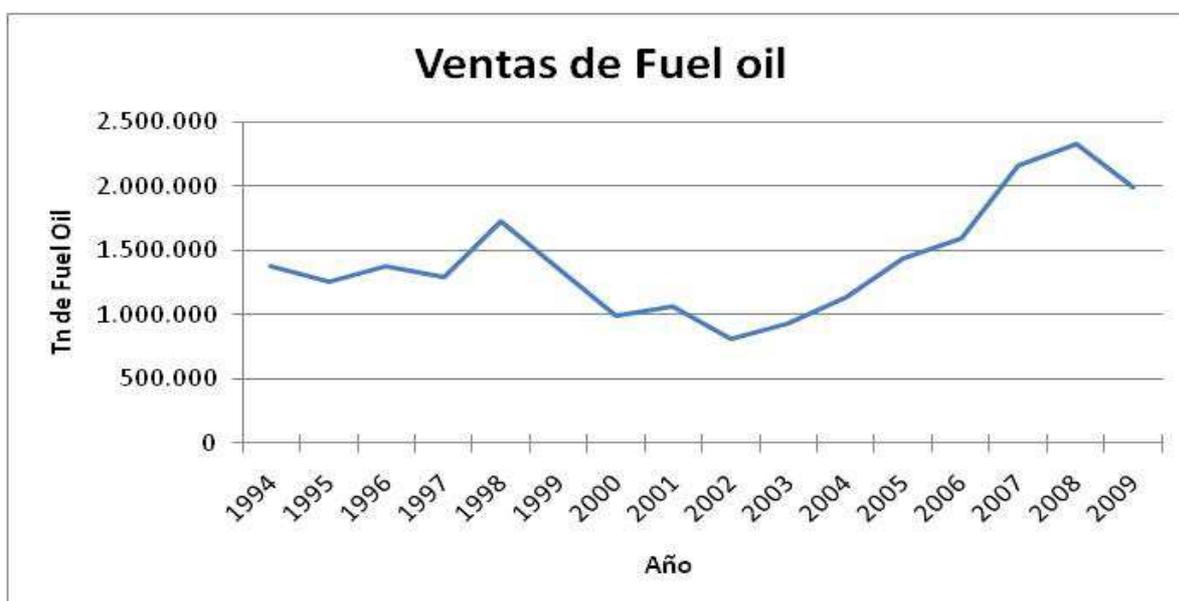


Figura 7. Ventas de fuel oil

La importación de fuel oil en Argentina es prácticamente nula por parte de las refinерías (más adelante se detalla la importación por parte de CAMMESA). Por otro lado, los niveles de exportación se fueron incrementando en los últimos años, siendo éstas de aproximadamente un 40% de la elaboración.



Figura 8. Exportación e importación

## 2. Proveedores

La planta industrial propuesta tiene una capacidad de proceso de 36 toneladas diarias de biomasa y residuos, para obtener 27 Toneladas diarias de crudo de pirólisis, que por sus características es un fuel oil de superior calidad al obtenido de la destilación atmosférica de petróleo.

Los materiales que se podrán procesar son, entre otros:

- PET, PVC, polietileno, poliestireno, acrílicos y otros plásticos a partir de residuo sólidos urbanos (RSU).
- Aserrín, virutas, recortes de aserraderos: podas de árboles, pasto de desmalezado, cajones, pallets, maderas de demolición.
- Aceites usados de cárter de autos, camiones, ómnibus, fábricas, estaciones de servicio.
- Papeles, cartones trapos sucios con aceites y grasas de estaciones de servicio.
- Aceites y grasas domiciliarias, de restaurantes, de frigoríficos y mataderos.
- Residuos de plantas procesadoras de aves.
- Fondos de tanques de petróleo y combustibles.
- Neumáticos.

La materia prima para alimentar la planta provendrá de:

- Residuos sólidos urbanos, a partir de la instalación de la línea de separación de residuos en el vertedero, de forma conjunta con el gobierno provincial.
- Residuos de madera, esencialmente de los aserraderos (aserrín, virutas, recortes, etc.) antes de ser quemados o llevados a los vertederos.
- Recepción de aceites lubricantes usados, los aceites de cocina y grasas usados, etc. Asimismo se recibirán de las industrias, estaciones de servicio, talleres de lubricación, etc. los aceites lubricantes usados y otros residuos.
- Recepción en planta de neumáticos usados.
- Recepción de otros residuos de plantas industriales y empresas petroleras de la zona, preferentemente segregados en origen, en plásticos, cartones y papeles, metales y maderas, pallets y cajones.

En capítulos posteriores se detalla el funcionamiento de la planta de separación de donde se obtendrá la materia prima a utilizar en la planta de pirólisis.

## **2.1. Aceites**

Los aceites a utilizar en la Planta de Pirólisis pueden clasificarse en dos grupos de acuerdo al origen.

### **2.1.1. De origen vegetal**

Recientemente, en septiembre de 2009, se sancionó la Ley 3166 de regulación, control y gestión de aceites vegetales y grasas de frituras usados (AVUs). Esta promueve el desarrollo de emprendimientos que tengan por finalidad el reciclado de dichos AVUs para usos no alimenticios con la finalidad de prevenir la contaminación y preservar el ambiente y la salud.

Establece como generadores de AVUs a:

- Comedores de hoteles.
- Comedores industriales.
- Restaurantes.
- Confiterías y bares.
- Restaurantes de comidas rápidas.
- Supermercados con elaboración propia de comidas preparadas.
- Establecimientos alimenticios en cuyos procesos se elaboren alimentos con fritura.

- Empresas de Catering de manufactura en establecimiento propio o de terceros.
- Rotiserías.

De esta manera, se obliga a los generadores asegurar la disposición final de los aceites, siendo la Planta de Pirólisis capaz de entregar el certificado de disposición final requerido.

De acuerdo a la Secretaria de Medio Ambiente de San Luis, no se encuentra cuantificada la cantidad de toneladas de aceites que requieren de tratamiento. Siendo tan amplio el grupo de generadores y ante la falta de planta de tratamiento en Villa Mercedes, se espera un nivel suficiente de materia prima.

### 2.1.2. De origen mineral

En cuanto a los aceites industriales, como se puede observar en el gráfico, el nivel de consumo fue aumentando en los últimos 5 años en la Provincia de San Luis.

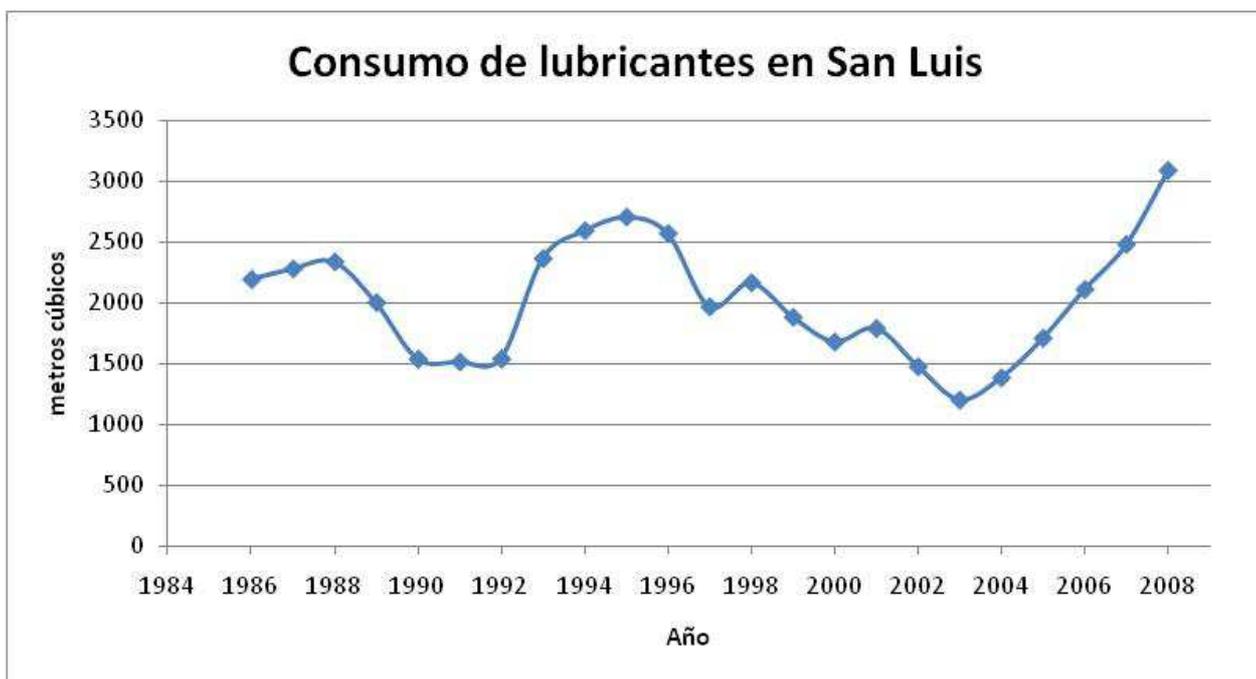


Figura 9. Consumo de lubricantes

El centro de tratamiento de aceites más próximo a Villa Mercedes es una empresa llamada Ecochem S.A., que está ubicada en San Luis capital, es decir, a 100 km de distancia.

Como es un mercado del cual no se tiene mucha información, se contempla la posibilidad de realizar el proyecto con ausencia de aceites. El Proceso de Pirólisis (si bien mejora la calidad del producto) puede prescindir de los aceites y realizarse sólo con los residuos seleccionados. De todas maneras, se espera alcanzar las cantidades óptimas con los aceites producidos en el parque industrial de Villa Mercedes.

### 3. Sustitutos

Tomando en cuenta que el mercado consumidor es el de las usinas generadoras de electricidad y empresas que utilizan fuel oil para abastecer las calderas, se puede considerar como producto sustituto el gas natural, combustible también utilizado para este propósito.

Ante la escasez de gas natural y la prioridad que existe para satisfacer el consumo domiciliario sobre la generación eléctrica, se presenta la necesidad de conseguir un combustible alternativo. Tanto la elaboración como la importación de gas natural permanece constante durante el año, mientras que el consumo domiciliario presenta un comportamiento estacional. Durante el invierno, la necesidad de mantener los hogares calefaccionados hace que el nivel de consumo aumente dejando sin combustible suficiente a las usinas generadoras de electricidad.

Como se observa en el siguiente gráfico, el fuel oil utilizado aumenta de manera significativa durante el invierno, inversamente proporcional al gas natural.

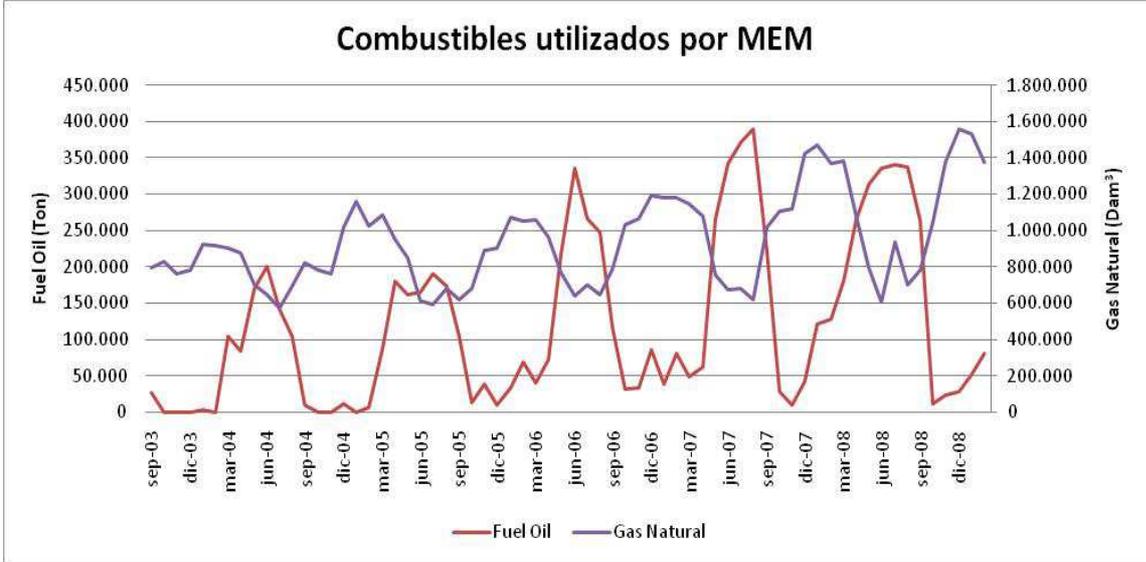


Figura 10. Utilización de combustibles. Fuente CAMMESA

#### 4. Consumidores

El mercado consumidor de fuel oil en Argentina está formado por las centrales generadoras de electricidad y diversas empresas que utilizan fuel oil para sus calderas y hornos.

Si bien la elaboración local de fuel oil es suficiente para abastecer la demanda de las usinas, en los últimos 10 años un promedio total de 2,3% de la elaboración fue destinado a ese propósito. Las empresas optan por exportar el fuel oil, mientras que CAMMESA importa una proporción similar de Venezuela para las generadoras eléctricas. Cabe destacar que el fuel oil importado es de peor calidad que el que se elabora localmente ya que éste contiene mayor cantidad de azufre.

Según información publicada por CAMMESA, 1,9 millones de toneladas de fuel oil se consumieron en el año 2007 para generar energía eléctrica, mientras que en el 2008 se emplearon 2,43 millones para el mismo fin. Si se toma la elaboración local de esos mismos años (2007 y 2008) se puede observar que es de 4,26 y 4,71 millones de toneladas respectivamente. De dichas cifras, sólo se destinaron para las usinas 294.425 toneladas en el 2007 (máxima valor de los últimos 10 años) y tan sólo 6.850 toneladas en el 2008.

En conclusión, prácticamente un 100% de la necesidad de fuel oil para destino eléctrico es importado, lo cual no presenta signos de revertirse.

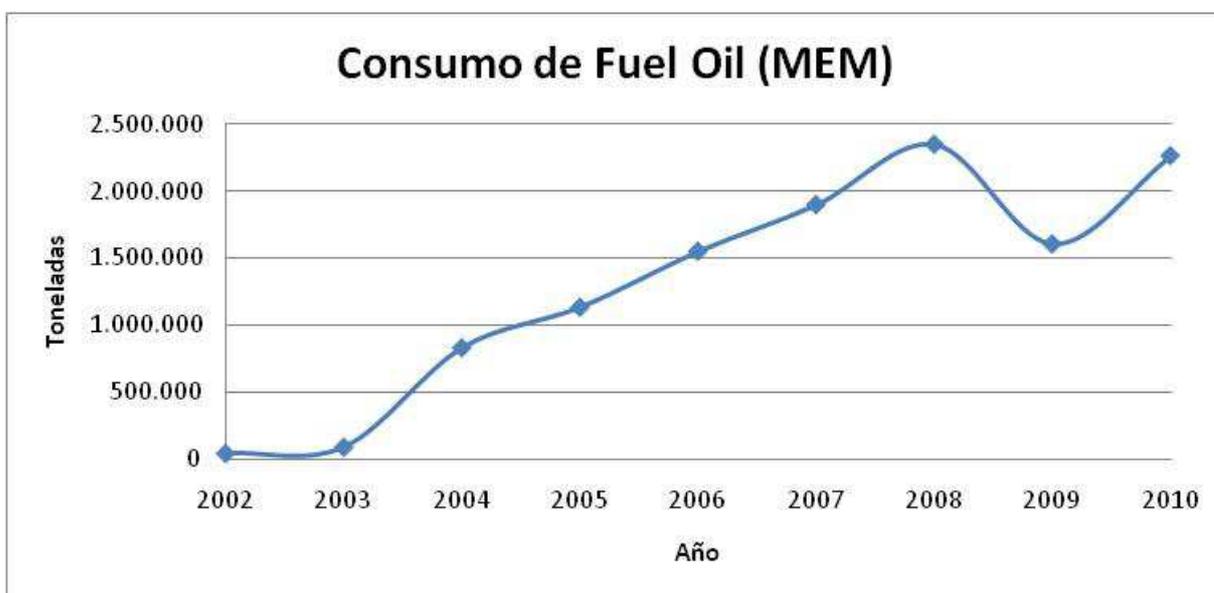


Figura 11. Fuel oil consumido por el mercado eléctrico. Fuente: CAMMESA

Por este motivo, y por el volumen que manejan, no se tomará como mercado a abastecer el de las usinas, sino que sólo se proveerá de fuel oil a empresas.

Como alternativa futura, existe la posibilidad de realizar exportaciones a Chile. Estas resultan atractivas debido al mayor precio que se puede obtener, ya que en ese país los precios de los combustibles tienen una referencia directa con los precios internacionales, hoy muy superiores a los del mercado interno argentino. En este proyecto no se evalúa dicha posibilidad debido a la incertidumbre que genera la exportación y los riesgos que eso trae.

## 5. Segmentación del mercado

Al estar la demanda de fuel oil por parte de las centrales eléctricas satisfecha por las importaciones, el mercado inmediato a atender con la producción de la Planta de Pirólisis será el de las empresas locales y de provincias aledañas que utilizan fuel oil para abastecer las calderas y hornos, a las que se les venderá el crudo de pirólisis en su carácter de fuel oil. Las numerosas plantas agroindustriales, mineras, etc. del centro y noroeste del país que utilizan fuel oil en sus calderas y que están alejadas de los gasoductos que abastecen de gas natural.

El volumen de ventas proyectado para la planta, de 7.400 Tn/año equivale a 0,37% del consumo total argentino de fuel oil, que en el año 2009 fue de 2.000.337 toneladas.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, el mayor nivel de consumo de fuel oil en Argentina corresponde a Capital Federal y Gran Buenos Aires, siendo Santa Fe y Salta las provincias que le siguen en cantidad.

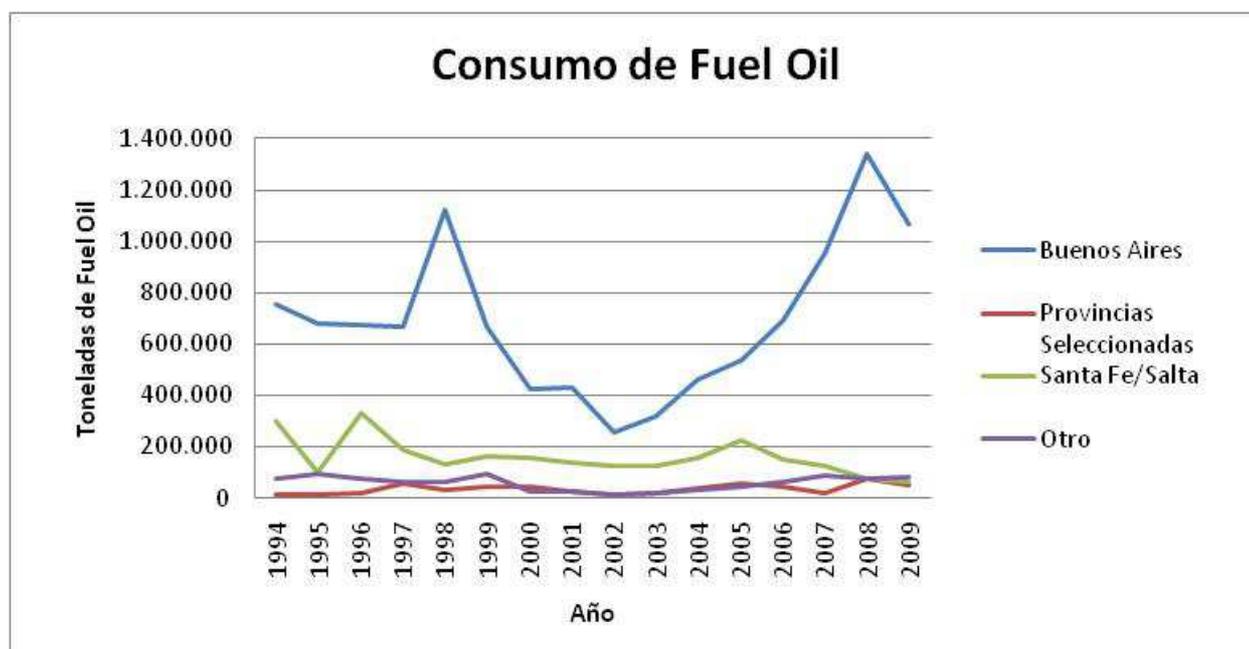


Figura 12. Consumo de fuel oil segmentado. Fuente: Secretaría de Energía

Dichas provincias son aquellas en donde se encuentran las refinerías: Dock Sud o La Plata, en la provincia de Buenos Aires, San Lorenzo en la provincia de Santa Fe, Campo Durán en la Provincia de Salta.

El volumen total del mercado de combustibles ha crecido sostenidamente en los últimos años pero ha sido mucho más significativo el cambio en su composición, con una firme penetración del uso de GNC en automóviles, desplazando naftas, el incremento relativo del consumo del gas oil, soportado por la mayor actividad agropecuaria y el reingreso al mercado del fuel oil, principalmente por la menor disponibilidad de gas natural, situación que no presenta signos de reversión para el futuro.

La demanda de energía de la industria y los altos costos del petróleo y los combustibles livianos asociados, han revitalizado el uso y valor del fuel oil, convirtiéndose en un producto cuya demanda se ve incrementada año a año.

Como se puede observar en la sección de localización, la planta se establecerá en la provincia de San Luis, y se les venderá el fuel oil producido a aquellas que limitan con la provincia y que no poseen refinerías, es decir, Córdoba, San Juan, La Pampa y La Rioja. De esta manera se lograría ser competitivo en cuanto a la cercanía. De las provincias mencionadas, las más significativas en cuanto al consumo son Córdoba y San Juan.

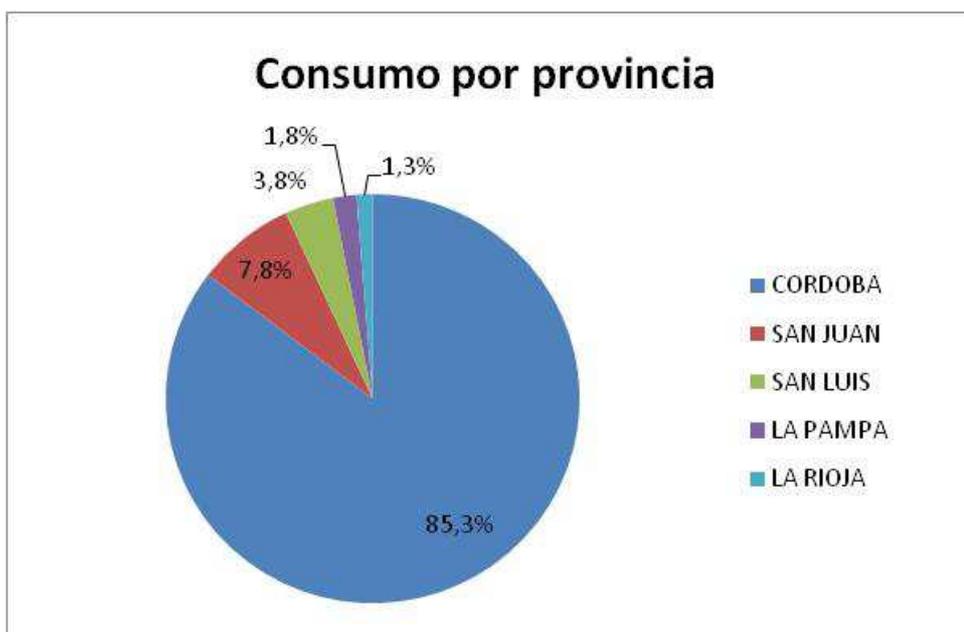


Figura 13. Consumo de fuel oil por provincia. Fuente: Secretaría de Energía

Como se puede observar en el gráfico, Córdoba es la principal provincia del mercado, lo cual es de esperarse por su extensión y desarrollo.

Las empresas que tienen mayor incidencia dentro del mercado seleccionado son Petrobras, YPF y ESSO en proporciones similares, ya que son las que se encuentran más próximas.

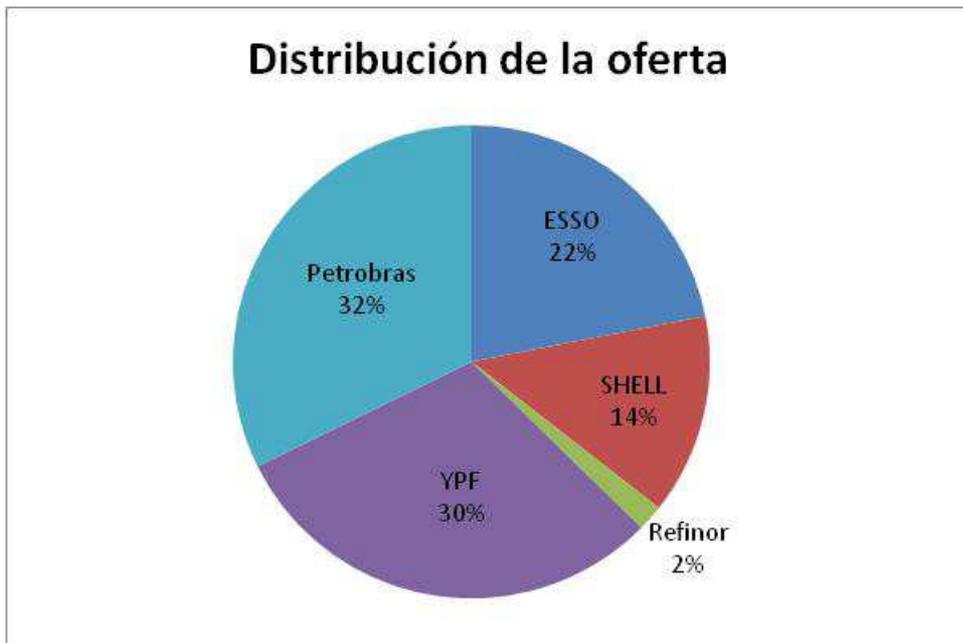


Figura 14. Distribución de la oferta. Fuente: Secretaría de Energía

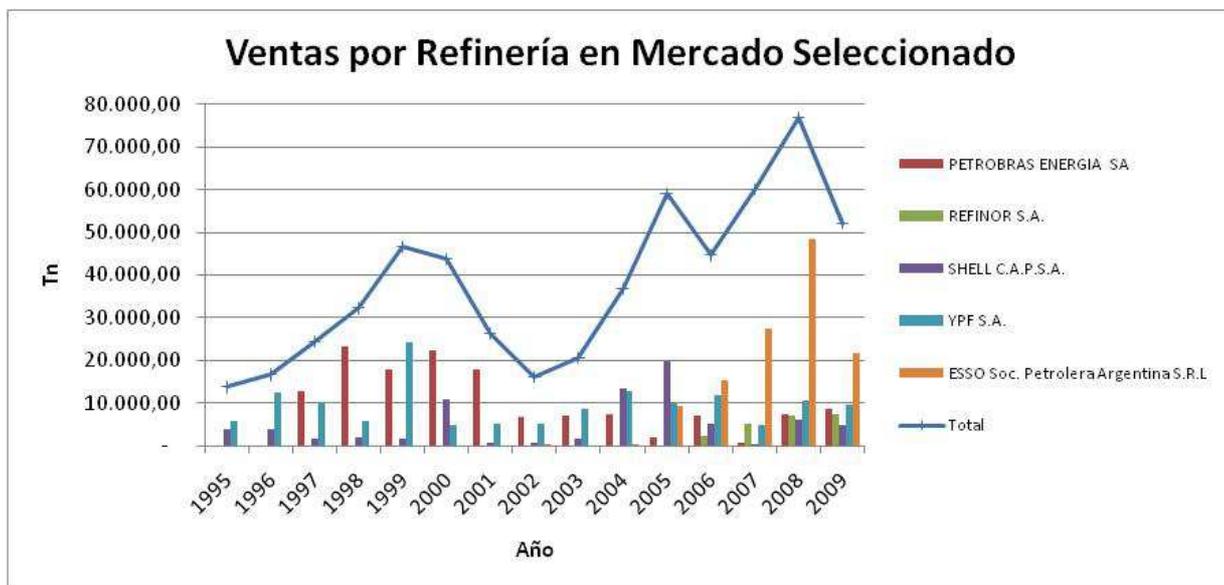


Figura 15. Ventas por Refinería. Fuente: Secretaría de Energía

## 6. Proyección de la demanda

Para poder determinar el consumo de fuel oil se realiza una proyección realizando una regresión lineal múltiple.

A continuación se encuentran los datos de demanda de las provincias a las que se le venderá el fuel oil producido en la planta de pirolisis desde 1994.

| Año  | Demanda (Tn) |
|------|--------------|
| 1994 | 10.918,0     |
| 1995 | 13.768,0     |
| 1996 | 16.607,0     |
| 1997 | 24.365,0     |
| 1998 | 32.235,0     |
| 1999 | 46.580,0     |
| 2000 | 43.745,0     |
| 2001 | 26.306,0     |
| 2002 | 16.200,0     |
| 2003 | 20.587,7     |
| 2004 | 36.791,2     |
| 2005 | 59.031,8     |
| 2006 | 44.645,3     |
| 2007 | 60.082,0     |
| 2008 | 76.839,5     |
| 2009 | 52.011,0     |

Tabla 5. Fuente: Secretaría de Energía

Utilizando proyecciones realizadas por la IMF, International Financial Statics, se intenta estimar la Demanda. Se tomaron como posibles variables:

- Demanda de fuel oil del período anterior
- PBI Real (\$)
- Población

Luego de realizar los análisis correspondientes, se llega a la conclusión que la variable independiente que devuelve un modelo que mejor responde a la realidad es:

- X: PBI Real

Siendo el PBI, proyectado a partir del 2011:

| Año  | PBI (millones de pesos) |
|------|-------------------------|
| 1994 | 250.308                 |
| 1995 | 243.186                 |
| 1996 | 256.626                 |

|      |         |
|------|---------|
| 1997 | 277.441 |
| 1998 | 288.123 |
| 1999 | 278.369 |
| 2000 | 276.173 |
| 2001 | 263.997 |
| 2002 | 235.236 |
| 2003 | 256.023 |
| 2004 | 279.141 |
| 2005 | 304.763 |
| 2006 | 330.565 |
| 2007 | 359.170 |
| 2008 | 383.504 |
| 2009 | 386.705 |
| 2010 | 422.130 |
| 2011 | 447.467 |
| 2012 | 468.023 |
| 2013 | 487.673 |
| 2014 | 507.181 |
| 2015 | 527.470 |
| 2016 | 548.573 |

Tabla 6. Fuente: IMF, International Financial Statics

Realizando la regresión lineal, se obtienen los siguientes resultados:

| <i>Regression Statistics</i> |            |
|------------------------------|------------|
| Multiple R                   | 0,8804126  |
| R Square                     | 0,77512635 |
| Adjusted R Square            | 0,75782837 |
| Standard Error               | 9268,49199 |
| Observations                 | 15         |

Tabla 7: Estadísticas

Siendo,

Multiple R: Es la raíz cuadrada de  $R^2$  (coef. de determinación)

R Square:  $R^2$

Adjusted R Square:  $R^2$  ajustado

Standard Error: Desvío estándar estimado de las perturbaciones

Observations: Número de datos

Como se puede observar, el valor del  $R^2$  es de 0,77 lo que indica que existe una notable relación entre la demanda y la variable tomada en consideración.

A continuación se encuentra el cuadro denominado Análisis de varianza:

| ANOVA      |    |            |            |            |                |
|------------|----|------------|------------|------------|----------------|
|            | df | SS         | MS         | F          | Significance F |
| Regression | 1  | 3849421202 | 3849421202 | 44,8102407 | 1,4841E-05     |
| Residual   | 13 | 1116764269 | 85904943,7 |            |                |
| Total      | 14 | 4966185471 |            |            |                |

Tabla 8: Análisis de varianza

En este caso se utiliza sólo el PBI como variable independiente, por lo que el valor de F es igual al nivel de significación  $\alpha^*_1 = 1,48 \cdot 10^{-5}$ , el cual permite rechazar la hipótesis nula de  $\beta_1 = 0$ .

|              | Coefficients | Standard Error | t Stat      | P-value    | Lower 95%   | Upper 95%   |
|--------------|--------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Intercept    | -66146,2473  | 15738,9978     | -4,20269754 | 0,00103435 | -100148,285 | -32144,2099 |
| X Variable 1 | 354,689714   | 52,9858562     | 6,69404516  | 1,4841E-05 | 240,220731  | 469,158697  |

Tabla 9

El modelo que mejor responde a la relación es el siguiente:

$$Demanda = - 66146,2473 + 354,68 X$$

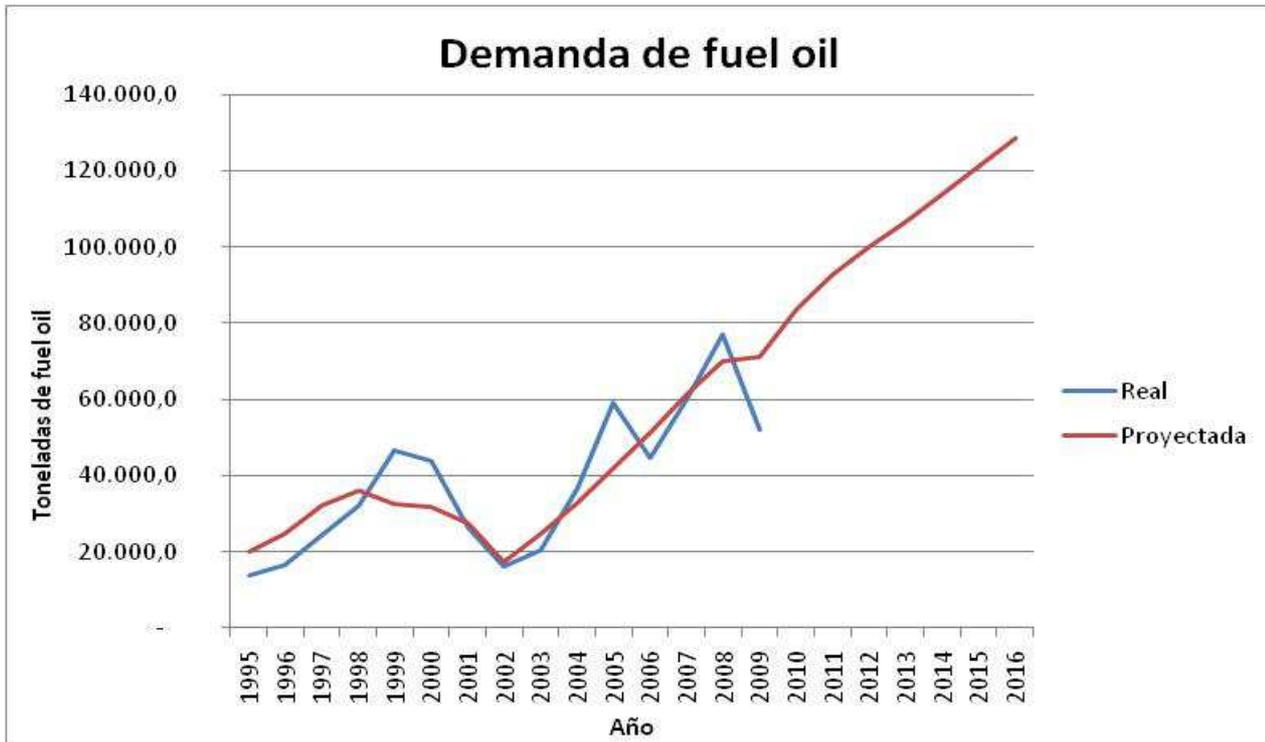


Figura 16. Proyección de demanda de fuel oil

Al tomar como variable el PBI, se proyecta un aumento sostenido de la demanda. Si bien la capacidad de la planta tiene un límite de procesamiento de 9.900 Tn/año de materia prima, esto nos indica un mayor mercado para poder ingresar más fácilmente.

## 7. Estrategia de precios

Para definir un precio que sea competitivo en el mercado, es necesario tener un conocimiento del precio histórico. A continuación se presenta un gráfico con la evolución mensual a partir de enero de 1994.

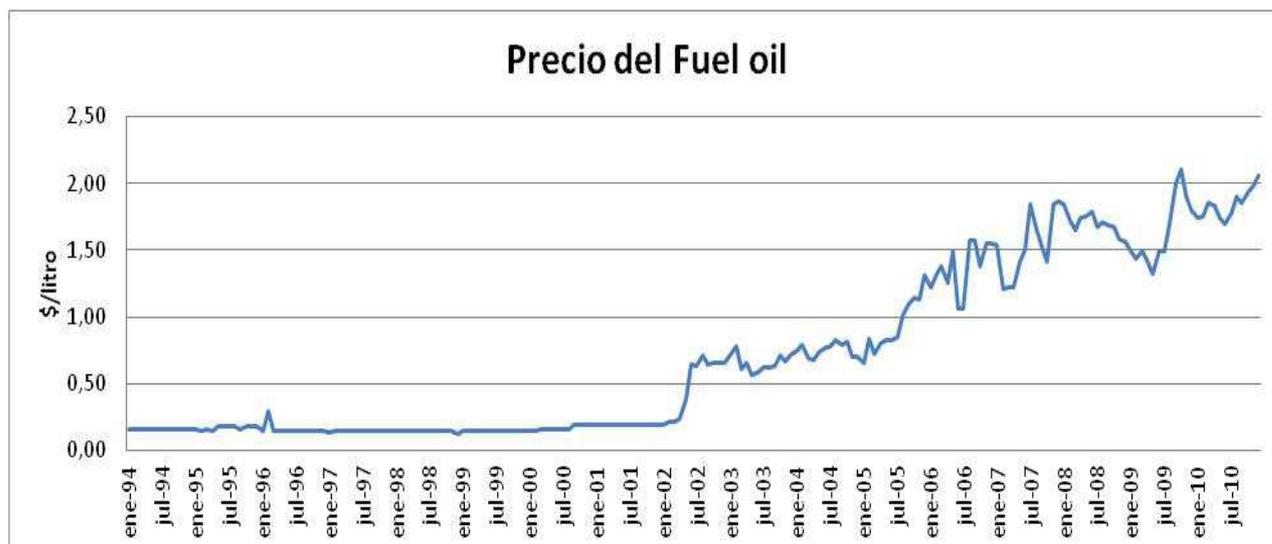


Figura 17. Precio del fuel oil histórico. Fuente: Secretaría de Energía

Los precios representados son los valores promedio en las distintas refinerías, es decir, no incluye el transporte hacia las distintas localidades. Se puede observar que el precio se mantuvo estable hasta mediados del 2002 en donde se duplica el valor. Este fenómeno ocurre ya que los precios expresados en el gráfico están en \$/litro y debemos recordar que los costos asociados a la producción de hidrocarburos son en dólares.

En enero de 2002 se pone fin a la convertibilidad, abandonando la paridad cambiaria uno a uno con el dólar, obteniendo los siguientes tipos de cambio:

| Año  | \$/US\$ |
|------|---------|
| 1994 | 1,00    |
| 1995 | 1,00    |
| 1996 | 1,00    |
| 1997 | 1,00    |
| 1998 | 1,00    |
| 1999 | 1,00    |
| 2000 | 1,00    |
| 2001 | 1,00    |
| 2002 | 2,30    |
| 2003 | 2,88    |
| 2004 | 2,92    |
| 2005 | 3,01    |
| 2006 | 3,14    |

|      |      |
|------|------|
| 2007 | 3,28 |
| 2008 | 3,40 |
| 2009 | 3,87 |
| 2010 | 3,94 |

Tabla 10: Fuente: IMF, International Financial Statics

Utilizando estos valores, se calculan los precios promedio año en año expresados en dólares:

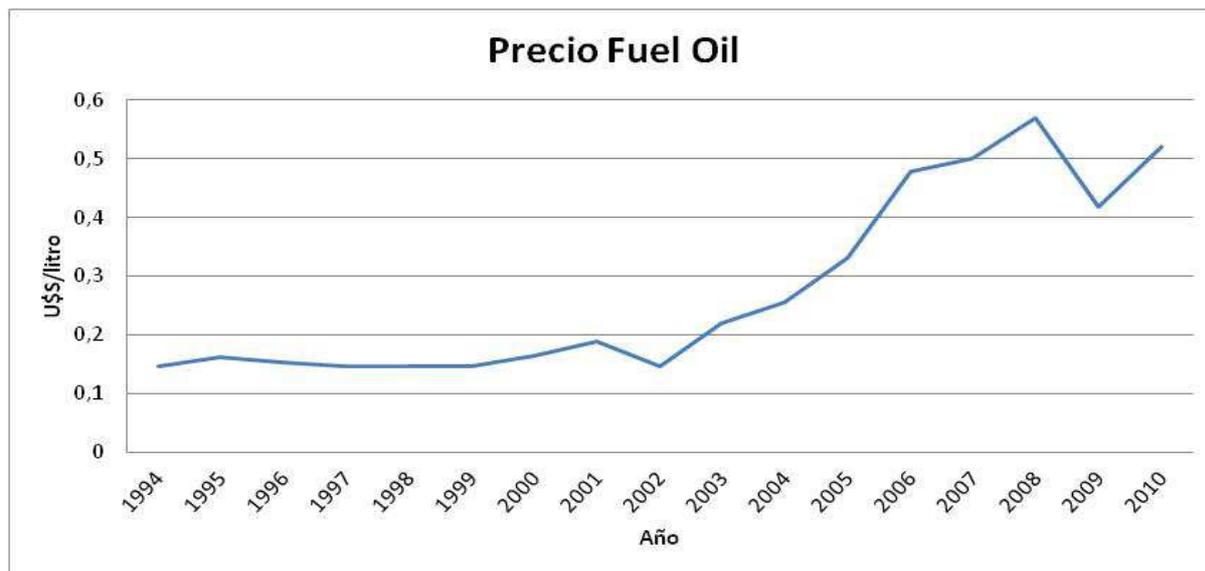


Figura 18. Promedio anual del precio del fuel oil. Fuente: Secretaría de Energía

En este gráfico se puede observar que la variación ocurrida en el año 2002 se vuelve mucho más armónica, pudiendo así explicar el salto de precio observado anteriormente. A continuación se presentan diferentes modelos para proyectar el precio. Los valores del precio del fuel oil se encuentran en U\$\$/litro, para realizar la conversión a US\$/Tn, se toma una densidad de 0,89 g/cm<sup>3</sup>.

### 7.1. Modelo Mean Reversion

Este modelo se utiliza para determinar el precio de commodities cuando no se identifica tendencia, estacionalidad y/o ciclos. Se parte del supuesto que los precios tienden a la media.

El análisis se divide en tres etapas:

- 1- Validación de la regla Random Walk
- 2- Identificación de la Distribución Probabilística del error
- 3- Aplicación del modelo de Mean Reversion

### 7.1.1. Validación de la regla Random Walk

Una serie de tiempo consiste en observaciones sobre una sola variable en puntos discretos en el tiempo, generalmente a intervalos iguales. El orden de las observaciones es una característica esencial de cada una de estas series. Se parte del supuesto que el valor de la variable en  $t$  es función del valor de la variable en  $t-1$  más un error, es decir:

$$Y_t = Y_{t-1} + E_t$$

$Y_t$ : Valor en  $t$

$E_t$ : Error aleatorio en  $t$

Para validar la regla Random Walk, debe existir una alta correlación entre  $Y_t$  e  $Y_{t-1}$  y debe tender a cero la correlación entre  $E_t$  y  $E_{t-k}$ .

Una vez realizados los cálculos correspondientes se obtiene:

correlación entre  $Y_t$  e  $Y_{t-1}$  : 0,99

correlación entre  $E_t$  y  $E_{t-k}$ : -0,09

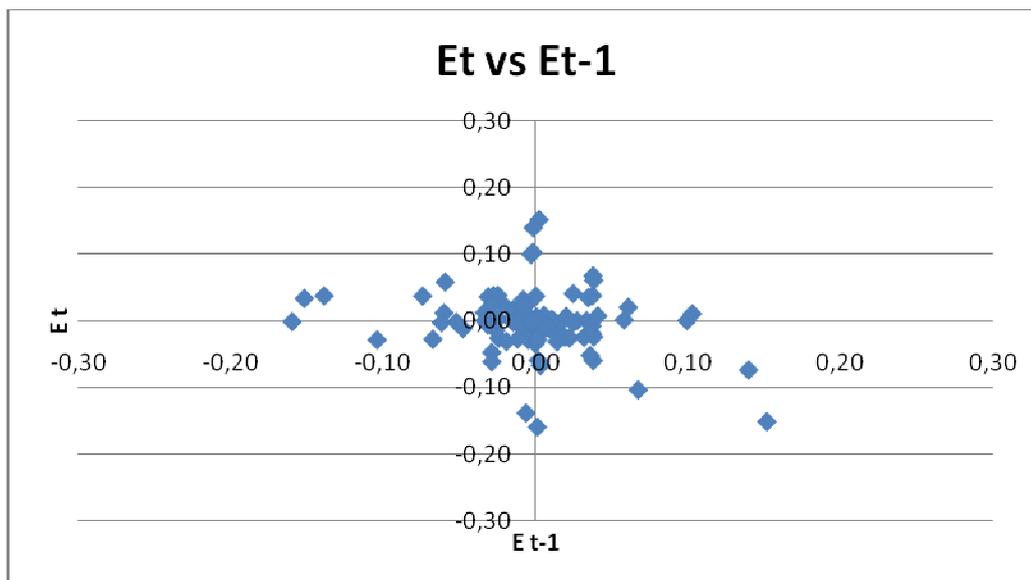


Figura 19. Correlación entre  $E_t$  y  $E_{t-1}$

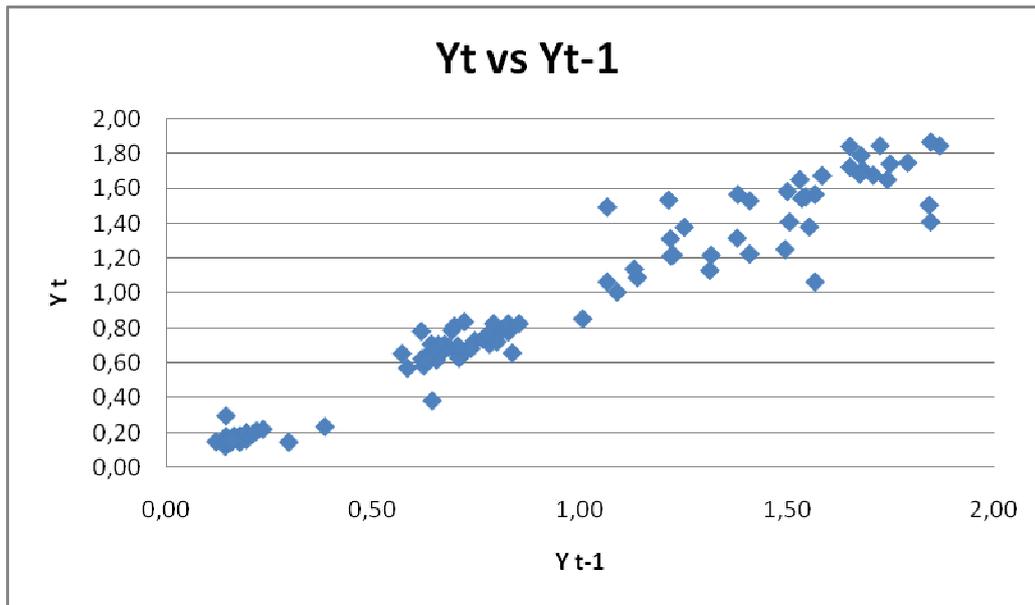


Figura 20. Correlación entre Yt y Yt-1

### 7.1.2. Identificación de la Distribución Probabilística del error

| Error(U\$S) | Frecuencia |
|-------------|------------|
| 0,6         | 0,00       |
| 0,5         | 1,00       |
| 0,4         | 1,00       |
| 0,3         | 0,00       |
| 0,2         | 10,00      |
| 0,1         | 24,00      |
| 0           | 130,00     |
| -0,1        | 10,00      |
| -0,2        | 2,00       |
| -0,3        | 1,00       |
| -0,4        | 1,00       |
| -0,5        | 1,00       |
| -0,6        | 0,00       |

Tabla 11: Distribución de frecuencia del error

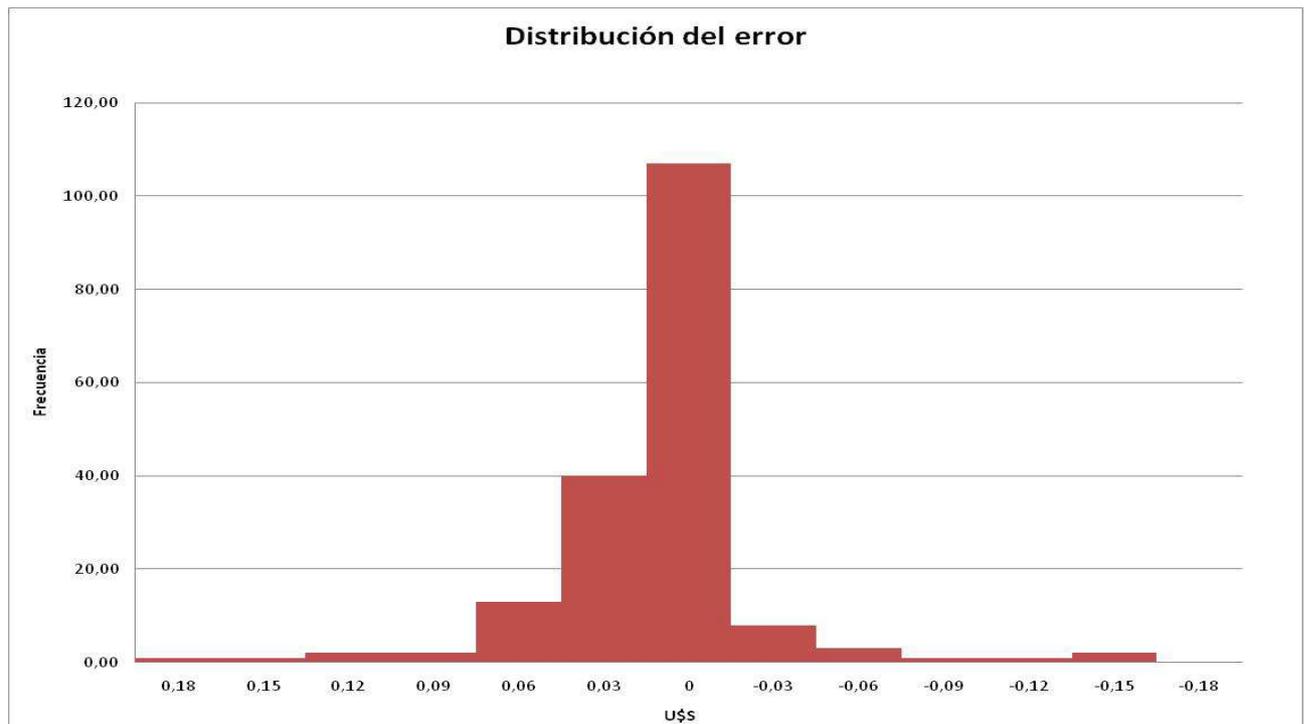


Figura 21. Distribución del error

Como se puede observar en el gráfico, el error tiene una distribución normal con media cero.

### 7.1.3. Aplicación del modelo de Mean Reversion

Este modelo se describe con la siguiente ecuación diferencial:

$$dy(t) = \eta(M - y(t))dt + \sigma dB(t)$$

Siendo,

M: Media

$\eta$ : velocidad de reversión

$\sigma$ : desvío estándar del error

El primer término indica el valor esperado de Y  $E(y)$  mientras que el segundo representa la varianza.

La solución de la ecuación diferencial nos da:

$$E[\psi(\tau)] = M + (y(0) - M) e^{-t\eta}$$

$$Var[\psi(\tau)] = \left( \frac{\sigma^2}{2\eta} \right) \times (1 - e^{-2t\eta})$$

La varianza crece durante un período de tiempo y luego se estabiliza.

La ecuación que describe el precio  $Y(t)$  es

$$Y_t - Y_{t-1} = a + b \times Y_{t-1} + E_t$$

Para estimar los parámetros que se utilizan para calcular los valores de la esperanza y varianza, se debe ejecutar la regresión  $(Y_t - Y_{t-1} ; Y_{t-1})$ . De esta manera obtenemos:

$$\eta = -\ln(1 + b)$$

$$\sigma = \sum E (\text{desvío estándar})$$

$$M = 0,36$$

$$\eta = 0,0498$$

$$\sigma = 0,04$$

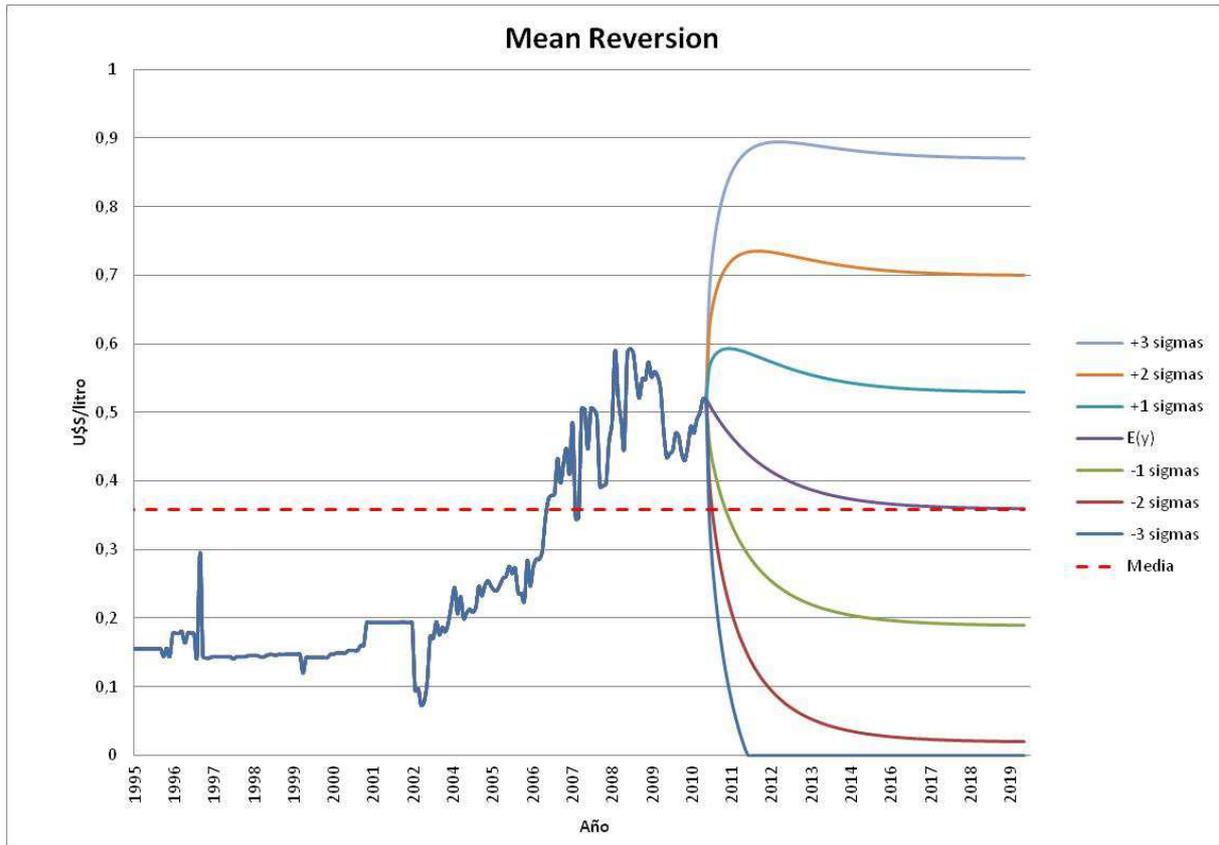


Figura 22. Proyección del precio de fuel oil

| Año  | Precio Fuel oil (U\$S/litro) | Precio Fuel oil (U\$S/Tn) |
|------|------------------------------|---------------------------|
| 2011 | 0,48                         | 539,4                     |
| 2012 | 0,43                         | 483,2                     |
| 2013 | 0,40                         | 449,5                     |
| 2014 | 0,38                         | 427,0                     |
| 2015 | 0,37                         | 415,8                     |
| 2016 | 0,36                         | 404,5                     |
| 2017 | 0,36                         | 404,5                     |
| 2018 | 0,36                         | 404,5                     |
| 2019 | 0,36                         | 404,5                     |
| 2020 | 0,36                         | 404,5                     |

Tabla 12: Proyección del precio del fuel oil

## 7.2. Regresión lineal simple

Al ser el fuel oil un derivado del petróleo, es lógico pensar que su precio está afectado por el precio del petróleo. Si volcamos ambos precios en un mismo gráfico, podemos observar a simple vista la presencia de una relación clara.

Los precios históricos del WTI fueron tomados del Instituto Argentino de Petróleo y Gas (IAPG), mientras que los datos utilizados del precio del fuel oil fueron obtenidos de la Secretaría de Energía, y son promedios anuales. Los valores publicados son los precios en puerta de cada refinería.

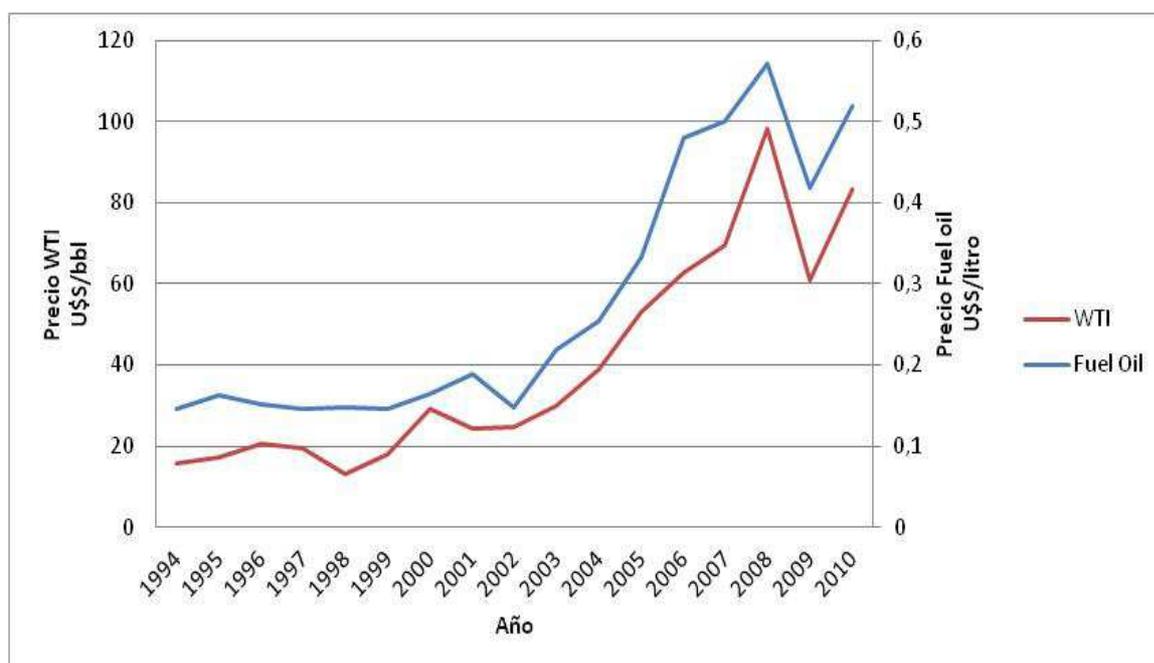


Figura 23. Precio WTI y Fuel oil

Una vez realizado en análisis de regresión, se confirma la relación entre las variables obteniendo los siguientes resultados:

| <i>Regression Statistics</i> |             |
|------------------------------|-------------|
| Multiple R                   | 0,979047371 |
| R Square                     | 0,958533754 |
| Adjusted R Square            | 0,955769338 |
| Standard Error               | 0,033158455 |
| Observations                 | 17          |

Tabla 13: Estadísticas

El valor del  $R^2$  es de 0,958 lo que confirma la relación entre ambos precios.

A continuación se encuentra el cuadro denominado Análisis de varianza:

| ANOVA      |    |             |             |             |                |
|------------|----|-------------|-------------|-------------|----------------|
|            | df | SS          | MS          | F           | Significance F |
| Regression | 1  | 0,381234797 | 0,381234797 | 346,7400073 | 8,86072E-12    |
| Residual   | 15 | 0,016492247 | 0,001099483 |             |                |
| Total      | 16 | 0,397727044 |             |             |                |

Tabla 14: Análisis de varianza

Como se está utilizando sólo una variable independiente, el valor de F es igual al nivel de significación  $\alpha^*_1 = 8,86 \cdot 10^{-12}$ , el cual permite rechazar la hipótesis nula de  $\beta_1 = 0$ .

|              | Coefficients | Standard Error | t Stat      | P-value     | Lower 95%   | Upper 95%   |
|--------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Intercept    | 0,042188743  | 0,014926432    | 2,82644517  | 0,012759902 | 0,010373805 | 0,07400368  |
| X Variable 1 | 0,005858472  | 0,000314617    | 18,62095613 | 8,86072E-12 | 0,005187882 | 0,006529063 |

Tabla 15

El modelo que mejor responde a la relación es el siguiente:

$$\text{Precio Fuel Oil} = 0,00586 X_1 + 0,04219$$

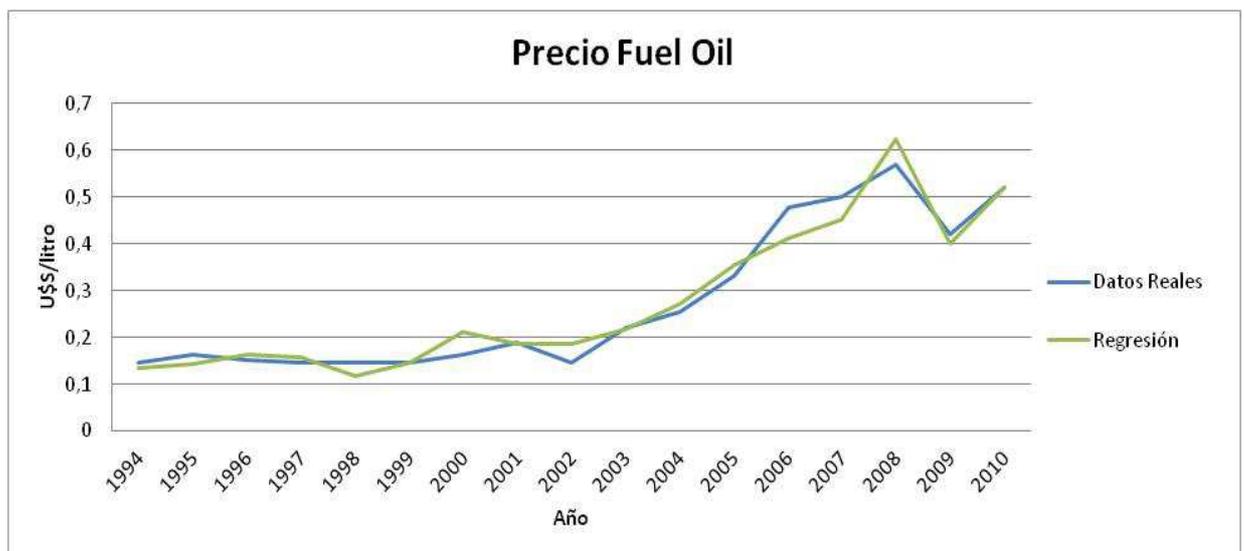


Figura 24. Precio del fuel oil

Para definir el precio del petróleo en los años de vida del proyecto se recurren a diferentes estimaciones. Por un lado, se toman valores proyectados a partir

de diversos supuestos, y por el otro se utilizan cotizaciones de futuros. En ambos casos se toman promedios anuales.

Los valores proyectados del precio del petróleo fueron obtenidos de estimaciones realizadas por J.P. Morgan. Los mismos están proyectados a partir del 2011.

| Año  | WTI        | Proyección Fuel Oil |           |
|------|------------|---------------------|-----------|
|      | (U\$S/bbl) | (U\$S/litro)        | (U\$S/Tn) |
| 2011 | 97         | 0,610               | 685,9     |
| 2012 | 99         | 0,622               | 699,0     |
| 2013 | 109        | 0,681               | 764,8     |
| 2014 | 111        | 0,692               | 778,0     |
| 2015 | 113        | 0,704               | 791,2     |
| 2016 | 112        | 0,698               | 784,6     |

Tabla 16: FUENTE: J.P. Morgan

En cuanto al valor de los futuros de petróleo, se utilizan los valores publicados por CME Group.

| Año  | WTI        | Proyección Fuel Oil |           |
|------|------------|---------------------|-----------|
|      | (U\$S/bbl) | (U\$S/litro)        | (U\$S/Tn) |
| 2011 | 97         | 0,610               | 685,9     |
| 2012 | 98         | 0,616               | 692,4     |
| 2013 | 99         | 0,622               | 699,0     |
| 2014 | 100        | 0,628               | 705,6     |
| 2015 | 101        | 0,634               | 712,2     |
| 2016 | 101        | 0,634               | 712,2     |

Tabla 17: FUENTE: CME Group

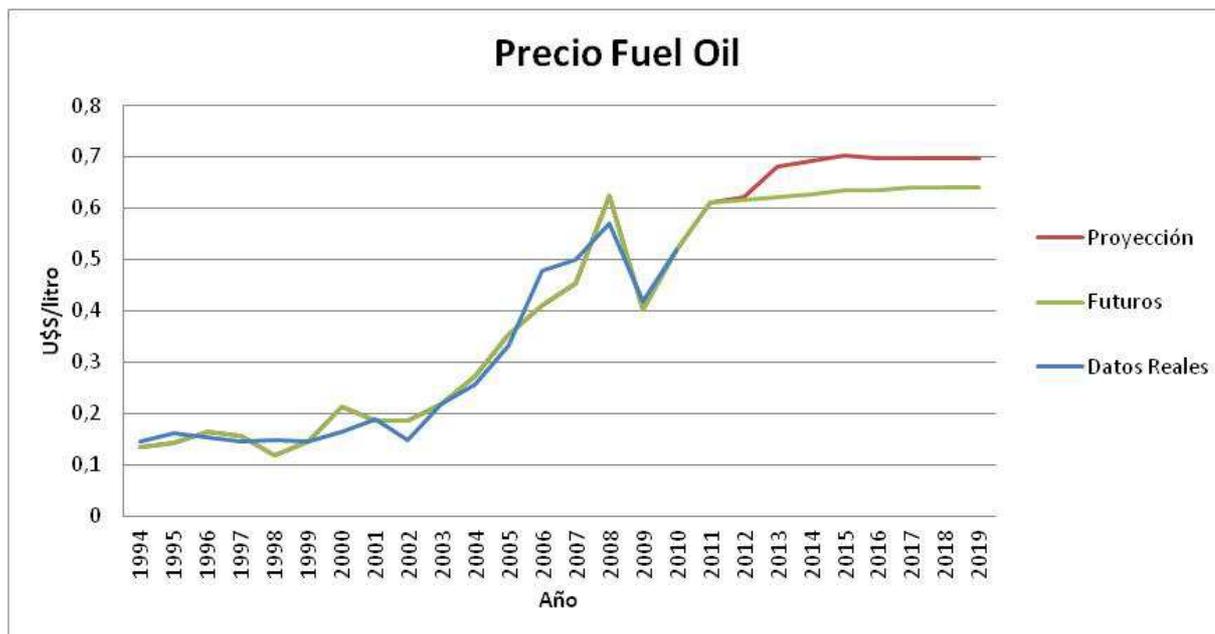


Figura 25. Precio del fuel oil proyectado

Para el cálculo del precio del fuel oil a utilizar para este proyecto, se realiza un promedio ponderado de las estimaciones antes calculadas. Siendo el precio del petróleo una excelente variable predictiva del precio del fuel oil, se le otorga un 35% a futuros y un 35% a proyecciones. De esta manera, un 70% del precio provendrá de dichas estimaciones. El 30% restante será producto del mean reversion.

| Año  | Proyección Fuel Oil |            |
|------|---------------------|------------|
|      | (U\$\$/litro)       | (U\$\$/Tn) |
| 2011 | 0,571               | 641,9      |
| 2012 | 0,562               | 631,9      |
| 2013 | 0,576               | 647,2      |
| 2014 | 0,576               | 647,3      |
| 2015 | 0,579               | 650,9      |
| 2016 | 0,574               | 645,2      |

Tabla 18: Proyección precio del fuel oil

Se va a realizar una estrategia de precios de penetración, utilizando un precio menor al del mercado. Se utiliza un descuento del 20% sobre el precio calculado de manera de resultar más atractivo al cliente.

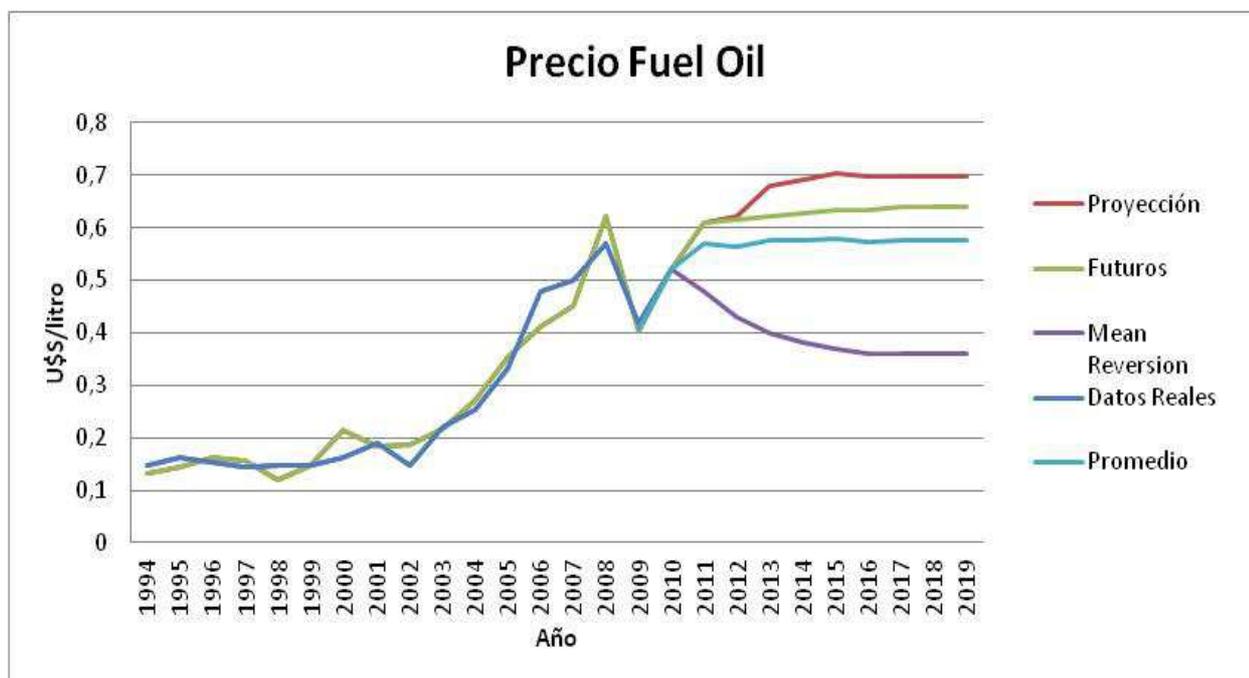


Figura 26. Proyecciones del precio del fuel oil

## 8. Pautas de Distribución

El Crudo de Pirólisis a producir se venderá como fuel oil a las industrias y plantas agroindustriales de la provincia, principalmente las de los Parques Industriales y demás consumidores de las provincias cercanas, de las siguientes maneras:

- Venta a clientes en camión tanque
- Venta a clientes que traen sus propios camiones taque, para cargar en planta.

El servicio de transporte de crudo, en el caso en que el cliente no cuente con camiones propios, será tercerizado, siendo el comprador quien se haga cargo del precio del mismo.

## 9. Pronóstico de ventas

Como se explica en la propuesta de desarrollo, la tecnología será obtenida de la empresa Cruz del Norte Industrial y Minera S.A. (CNIMSA), la cual tiene una capacidad establecida, capaz de procesar 9.900 Tn/año de materia prima. Como se puede ver en la sección de localización, este es uno de los puntos principales por los que se eligió Villa Mercedes como lugar de establecimiento.

Los ingresos asociados al proyecto corresponden a la venta de la totalidad del crudo de pirólisis producido. Como se puede observar en el balance de materiales, es de 8.342,7 m<sup>3</sup> de crudo de pirólisis, siendo la densidad del mismo de 0,89 g/cm<sup>3</sup>, equivale a 7.425 Tn. A los efectos de establecer un adecuado desarrollo de mercado y ajuste de procesos, se asume que durante el primer año de operación del complejo, la producción neta será del orden del 85% del total programado para la planta en régimen.

Teniendo en cuenta el pronóstico de demanda, la participación proyectada en el mercado meta representa un 5,8% el primer año (puesta en marcha), y luego un 7% disminuyendo año a año de acuerdo al aumento de la demanda y el límite de producción de la planta.

## **10. Análisis FODA**

### Diagnóstico externo (Oportunidades y Amenazas)

#### Oportunidades

- Liderar el desarrollo de la tecnología de pirólisis en el país.
- Valorizar residuos transformándolos de basura a combustibles.
- Satisfacer demanda local de empleo e inversiones.
- Promover la concientización de la necesidad de preservar el Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Potencial para expandir la frontera de la exportación.
- Generar mayor valor a la producción del crudo de pirólisis, comercializado como fuel oil, destilándolo para obtener solventes livianos y gas oil.

#### Amenazas

- Incremento de subsidios para el consumo local de combustibles fósiles.
- Restricciones a la exportación de la producción.

Diagnóstico interno (Fortalezas y Debilidades)

Fortalezas

- Proceso favorable para la preservación del Medio Ambiente.
- Tecnología probada internacional y localmente.
- Producción de combustibles sin afectar recursos renovables.
- Equipos y materiales mayoritariamente de origen nacional.
- Desarrollo de ingeniería adaptado al mercado local.
- Amplia disponibilidad de materias primas en centros urbanos y parques industriales

Debilidades

- Incertidumbre sobre el volumen y costo del aprovisionamiento de residuos a largo plazo.

## **VI. INGENIERÍA DEL PROCESO**



## 1. Proceso de Pirólisis

La pirólisis es la fragmentación (lisis) o craqueo de sustancias orgánicas, más específicamente compuestos hidrocarbonados - tales como biomasa (aserrín, virutas, podas, cajones, pallets, madera de demolición), aceites usados, plásticos - mediante calor (piro, fuego), en ausencia de oxígeno, y reordenamiento (o reformulación, reforming) de las moléculas más livianas producidas por dicho craqueo, generándose distintos compuestos, en función del tipo de carga, de las condiciones de temperatura y presión de trabajo y de la velocidad másica del sistema, o tiempo de residencia dentro del reactor.

### 1.1. Descripción del Proceso

T-101: Tolva dónde se depositan los residuos seleccionados

T-102: Tanque de aceites usados

T-103: Crudo de Pirólisis

T-104: Tanque de Gas

T-105: Carbonilla

Z-101: Ciclón 1

Z-102: Ciclón 2

PV-101: Reactor

PV-102: Columna de lavado

B-101: Bomba 1

B-102: Bomba 2

W-101: Serpentina

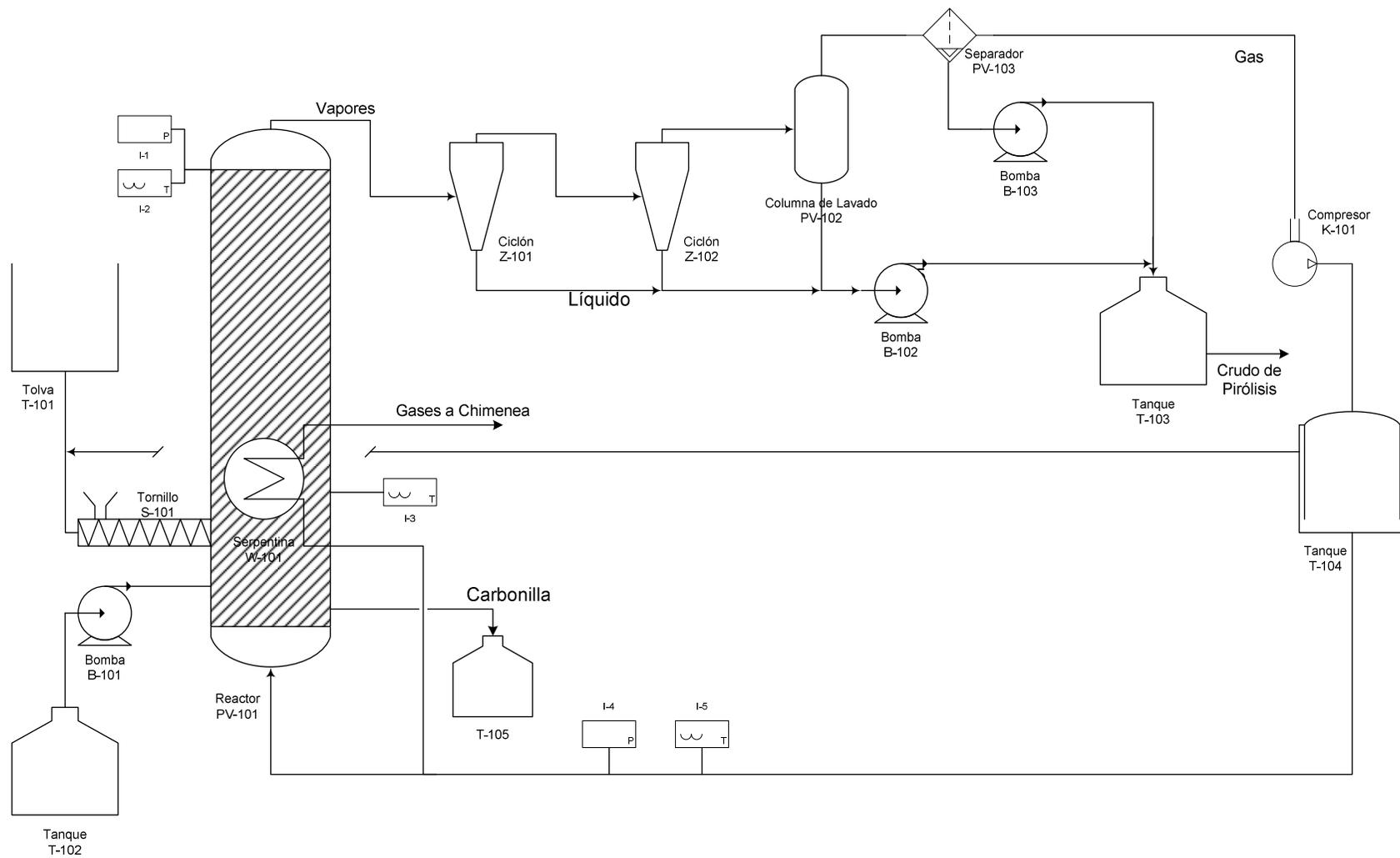


Figura 27. Diagrama de proceso de Pirólisis

La pirólisis es un proceso de circuito cerrado, donde todos los productos son recuperados en un 100%, que se realiza en reactores y equipos e instalaciones totalmente estancos, es decir que no hay ningún efluente que escape a la atmósfera.

El proceso de pirólisis es muy eficiente y requiere de instalaciones de un importante y laborioso trabajo de ingeniería, equipos y construcción. Consiste en el craqueo y reformación de sustancias orgánicas en un Reactor de lecho fluido (PV-101), a temperaturas entre 400 y 700°C y presión ligeramente sobre la presión atmosférica.



En este proceso, la alimentación, o carga de los Residuos y Biomasa al Reactor se realiza en forma continua y simultánea. Los residuos seleccionados se depositan en la tolva (T-101) y mediante un tornillo (S-101) son introducidos al reactor. En el caso de los aceites, son enviados del tanque (T-102) mediante una bomba (B-101). Como alternativa, se puede mezclar el aceite con los residuos antes de ingresar al reactor y luego mediante un tornillo introducir la mezcla.

En el Reactor de Pirólisis, la arena del lecho es fluidizada por una corriente de gases que ingresa por una placa fluidificadora en el fondo del reactor. A su vez la arena fluidificada, es decir en movimiento, se calienta mediante intercambio térmico indirecto sobre la superficie de serpentinas de calentamiento (W-101), por dentro de las cuales circulan los gases de combustión de los quemadores del reactor. La arena caliente transmite esta energía térmica a los residuos y biomasa que se cargan al Reactor y la reacción de pirólisis es instantánea.

Esta reacción es tan súbita que este proceso se denomina “Pirólisis Rápida” (“Fast Pyrolysis”, o también “Flash Pyrolysis”).

El tiempo de permanencia de los productos dentro del Reactor es del orden de medio segundo.

Los vapores producidos en el Reactor pasan a un par de ciclones (Z-101 y Z-102) donde se separan la arenilla que vuela del lecho fluido, la carbonilla que se genera en el proceso, y parte de los vapores que se enfrían y licúan. El resto de los vapores se enfrían y condensan en un tanque lavador (PV-102), un condensador de casco y tubos y se separan como líquidos en un tanque receptor (PV-103).

Los productos de la pirólisis que no pueden permanecer en estado gaseoso, condensan formando la fracción líquida. Todos los líquidos se juntan en un

tanque (T-103) y constituyen el aceite crudo de pirólisis, el cual tiene las propiedades del fuel oil.

La fracción líquida está formada por hidrocarburos de cadenas más largas que los que se encuentran en la fase gaseosa pudiendo destilarse obteniendo nafta-solvente, gas oil y fuel oil.

Los gases no condensados se recirculan mediante compresores (K-101) para fluidificar el lecho de arena del Reactor, y el exceso de gases producidos se envían a los quemadores de las serpentineras calefactoras del Reactor, aprovechándose su energía térmica.

La carbonilla producida en el proceso se extrae de los ciclones, tanques y cañerías mediante recolección cada cuatro a seis semanas, durante la parada de limpieza y mantenimiento. Dicho residuo constituido por carbón representa la pérdida total de hidrógenos del material original pirolizado. Es por lo tanto el producto de degradación máxima.

Esta carbonilla sirve como carbón combustible, se puede briquetear, también es un excelente fertilizante y se puede convertir igualmente en carbón activado.

La variación en la carga de materia prima puede afectar en cierta medida la densidad final del fuel oil a obtener, siendo esta en todos los casos, menor a la del fuel oil de uso comercial. Esta variación no afecta al proyecto, ya que el producto a comercializar es el fuel oil. Si se previera destilar el crudo de pirólisis, la variación de la carga si tendría algún efecto en el porcentaje de rendimiento de cada tipo de combustible, por ejemplo mucho PET y aceite de motores nos lleva a producir más combustible tipo gas oil que si le incorporamos cubiertas usadas.

Las principales diferencias de la Pirólisis con las plantas de las refinerías de petróleo son de escala, es decir de capacidad productiva, pero también de complejidad, logística e inversiones.

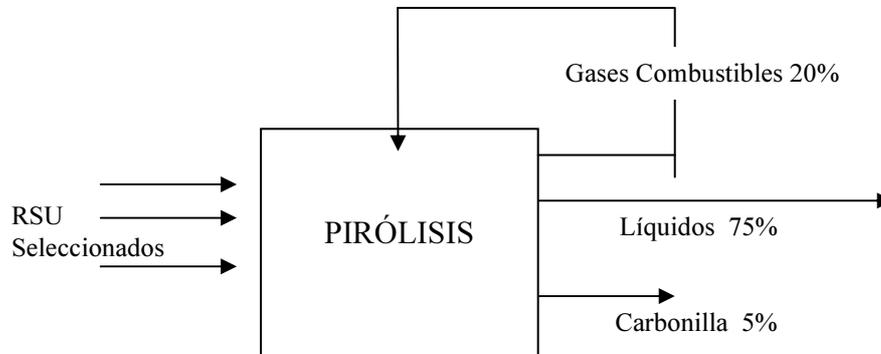
Así pues una de esas grandes diferencias es que existen en el país pocas refinerías de petróleo con procesos de conversión como los cracking térmicos y catalíticos y de inmensa escala productiva, complejidad y grandes inversiones, pero con relativamente pequeñas dotaciones de personal, frente a la posibilidad que se construyan cientos de Plantas de Pirólisis allí donde están los residuos y biomasa, y donde están los mercados de consumo.

### 2. Condiciones de proceso

Como se explica en la descripción del proceso de pirólisis, la temperatura del reactor para que se realice la fragmentación debe estar entre los 400 y 700°C. Debido a la composición de materia prima que se utiliza, se estima una temperatura de 500°C a una presión de 1kg/cm<sup>2</sup>. De todas maneras, en la etapa de puesta en marcha se realizaran pruebas para obtener el mejor rendimiento.

### 3. Balance de línea

Para el balance de línea de este proyecto se toma el siguiente esquema. Los gases obtenidos se recirculan de manera de aprovechar al máximo los compuestos obtenidos.



| <b>PLANTA P7</b>    |           |                |               |                |                |
|---------------------|-----------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>Alimentación</b> | <b>%</b>  | <b>kg/hora</b> | <b>kg/día</b> | <b>ton/mes</b> | <b>ton/año</b> |
|                     |           |                | <b>@</b>      | <b>@</b>       | <b>@</b>       |
|                     |           |                | 24            | 25             | 11             |
|                     |           |                | h/día         | día/mes        | m/año          |
| RSU                 | 100%      | <b>1500</b>    | 36000         | <b>900</b>     | 9900           |
| <b>Productos</b>    |           |                |               |                |                |
| Fuel Oil            | 75%       | 1125           | 27000         | 675            | 7425           |
| Sólidos(Carbonilla) | <u>5%</u> | <u>75</u>      | <u>1800</u>   | <u>45</u>      | <u>495</u>     |
|                     | 80%       | 1200           | 28800         | 720            | 7920           |

Tabla 19: Balance de línea

Teniendo en cuenta que la densidad del Fuel Oil es de 0,89 Tn/m<sup>3</sup>, se obtienen los siguientes volúmenes de productos:

| <u>Productos</u>    | <u>Ton/año</u> | <u>Densidad</u> | <u>m<sup>3</sup>/año</u> |
|---------------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| Fuel Oil            | 7425           | 0,89            | 8342,7                   |
| Sólidos(Carbonilla) | 495            | 1               | 495,0                    |

Tabla 20: Volumen de producto

#### 4. Balance de materiales

Se estima para el primer año una capacidad de procesamiento equivalente al 85% de la planta en régimen, obteniendo:

|     |   |   |   |   |      |
|-----|---|---|---|---|------|
| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4-10 |
|-----|---|---|---|---|------|

#### Materia Prima(Tn)

|    |   |         |         |         |         |
|----|---|---------|---------|---------|---------|
| MP | - | 8.415,0 | 9.900,0 | 9.900,0 | 9.900,0 |
|----|---|---------|---------|---------|---------|

#### Combustibles Obtenidos

|                           |   |         |         |         |         |
|---------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| Fuel Oil(m <sup>3</sup> ) | - | 7.091,3 | 8.342,7 | 8.342,7 | 8.342,7 |
| Sólidos(Tn)               | - | 420,8   | 495,0   | 495,0   | 495,0   |

$$\text{Fuel Oil (m}^3\text{)} = \text{MP (Tn)} \times 75\% / \text{Densidad} = 9.900 \times 0,75 / 0,89 = 8.342,7 \text{ m}^3$$

$$\text{Sólidos (Tn)} = \text{MP (Tn)} \times 5\% = 9.900 \times 0,05 = 495 \text{ Tn}$$

#### 5. Stocks

Se tendrá un stock de 15 días tanto para la materia prima como para el fuel oil obtenido. Al estar debidamente separada, la materia prima no necesita de ningún cuidado especial por lo que será almacenada a granel en galpón, mientras que para el fuel oil se cuenta con 4 tanques de 110 m<sup>3</sup> cada uno. Estos tanques se ubican al aire libre.

|                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Año                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| MP (Ton)                   | 350,6 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 | 412,5 |
| Fuel Oil (m <sup>3</sup> ) | 295,5 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 | 347,6 |

Tabla 21: Stocks

## 6. Lay out

Para la confección del lay out es necesario tener en cuenta los diversos procesos a los que se somete el producto, disminuyendo distancias y trayectos y los puestos de trabajo que utilizan las materias primas dispuestos en los mismos. También es necesario contar con la seguridad necesaria para realizar los procesos sin inconvenientes.

El dimensionamiento se realiza para un volumen de 900 toneladas por mes, recibiendo tres veces por semana materia prima proveniente de la planta de separación y diariamente los aceites usados. Se utilizará un terreno lo más próximo posible al centro de disposición final de Villa Mercedes.

La Planta de pirólisis estará dividida en dos sectores. Uno será el que integra los procesos productivos y el otro las oficinas administrativas y el comedor.

Dentro del sector productivo se encuentran:

- Laboratorio: Es necesario realizar diversos análisis a la materia prima que ingresa y al crudo de pirólisis por lo que se dispondrá de un laboratorio de 4m x 4m ubicado dentro de la Planta.
- Almacén: En cuanto a los repuestos (medidores, válvulas, etc) y herramientas de distinto tipo, se mantendrán depositados en un almacén de 4m x 6m.
- Oficina: Dentro de la Planta se encontrará la oficina del Gerente de Fabricación y su secretario. De esta manera estarán en constante contacto con la producción.
- Vestuarios y Baños: Los operarios y todo el personal de la Planta, en caso de ser necesario, contarán con vestuarios.
- Balanza: en caso de ser necesario el pesaje tanto de la materia prima como del crudo de pirólisis, se dispondrá de una balanza con su respectiva rampa.

Condiciones de seguridad:

El sector donde se realizarán los procesos de pirólisis se encontrará cubierto por una red de incendio.

La planta contará con un tanque australiano conectado a pulverizadores que se activarán en caso de incendio, así como también se dispondrá de matafuegos.

## Planta de Pirólisis

Cada tanque de almacenamiento de crudo de pirólisis y aceites industriales, deberá contar con un murete capaz de contener la totalidad de los líquidos en caso de contingencia.

En cuanto a la nomenclatura utilizada, se mantiene la misma que en el diagrama de proceso, siendo:

T-101: Tolva dónde se depositan los residuos seleccionados

T-102: Tanque de aceites usados (140 m<sup>3</sup>)

T-103: Crudo de Pirólisis (40 m<sup>3</sup>)

T-104: Tanque de Gas

T-105: Carbonilla

Z-101: Ciclón 1

Z-102: Ciclón 2

PV-101: Reactor

PV-102: Columna de lavado

B-101: Bomba 1

B-102: Bomba 2

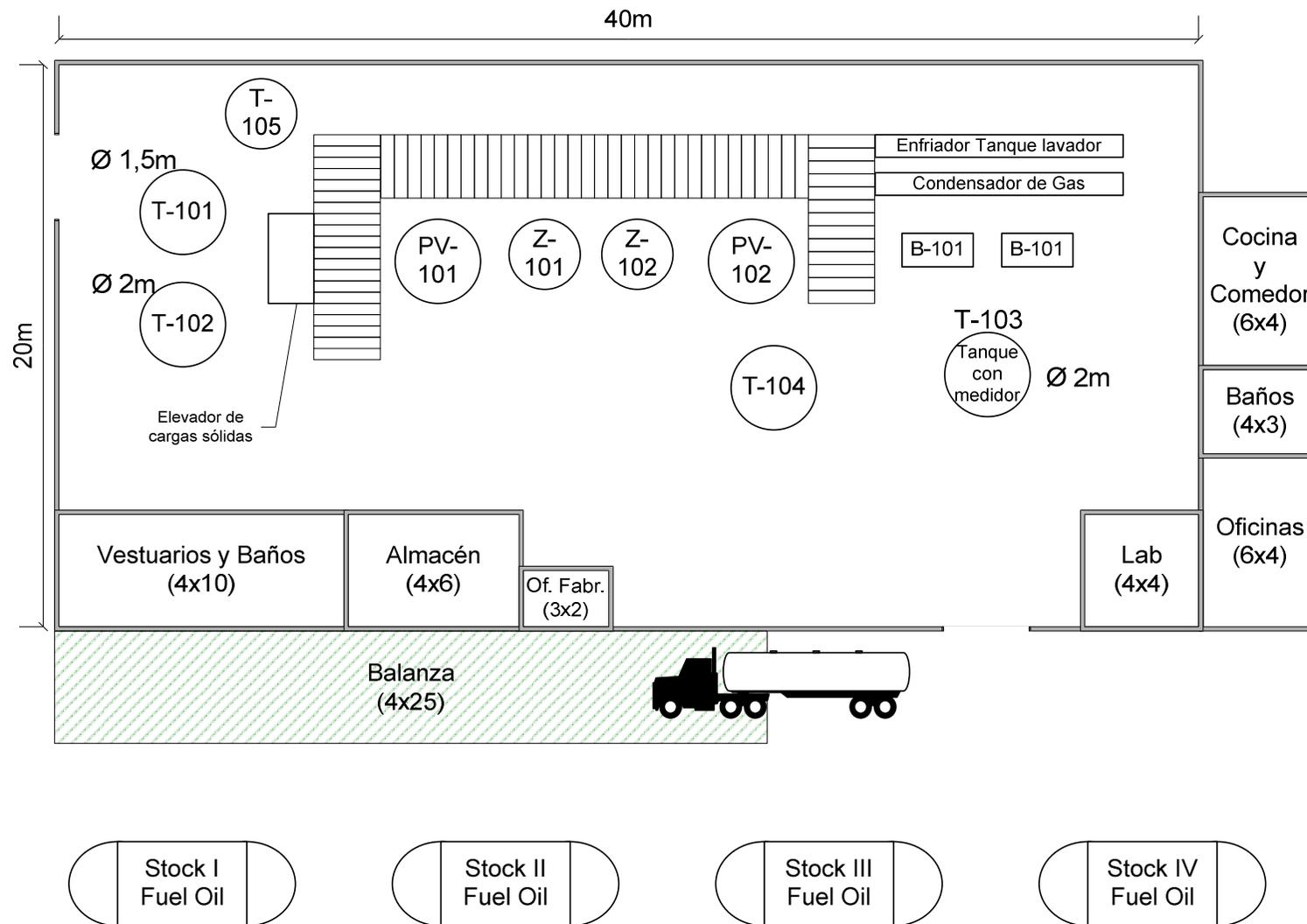


Figura 28. Lay-out de la planta de pirólisis

## 7. Estructura organizacional

Para el funcionamiento de la planta se estima un total de 57 personas. El armado de la estructura formal de esta organización se puede visualizar a través de la representación grafica de la misma (Organigrama) donde, no solo observamos las relaciones existentes entre las partes que la componen, sino que la podemos utilizar como herramienta válida para lograr algunos objetivos:

**Mostrar áreas de actividad que componen la organización:** Permitiendo una mejor definición de la distribución de las responsabilidades de los funcionarios y visualizando su ubicación relativa en la organización.

**Analizar y evaluar estructuras y funciones vigentes y detectar, en consecuencia, deficiencias de estructuración:** Las mismas están relacionadas con el cumplimiento de principios básicos de organización en cuanto a la distribución de las funciones y responsabilidades sin los cuales la organización podría caer en el caos y no alcanzar los objetivos propuestos.

En el organigrama propuesto se analizaron el cumplimiento de los siguientes principios: Unidad de mando, Definición precisa de los niveles jerárquicos, Separación de funciones, Precisión en la determinación de funciones de línea y asesoramiento y Alcance de control.

La diagramación elegida es la Piramidal Vertical en un todo de acuerdo con la norma IRAM 34.504:

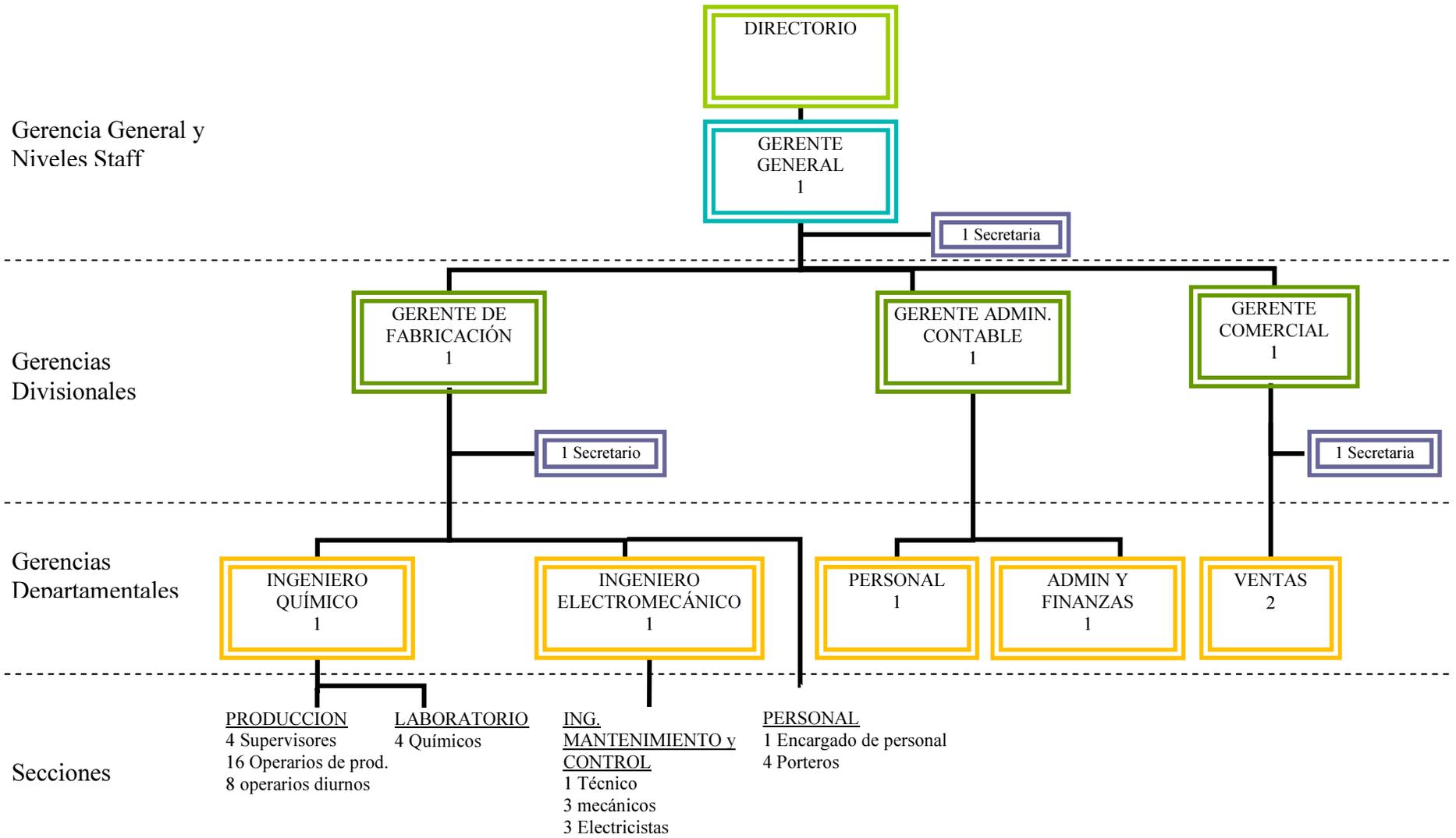


Figura 29. Organigrama

Se observan cuatro niveles jerárquicos indicados en el margen izquierdo:

1. Gerencia General y niveles staff
2. Gerencias Divisionales
3. Gerencias Departamentales
4. Secciones

## **8. Detalle de tareas a realizar por cada área**

### **8.1. Gerencia general y áreas staff**

El Gerente General reporta directamente al Directorio y es el encargado de llevar a cabo las misiones encomendadas por el Directorio.

Las áreas staff son las de Auditoria y sistemas. La primera tiene como misión custodiar el resguardo patrimonial de la empresa y la segunda estructurar un sistema integrado y total de información orientado a los niveles operatorios y decisorios.

En nuestra empresa, debido a que tiene una estructura organizativa acotada en el número de personas, y que está recién saliendo al mercado, la función de Sistemas será patrimonio exclusivo de los directores de la empresa. Ha sido planeado de esta manera ya que “Sistemas” es un área de servicio para toda la organización y no debe depender en consecuencia de ningún área a la cual deba suministrarle sus servicios de desarrollo y/procesamiento.

### **8.2. División fabricación**

- Fabricación: Ejecuta el proceso de elaboración del producto terminado en función del plan de producción.
- Planeamiento y Control: Planifica y controla:
  - o Los requerimientos de insumos
  - o Los requerimientos de mano de obra
  - o Los requerimientos de equipos
  - o Analiza, conjuntamente con costos, los desvíos de costos
- Estudio de Métodos y Tiempos: Se ocupa de analizar la mejor utilización de los recursos productivos: Equipos y Mano de Obra, mediante estudios de tiempos y balanceos de líneas de producción.

- Mantenimiento: Se debe ocupar de:
  - o Mantenimiento preventivo: Planificar y controlar el mantenimiento rutinario de las líneas de producción, garantizando su óptimo rendimiento.
  - o Mantenimiento correctivo: Debe efectuar en el menor tiempo posible las reparaciones a fin de solucionar cualquier parada de equipo.

### **8.3. División administración y finanzas**

- Contaduría: Recopila información, la compila y registra a efectos de cumplir con la información legal y de gestión.
- Cuentas Corrientes: Actualización y análisis de las cuentas corrientes de clientes y proveedores.
- Costos: calcula:
  - o Costos Standard
  - o Costos reales históricos
  - o Costos de reposición
  - o Determina desvíos contra el Standard
  - o Analiza los desvíos Standard detectados
- Planeamiento y control de gestión: Elabora y controla los presupuestos económico-financiero y patrimonial de distintos niveles, como ser empresa o nivel productos.
- Tesorería:
  - o Manejo de fondos de la empresa como consecuencia de ingresos y egresos de valores
  - o Seguimiento y administración de cuentas bancarias
- Planificación Financiera:
  - o Administra los recursos de la empresa mediante la colocación o captación de fondos
  - o Determina el plan de pagos
- Créditos y cobranzas:
  - o Determina la capacidad patrimonial y financiera de los clientes y fija los montos de crédito

- Administración de Personal y liquidación de haberes:
  - o Aplica el régimen disciplinario de la empresa
  - o Determina las escalas de las remuneraciones
  - o Brinda apoyo al personal en cuanto a Obras Sociales
  - o Controla la evolución de dotación contra el plan proyectado
  - o Efectúa el cálculo de remuneraciones y atiende cualquier reclamo al respecto.
- Abastecimiento:
  - o Recepción de residuos sólidos urbanos desde el reservorio. En este caso y en virtud de un Convenio firmado con la provincia no tendrá costo alguno para nuestra empresa.
  - o Recepción de material proveniente de cirujeo
  - o Recepción de aceites y grasas domiciliarias de restaurantes
  - o Recepción de residuos de plantas procesadoras de aves
  - o Recepción de fondos de tanques de petróleo y combustibles
  - o Recepción de neumáticos usados
- Almacenes: Tiene a su cargo el depósito de la materia prima y su distribución a requerimiento de planta.

#### **8.4. División comercial**

- Operaciones de ventas: Coordina las fuerzas de ventas a los efectos de cumplir con los presupuestos de ventas.
- Administración de ventas: Brinda apoyo a la gestión de ventas en cuanto a: control de pedidos, evacuación consultas de clientes, y distribución y seguimiento interno de clientes.
- Distribución y despacho: Se ocupa de: almacenamiento de productos terminados, planificación de cargas, despacho físico y contratación de fletes.

#### **9. Dimensionamiento MOD**

Se necesitan 8 operarios para realizar las tareas de Planta que comprenden:

- Carga de materia prima
- Descarga de Crudo de Pirólisis

- Control de indicadores
- Manejo de stocks
- Recolección de muestras para el análisis
- Almacenamiento

Se realizarán tres turnos para el sector productivo mediante turnos rotativos.

Los horarios serán:

1<sup>er</sup> Turno: 06 a 14 hs

2<sup>do</sup> Turno: 14 a 22 hs

3<sup>er</sup> Turno: 22 a 06 hs

Todos los demás sectores trabajarán en un turno de 9 a 18 hs.



## **VI. LOCALIZACIÓN**



## 1. Definición

Para definir la ubicación de la planta, es necesario tener en cuenta diversos factores que afectan directamente la rentabilidad del proyecto y otros que incluso imposibilitan la realización del mismo.

## 2. Rellenos sanitarios

Sólo se tomarán en cuenta para la localización de la planta aquellas ciudades que cuenten con rellenos sanitarios para la disposición final de sus residuos. Esto se debe a dos motivos. Por un lado, los rellenos sanitarios requieren de un proceso previo de separación de residuos para disponer de los mismos de manera adecuada. De esta manera, integrando las reformas necesarias, se obtiene una reducción de costos trabajando en forma conjunta con el organismo encargado de la disposición final de los residuos. Por otra parte, las ciudades que cuentan con rellenos sanitarios tienen un presupuesto destinado a eliminar los residuos mayor que aquellas que utilizan basurales a cielo abierto, por lo que el proyecto a presentar será mucho más atractivo desde el punto económico.

En Argentina se encuentran 13 ciudades con rellenos sanitarios, excluyendo Buenos Aires por su alto volumen de residuos.

- Santa Rosa, La Pampa
- Rosario, Santa Fe
- Santa Fe (Capital)
- Córdoba (Capital)
- Río Cuarto, Córdoba
- Carlos Paz, Córdoba
- Posadas, Misiones
- Villa Mercedes, San Luis
- Ushuaia, Tierra del Fuego
- Río Gallegos, Santa Cruz
- San Salvador de Jujuy, Jujuy
- Rafaela, Santa Fe
- Corrientes (Capital)

### 3. Población

Como se observa en el balance de línea, la planta tiene una capacidad de procesamiento de 9.900 Tn de materia prima por año. Teniendo en cuenta que la generación per cápita anual es de 328 kg/hab.año y que, como se puede observar en la composición de los residuos (Introducción), un 30% de los residuos urbanos generados puede utilizarse como materia prima, se obtiene:

$$MP = Población \times generación \text{ per cápita anual} \times 30\%$$

$$\Rightarrow Población = \frac{MP}{generación \text{ per cápita anual} \times 30\%} =$$

$$= Población = \frac{9.900}{328 \times 0,30} = 100.6 \text{ Habitantes}$$

Como la composición de los residuos varía constantemente, es necesario contar con una población mayor al mínimo calculado. Se toma como base que supere en un 10% la población mínima para asegurar un suministro suficiente.

$$Población = 1,1 \times 100.6 = 110.67 \text{ Habitantes}$$

La población próxima a la planta necesaria para satisfacer la necesidad de residuos urbanos es de aproximadamente 110.000 habitantes. Se van a tomar en consideración aquellas ciudades cuyas poblaciones alcancen, pero no superen ampliamente dicha cifra, de manera que el proyecto tenga un impacto notable a nivel porcentual en la disminución de los residuos. De realizarlo en una ciudad donde la generación de residuos sobrepase en gran medida a la capacidad de tratamiento de la planta, dejaría de ser significativo el cambio, perdiendo el proyecto validez comercial.

### 4. Competidores

Un factor importante a tener en cuenta es la proximidad con los clientes, para asegurar un suministro continuo y estable, de inmediata respuesta. De esta manera se obtiene una ventaja en cuanto a costos debido a la proximidad, en lugar de ser abastecidos desde depósitos de combustibles lejanos.

Como la demanda a satisfacer es la local, un punto a tener en cuenta es la ubicación de la competencia. Los despachos de las compañías Petroleras a las centrales eléctricas, que son el mayor volumen del mercado juntamente con las naves fluviales y marítimas, se hacen casi en su totalidad desde las refinerías, o sea, desde Dock Sud o La Plata, en la provincia de Buenos Aires, Lujan de Cuyo en la provincia de Mendoza, San Lorenzo en la provincia de Santa Fe o Campo Durán en la Provincia de Salta y en algunos casos desde depósitos cercanos a los puertos fluviales o marítimos.

## 5. Consumo de Fuel Oil

Al ser el fuel oil el producto a comercializar, es importante tener en cuenta el mercado a abastecer a la hora de decidir la localización. Para este análisis se tomará el consumo promedio de los últimos 5 años a nivel de las posibles zonas de influencia de cada ciudad.

## 6. Matriz de decisión

A continuación se encuentran los expresados los puntos tratados anteriormente:

| Ciudades con Rellenos Sanitarios | Población (miles de hab.) | Población 90~120 | Lejanía competidores | Tn de Fuel Oil consumido (zona de influencia) |
|----------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|---|
| Ushuaia, Tierra del Fuego        | 45.430                    | -                | SI                   | 755   |
| Carlos Paz, Córdoba              | 60.900                    | -                | SI                   | 42.956  |
| Río Gallegos, Santa Cruz         | 79.072                    | -                | SI                   | 1.240   |
| Rafaela, Santa Fe                | 82.530                    | -                | -                    | 107.134                                       |
| Santa Rosa, La Pampa             | 110.227                   | SI               | SI                   | 44.025  |
| Villa Mercedes, San Luis         | 114.826                   | SI               | SI                   | 45.925  |
| Río Cuarto, Córdoba              | 149.437                   | -                | SI                   | 42.956  |
| San Salvador de Jujuy, Jujuy     | 277.985                   | -                | SI                   | 734   |
| Posadas, Misiones                | 280.454                   | -                | SI                   | 19.069  |
| Corrientes (Capital)             | 314.247                   | -                | SI                   | 22.196  |
| Santa Fe (Capital)               | 451.571                   | -                | -                    | 107.134                                       |
| Rosario, Santa Fe                | 1.159.004                 | -                | -                    | 107.134                                       |
| Córdoba (Capital)                | 1.368.109                 | -                | SI                   | 42.956  |

Tabla 22. Matriz de decisión



Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001

Figura 30. Rellenos sanitarios y Refinerías de Argentina

A diferencia de La Pampa, la provincia de San Luis cuenta con un Plan de Inclusión Social cuyo objetivo es el de lograr un índice de desocupación cero en todo el territorio de la provincia, impulsando la inserción social. Este punto es muy importante ya que es necesario contar con el apoyo del gobierno provincial para la realización y puesta en marcha de la planta de separación. Como se explica en secciones posteriores, este proyecto cuenta con un alto impacto social y si es aprovechado al máximo puede, no solo mejorar las condiciones ambientales, sino también el bienestar económico y social de varias familias.

Por estos motivos se elige la ciudad de Villa Mercedes para la localización de la planta de pirólisis.

## **VIII. IMPACTO AMBIENTAL**



## 1. Introducción

Para la puesta en marcha de la Planta de Pirólisis, es necesario realizar una serie de análisis para asegurarse que ésta cumple con las normas vigentes de medio ambiente. La Provincia de San Luis no posee legislación específica, se rige con la de la Provincia de Buenos Aires, Decreto 3395/1996 (Ver Anexo).

El proceso que se utilizará en la Planta, fue aprobado por la Secretaría de Energía de la Nación cuando funcionaba en Jujuy en el año 2001, por lo que se espera el mismo resultado en la Planta a desarrollar.

## 2. Monitoreos ambientales

Muestreos en conductos: parámetros a controlar, gases de combustión, (Material particulado, CO, NOx, COV o compuestos orgánicos volátiles)

Calidad de aire: (Material particulado, ácido acético, fenol, metanol, CO, NOx, SO2, COV o compuestos orgánicos volátiles)

| Contaminante  | Símbolo         | Mg/m <sup>3</sup>                | Ppm        | Período de Tiempo |
|---|-----------------|----------------------------------|------------|-------------------|
| Dióxido de Azufre   | SO <sub>2</sub> | 1,300 (1)                        | 0,50 (1,2) | 3 horas           |
|   |                 | 0,365 (1)                        | 0,14 (1)   | 24 horas          |
|   |                 | 0,080 (4)                        | 0,03 (4)   | 1 año             |
| Material particulado en suspensión                        | PM-10           | 0,050 (4)                        |            | 1 año             |
|   |                 | 0,150 (1)                        |            | 24 horas (3)      |
| Monóxido de Carbono                                       | CO              | 0,235 (1)                        | 0,12 (1)   | 1 hora            |
| Ozono (Oxidantes Fotoquímicos)                            | O <sub>3</sub>  | 0,235 (1)                        | 0,12 (1)   | 1 hora            |
| Óxidos de Nitrógeno (expresado como dióxido de nitrógeno) | NO <sub>x</sub> | 0,400                            | 0,2        | 1 hora            |
|   |                 | 0,100                            | 0,053 (4)  | 1 año             |
| Plomo (5)   | Pb              | 0,0015 (1)<br>(media aritmética) |            | 3 meses           |

Tabla 23: Monitoreos ambientales. Fuente: Decreto 3395/1996

- (1) No puede ser superado este valor más de una vez al año
- (2) Corresponde a norma secundaria
- (3) 24 horas medidas entre el cero hora del día 1 y la cero hora del día 2
- (4) Media aritmética anual
- (5) Muestreado a partir de material particulado total (MPT)

Observaciones: Estándares fijados por E.P.A. (Agencia de Protección Ambiental)

298. 13°K = 25 °C y 1 ATM

En cuanto al contenido de azufre del fuel oil, la Secretaría de Energía, a través de la Resolución SE 150/2008, modificó la especificación del contenido máximo de azufre que puede estar presente en el Fuel Oil, establecida en el Anexo III de la Resolución N° 1283/2006 que permitía un máximo de siete mil (7.000) partes por millón en peso a partir del 1° de junio de 2008. Resolvió continuar con una especificación máxima del uno por ciento (1%) o sea diez mil (10.000) partes por millón (mg. /kg.) en peso.

El fuel producido por la Planta de pirólisis es libre de azufre y cumple con esta resolución. Adicionalmente, cumple con los límites más estrictos establecidos en la resolución 1283/2006.

De acuerdo con la Secretaría de Energía, la necesidad de importar fuel oil para las usinas eléctricas vuelve conveniente ajustar las especificaciones del mismo a la calidad internacionalmente más comercializada.

El problema de utilizar combustibles líquidos con alto contenido de azufre es que al combustionar el fuel oil para obtener su energía, se generan partículas de dióxido de azufre, que son contaminantes y que generan la llamada "lluvia ácida". El azufre al ser ácido y estar en el aire al salir de las chimeneas se junta a la humedad de la atmósfera y caen a la superficie, o a lo que se encuentre sobre ella, moléculas de agua con azufre, agua ácida que corroe las estructuras metálicas y que ocasiona efectos negativos sobre la vegetación.

## **IX. PLANTA DE SEPARACIÓN**



## 1. Introducción

Para suministrar a la planta de pirólisis la materia prima necesaria para la producción, es necesario separar previamente los materiales útiles de la basura. Como el objetivo de este proyecto no es fomentar el trabajo en negro sino obtener un beneficio para la sociedad, la solución a este problema es la puesta en marcha, junto con el gobierno provincial, de una cooperativa de trabajo ubicada en las proximidades del relleno sanitario, la cual se encargue de la separación de residuos urbanos.

Dentro del Convenio a firmar se estipulará que el Gobierno Provincial deberá iniciar el proceso de educación ambiental en la población de manera continua, progresiva y permanente para generar en los ciudadanos conciencia de la importancia de la preservación del medio ambiente y la generación de actitudes, valores y comportamientos que deriven del convencimiento de que de ellos depende la preservación de los recursos naturales.

Para ello se instará que el Gobierno Provincial se comprometa a trabajar en la educación de la población implementando un sistema de selección de residuos domiciliarios que comprenda la clasificación y separación de los mismos por parte de cada uno de sus generadores.

Este proceso en general es lento porque está asociado a la incorporación de nuevos hábitos en la población, la que si bien cada vez más está tomando una actitud responsable con respecto a la preservación del medio ambiente, requerirá una implementación de políticas de difusión a través de los medios masivos de comunicación en forma persistente y continua con resultados a largo plazo.

Es por ello que al principio deberá ser el propio Gobierno quien se haga cargo de una línea de separación de residuos juntamente con la creación de una Cooperativa Laboral con personas que están fuera del sistema formal laboral.

## 2. Funcionamiento

Los residuos son recolectados de los hogares y previo a su disposición final, son depositados en la planta de separación. Se realiza la preselección de materiales voluminosos (chatarra, gabinetes de electrodomésticos, cubiertas, escombros, etc.), luego de lo cual se empuja el resto de los residuos sobrantes mediante una pala cargadora hacia la Tolva. Esta cumple la función de distribuir uniformemente los residuos sobre la cinta transportadora donde son llevados desde una punta de la planta



hasta la otra. De forma manual, los empleados encargados de la separación seleccionan los residuos y los introducen en los respectivos recipientes. En primer término seleccionan el papel y cartón, luego las botellas de plástico y por último todo el material metálico es atraído por un gran imán. Finalmente, la cinta transportadora en operación vuelca al final de la misma, en un contenedor especialmente colocado a tal fin, solamente la fracción orgánica de los residuos.

Los materiales separados son acopiados en el mismo galpón para su posterior comercialización. Se deberán instalar extractores de aire e iluminación apropiada sobre la cinta a fin de lograr condiciones de trabajo adecuadas. En cuanto a las personas encargadas de clasificar los residuos, como medida de protección se les brinda guantes, delantales y barbijos.



De esta manera, a los residuos se los clasifica y acondiciona para ser vendidos a la industria como materia prima. Los papeles, cartones, plásticos y madera son comprados por la planta de pirólisis, mientras que el vidrio y metales son comercializados por la cooperativa. Los residuos orgánicos y aquellos materiales que no poseen valor comercial, continúan el proceso de disposición final, siendo enterrados en los rellenos sanitarios.

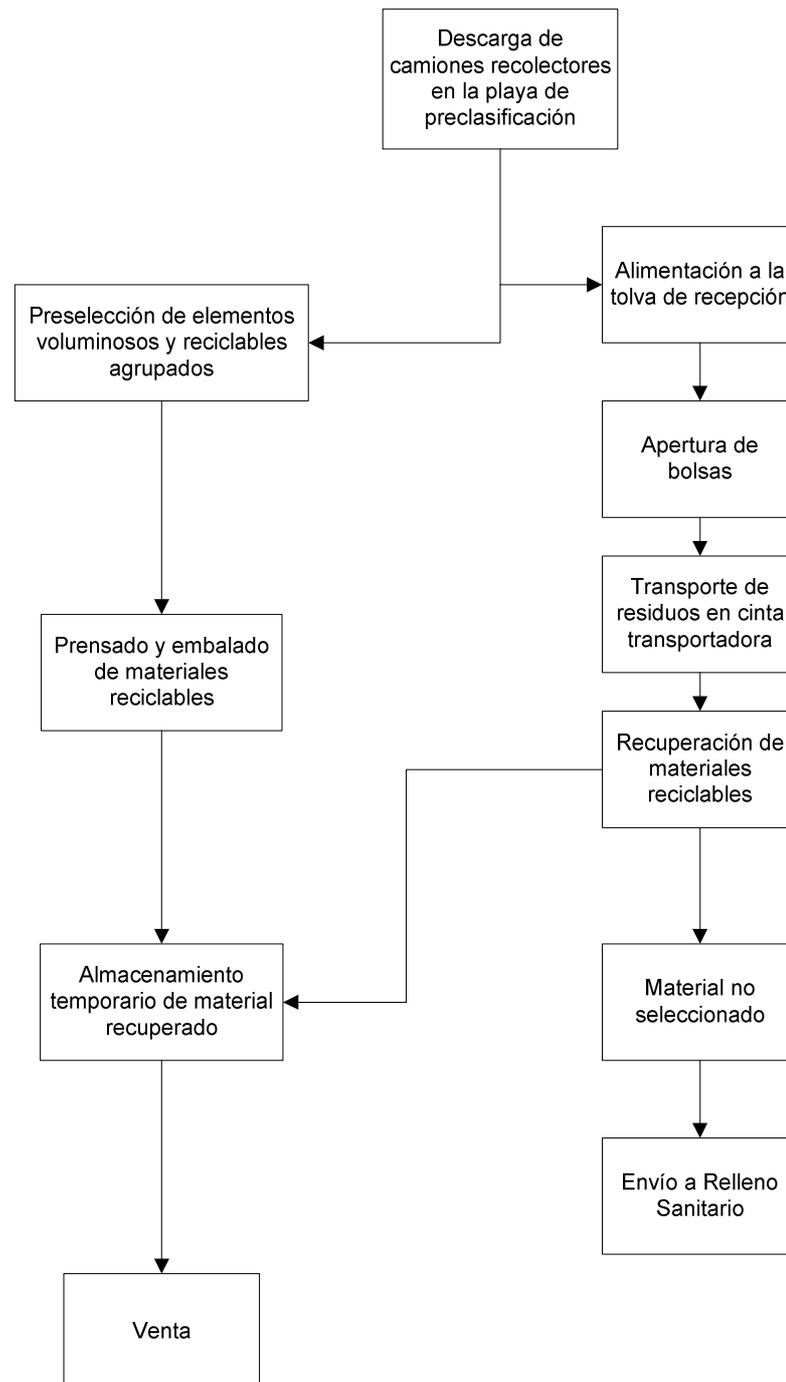


Figura 31. Diagrama de proceso de separación

### 3. Plantas de separación en Argentina

A continuación se detalla el funcionamiento de algunas de las plantas de separación que actualmente están funcionando de manera exitosa en Argentina, las cuales fueron tomadas como guía para la determinación del modo de operación de la planta a realizar.

### **3.1. Planta de Separación de San Nicolás (Pcia. de Buenos Aires)**

En el año 1999 se construye la planta de Clasificación y Separación de R.S.U. de San Nicolás (Pcia de Buenos Aires), contigua al relleno Sanitario. El predio cuenta también con Planta de Tratamiento de Líquidos Lixiviados. Todo circundado por una cortina forestal.

La Municipalidad paga un canon a la Empresa que está a cargo de la Disposición en el Relleno Sanitario y de la planta de Reciclaje.

#### **3.1.1. Esquema de trabajo de la planta**

Las bolsas de residuos llegan sin seleccionar. Los camiones recolectores descargan el material en la playa de preselección, donde es separado el material voluminoso y el cartón. Luego con un cargador frontal se depositan los residuos que alimentan a la tolva de recepción.

El material es conducido mediante cintas a un desgarrador donde se realiza la apertura mecánica de bolsas. El material desgarrado es elevado mediante una cinta transportadora hasta el nivel de la cinta de selección, colocada sobre una estructura metálica.

La plataforma cuenta con 16 puestos de trabajo ubicados a ambos lados de la cinta de picoteo. La cantidad de personal que realiza la clasificación se regula en función de los materiales que se desean reciclar.

El material seleccionado se descarga mediante conductos provistos de válvulas de accionamiento rápido a carritos con sistema de volcado balanceado. El material no seleccionado es derivado a contenedores mediante una cinta reversible o a un depósito elevado para carga de camiones.

En caso de realizar compostaje de orgánicos, es transferido a un molino de martillos y desde allí al depósito elevado.

Una cinta completamente cerrada transfiere el material a un depósito elevado diseñado específicamente para residuos sólidos, con compuertas de descarga de apertura total.

El depósito puede descargar en camiones volcadores o en compactadores adaptados para carga superior. La utilización de este depósito permite la operación en forma ininterrumpida de la línea, aumentando notoriamente su capacidad.

Los papeles y cartones, las latas y los envases son compactados con una prensa vertical de alta capacidad de compactación logrando fardos de hasta 250 kg. con dimensiones de 0.9x0.6x0.9m.

### 3.2. Planta de Separación FEDERAL (Pcia. de Entre Ríos)

La Planta Integral de Tratamiento de Residuos Federal se encuentra ubicada en el Centro Norte de la Provincia de Entre Ríos, sobre las Cuchillas Montieleras.

Fue construida en el año 2001. La ciudad tiene alrededor de 14.000 habitantes que generan aproximadamente 10.000 kg. de residuos diariamente. Actualmente, el 65% de la población se encuentra incorporada al "Plan de Tratamiento de Residuos Sólidos Domiciliarios" por el cual los vecinos separan en su domicilio los residuos orgánicos de los inorgánicos.

Se realiza clasificación diferenciada de materiales reciclables: cartón, plásticos, vidrios y metales.

### 3.3. Cooperativa Ecológica Reciclando Sueños

Está en funcionamiento desde noviembre de 2006. Esta cooperativa trabaja en el Centro verde de Villa Soldati y está compuesta por 20 recuperadores urbanos. Se clasifican latas, vidrios, plásticos, envases, papeles y trapos.

### 3.4. Cooperativa El Ceibo

Cuenta con 55 Recuperadores Urbanos de los cuáles 47 trabajan activamente en el Centro Verde ubicado en el barrio de Retiro. Se encarga de la recolección de materiales reciclables de las casas y los comercios del barrio de Palermo desde el año 1997. A diferencia de las Plantas de Separación, aquí se reciben los residuos seleccionados y lo que se hace es la clasificación de los mismos.

## 4. Precio de venta

En cuanto al precio de venta de los materiales, los valores otorgados por las cooperativas Reciclando Sueños ubicada en el barrio Fátima y El Ceibo, en Retiro, son los siguientes:

| Material     | Precio Promedio (\$/Kg) |
|--------------|-------------------------|
| Cartón       | 0,40                    |
| Diario       | 0,25                    |
| Papel blanco | 0,70                    |
| Plástico     | 0,70                    |
| PET          | 0,90                    |
| Trapos       | 0,40                    |

|          |      |
|----------|------|
| Latas    | 0,18 |
| Aluminio | 3,50 |
| Cobre    | 16   |
| Bronce   | 7,00 |
| Cinc     | 3,00 |
| Baterías | 2,00 |

Tabla 24: Precio de materiales seleccionados

Tomando en cuenta estos valores, un cartonero gana por día entre \$40 y \$50. El objetivo de la cooperativa es el de centralizar la tarea de separación y poder asignar un sueldo fijo a los trabajadores. Los ingresos serán obtenidos de la venta de los materiales separados.

## 5. Personal

De acuerdo a relevamientos realizados por La Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (AIDIS), el personal de las plantas de separación varía desde un mínimo de 2 personas (corresponde a una planta instalada en una localidad donde se procesan volúmenes pequeños, sólo de residuos orgánicos, separados en origen y recolectados en recipientes) a más de 33 personas en Maipú, Mendoza con 80 ton/día de residuo a procesar. En el caso de Villa Mercedes, el volumen de residuos a procesar es similar al de Maipú, por lo que se espera que el personal sea una cifra entre 30 y 35 personas.

En relación a las funciones que debe cumplir, el personal de planta puede dividirse en:

- separadores, o sea operarios dispuestos a lo largo de las cinta transportadora que extraen los materiales que corresponden.
- obreros destinados al manejo de las prensas y los depósitos.

## 6. Inversión y costos

Para saber si la Planta de Separación es sustentable, se realiza un análisis superficial de los ingresos y egresos, siendo en todos los casos lo más conservativo posible.

Para determinar la inversión necesaria, se toman los valores propuestos por el *Plan Nacional de Valorización de Residuos (PNVR)*, el cual fue realizado en el marco del convenio entre la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de Presidencia de la Nación y la Fundación Senda. Dicho plan fomenta la recuperación de residuos convirtiéndolos en nuevas materias primas

que disminuyan el uso de materias primas vírgenes y eliminen, asimismo, los costos y los riesgos de su disposición en los rellenos.

La inversión en equipamiento necesaria para la puesta en marcha de la planta de separación está compuesta por:

| EQUIPAMIENTO                                | \$             |
|---|----------------|
| Cinta Transportadora                        | 18.000         |
| Rampa Descarga                              | 7.000          |
| Compactadora                                | 6.000          |
| Prensa Vertical (residuos metálicos)        | 2.000          |
| Prensa Horizontal (cartón, papel, plástico) | 4.000          |
| Prensa Enfardadora o con Caja               | 18.000         |
| Zaranda para Orgánicos                      | 1.500          |
| Cernidor                                    | 4.000          |
| Hidrolavadora                               | 3.100          |
| Balanza / Báscula                           | 10.000         |
| Palas                                       | 35             |
| Horquillas                                  | 30             |
| Carretillas                                 | 180            |
| Tractor                                     | 7.000          |
| Pala Cargadora                              | 30.000         |
| Camión c/Caja Volcadora                     | 53.000         |
| Video                                       | 1.000          |
| PC con impresora y soft.                    | 4.000          |
| Recipientes Herméticos – 16 litros -        | 30             |
| Contenedores Metálicos – 4 m3. -            | 700            |
| <b>Total</b>                                | <b>169.575</b> |

Tabla 25: Inversión en equipamiento

Tomando un sueldo de 3.000 \$/mes por persona, un 35% de cargas sociales, aguinaldo y un total de 35 empleados se obtiene:

$$\text{Total (\$)} = \text{sueldo} \times (1 + \text{Cargas Sociales}) \times \text{empleados} \times 13$$

$$\text{Total (\$)} = \$ 105.000 \times 1,35 \times 13 = \$ \mathbf{1.842.750}$$

A este valor hay que agregarle el costo del terreno construido, el cual se estima de unos **U\$S 150.000**, y para el consumo de energía eléctrica y gastos de mantenimiento un total de U\$S 2.000 mensuales, es decir **U\$S 24.000** al año.

El total de la inversión inicial será aportado por la Planta de Pirólisis, de manera de asegurarse el suministro de materia prima.

## **7. Ingresos**

Las ganancias de la Planta para solventar los gastos antes mencionados provendrán de la venta de los residuos separados. Aquellos que puedan ser utilizados por la Planta de Pirólisis, serán vendidos a un precio de 107 U\$S/Tonelada como se detalla en secciones posteriores. El resto de los residuos serán vendidos al precio que la Planta de Separación crea conveniente o enviados al relleno sanitario para su disposición final. Contando sólo la materia prima adquirida por la Planta de Pirólisis (36 toneladas/día) se tiene un total de **U\$S 1.405.980,00**.

La Cooperativa no sólo proveerá de materia prima a la planta de pirólisis, sino que también obtendrá un ingreso adicional por la venta a recicladores de los elementos no usados por la planta tales como: film de plástico enfardado, latitas de aluminio en bolsones, metales en contenedores, vidrios en contenedores, etc.

Con estos ingresos, el proyecto resulta altamente rentable. Esto se debe a que los ingresos son en dólares y los egresos en pesos, siendo el tipo de cambio peso/dólar muy favorable y sostenible en el tiempo según estimaciones del FMI (Fondo Monetario Internacional).

## **8. Beneficios**

Los beneficios que trae aparejados la puesta en marcha de la Planta de Separación se pueden dividir en aquellos relacionados con los habitantes y los que obtiene el gobierno, del cual se requiere el apoyo para la realización del proyecto.

### **8.1. Habitantes de San Luis**

Los nuevos puestos de trabajo generados con la creación de la planta, serán ocupados por aquellas personas que se encuentran fuera del sistema laboral. De esta manera se intenta reemplazar el trabajo de cirujeo, el cual es peligroso si no se tiene ningún tipo de control, por un empleo bajo las condiciones de higiene y seguridad que la ley establece. La Cooperativa de trabajo consistirá en darles trabajo a esta población en la planta de separación a cambio de una retribución y su inclusión en el Sistema Único de Seguridad Social haciéndoles extensivos a sus familias los beneficios derivados de la cobertura de salud.

## 8.2. Gobierno Provincial

El Gobierno podrá tener registro y seguimiento de cada una de las familias que trabajen en la Cooperativa exigiendo la escolaridad de los niños, vacunación y asistencia frecuente a hospitales dentro de un Plan Global de Seguimiento de sus trabajadores.

El Gobierno provincial podrá mostrar al resto de la comunidad una acción concreta, no basada en el asistencialismo, sino como contraprestación de trabajos realizados, lo que dignifica a las familias beneficiadas y a su vez les trae un rédito político de segura capitalización futura.

Otro punto a tener en cuenta es el ahorro que surge de la reutilización de los residuos, es decir, del dinero que se destina al entierro de los residuos. A modo estimativo, de acuerdo a datos publicados por la revista "La Tecla", los municipios le pagan al CEAMSE 22\$/Tonelada de residuos para ser enterrados. Este monto no incluye el traslado de los residuos hasta el relleno sanitario, sino sólo su disposición final, por lo que es un buen indicador del ahorro. Siendo 36 toneladas de residuos diarias las reutilizadas, hace un total de **\$ 289.080**.

La provincia será precursora en el país de resolver el problema de los residuos urbanos mediante un proceso que no afecta al medio ambiente.

Finalmente, una disminución en la superficie necesaria para colocar los residuos, lo cual, ante el continuo aumento de residuos puede llegar a ser un problema en el futuro. De acuerdo con la Ley N°1854, se prohíbe para el año 2020 la disposición final de materiales tanto reciclables como aprovechables.

## 9. Resumen

Todos los valores son en dólares.

| Año            | 0                 | 1                | 2                | 3                | 4                | 5-10             |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Ventas         |                   | 1.405.980,0      | 1.405.980,0      | 1.405.980,0      | 1.405.980,0      | 1.405.980,0      |
| Sueldos        |                   | -477.396,3       | -477.396,3       | -477.396,3       | -477.396,3       | -477.396,3       |
| Maquinaria     | -43.931,3         |                  |                  |                  |                  |                  |
| Galpon+Terreno | -150.000,0        |                  |                  |                  |                  |                  |
| Gastos         |                   | -24.000,0        | -24.000,0        | -24.000,0        | -24.000,0        | -24.000,0        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>-193.931,3</b> | <b>904.583,7</b> | <b>904.583,7</b> | <b>904.583,7</b> | <b>904.583,7</b> | <b>904.583,7</b> |

Tabla 26: Flujo de fondos

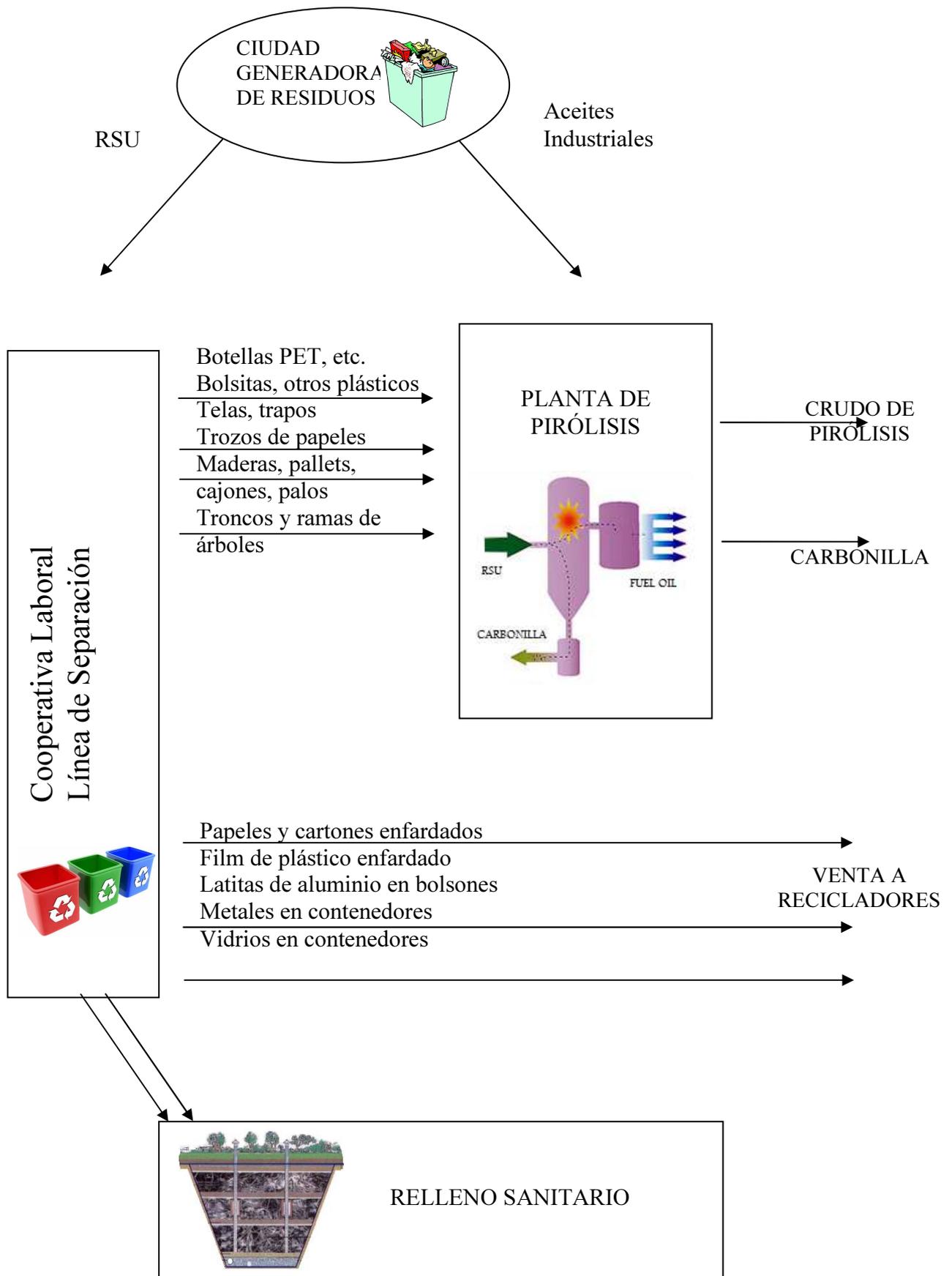


Figura 32. Disposición final de Residuos sólidos urbanos

## **X. ANÁLISIS ECONÓMICO**



## 1. Inversión

Los equipos utilizados para la planta son:

| Descripción                                 | Precio (U\$S)  |
|---|----------------|
| Molino de plásticos                         | 20.000         |
| Tolva de plásticos                          | 5.000          |
| Bomba de vacío                              | 10.000         |
| Ciclón para plásticos                       | 3.000          |
| Tornillo para plásticos                     | 7.000          |
| Tolva para residuos                         | 4.000          |
| Tolva/tanque de aceite                      | 8.000          |
| Tanque de aceite                            | 20.000         |
| Bomba de aceites                            | 10.000         |
| Horno Calentador de aceite                  | 10.000         |
| Reactor de Pirólisis                        | 80.000         |
| Recibidor de carbonilla                     | 6.000          |
| Ciclón Z-01                                 | 3.000          |
| Ciclón Z-01                                 | 3.000          |
| Tanque Lavador                              | 15.000         |
| Bomba de circulación de aceites             | 10.000         |
| Filtro de carbonilla                        | 4.000          |
| Enfriador líquidos de tanque lavador        | 20.000         |
| Condensador-enfriador de gases              | 20.000         |
| Tanque separador gas-líquido                | 3.000          |
| Bomba de circulación de aceites             | 10.000         |
| Tanque almacenamiento crudo de pirólisis    | 20.000         |
| Tanque almacenamiento de gases              | 20.000         |
| Compresor de gases                          | 35.000         |
| Enfriador gases comprimidos                 | 25.000         |
| Tanque pulmón de gases                      | 25.000         |
| Filtro                                      | 9.000          |
| Pre calentador de Gases                     | 25.000         |
| Destilador                                  | 75.000         |
| 4 Tanques almacenamiento crudo de pirólisis | 120.000        |
| <b>TOTAL</b>                                | <b>625.000</b> |

Tabla 27: Inversión

Para realizar el montaje de la planta, se estiman los siguientes costos:

| <b>Mano de obra de Montaje</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Meses</b> | <b>Costo (U\$S)</b> | <b>Total (U\$S)</b> |
|--------------------------------|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|
| Director de obra               | 1               | 6            | 7.000               | 42.000              |
| Ing. Electromecánico           | 1               | 6            | 7.000               | 42.000              |
| Ing. Químico                   | 1               | 6            | 7.000               | 42.000              |
| Técnicos electromec            | 3               | 6            | 4.000               | 24.000              |
| Operarios, ayudantes,          | 8               | 6            | 2.000               | 12.000              |
| Mecánicos, electricistas       | 6               | 6            | 3.500               | 21.000              |
| Soldador                       | 3               | 6            | 5.000               | 30.000              |
| <b>TOTAL</b>                   |                 |              |                     | <b>213.000</b>      |

Tabla 28:Gastos de montaje

| <b>Descripción</b>  | <b>Precio(U\$S)</b> |
|---|---------------------|
| Total Equipos   | 625.000             |
| Total Montaje   | 213.000             |
| Instrumentos, control automático, computadoras, comunicación          | 230.000             |
| Aislación, pintura  | 75.000              |
| Estructuras paquetizadas (Perfiles, columnas, soportes)               | 60.000              |
| Cañerías, accesorios  | 60.000              |
| Materiales, montaje, instalac. Mecánicas y eléctricas, iluminación    | 75.000              |
| Grúas, maquinas alquiladas  | 75.000              |
| Terreno, mejoras, caminos, alambrado, portón, etc.                    | 150.000             |
| Pisos, bases  | 75.000              |
| Tinglado proceso, laboratorio, baños, taller, depósito, oficina       | 225.000             |
| Servicios (agua, energía eléctrica, agua contra incendio, matafuegos) | 225.000             |
| Ingeniería  | 150.000             |
| Estudios de Ingeniería por terceros                                   | 35.000              |
| Cromatógrafo y aparatos laboratorio                                   | 60.000              |
| Instalaciones adicionales, permisos, habilitaciones                   | 75.000              |
| Fletes  | 30.000              |
| <b>Sub-total costos</b>   | <b>2.438.000</b>    |
| Contingencia, 15%   | 365.700             |
| <b>Total Costo de la Planta</b>                                       | <b>2.803.700</b>    |

Tabla 29: Gastos de Inversión en planta de pirólisis

Se toma como inversión un total de U\$S 3.000.000 ya que se incorporará al proyecto la inversión en la Planta de Separación de residuos la cual es de U\$S 193.931,35.

| Inversión            | U\$S             |
|----------------------|------------------|
| Planta de Pirólisis  | 2.803.700,00     |
| Planta de Separación | 193.931,35       |
| <b>Total</b>         | <b>2.997.631</b> |

Tabla 30: Gastos de Inversión total

## 2. Gastos

Todos los gastos son calculados en pesos, ajustados mediante una inflación anual y luego tomados en dólares al tipo de cambio proyectado por el FMI (Fondo Monetario Internacional).

| Año  | Inflación (%) | \$/U\$S |
|------|---------------|---------|
| 2011 | 7,10          | 4,20    |
| 2012 | 6,30          | 4,23    |
| 2013 | 6,00          | 4,27    |
| 2014 | 6,70          | 4,35    |
| 2015 | 6,00          | 4,43    |
| 2016 | 5,40          | 4,50    |
| 2017 | 4,90          | 4,56    |
| 2018 | 4,30          | 4,61    |
| 2019 | 3,70          | 4,65    |
| 2020 | 3,20          | 4,68    |

Tabla 31: Gastos de Inversión total. FUENTE: IMF, International Financial Statics

### 2.1. Fabricación

Como se puede observar en el organigrama, se estima para el personal de fabricación una dotación de 48 personas, las cuales ocuparan los siguientes cargos.

| Cargo                 | Cantidad |
|-----------------------|----------|
| Gerente de Fábrica    | 1        |
| Secretario            | 1        |
| Encargado de Personal | 1        |
| Técnico Mecánico      | 1        |
| Ingeniero Químico     | 1        |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Ingeniero Mecánico/Electricista  | 1         |
| Químicos de Laboratorio          | 4         |
| Supervisores de Producción       | 4         |
| Mecánicos de Mantenimiento       | 3         |
| Electricistas de Mantenimiento   | 3         |
| Operarios de Producción y Planta | 16        |
| Operarios diurnos                | 8         |
| Personal de vigilancia           | 4         |
| <b>Total</b>                     | <b>48</b> |

Tabla 32: Personal de fabricación

Tomando como base los sueldos de la Planta Caimancito, se obtiene un gasto en sueldos de 295.100 \$/mes.

| <b>Cargo</b>                     | <b>Sueldo/persona (\$)</b> | <b>Total(\$)</b> |
|----------------------------------|----------------------------|------------------|
| Gerente de Fábrica               | 20.000                     | 20.000           |
| Secretario                       | 4.000                      | 4.000            |
| Encargado de Personal            | 3.500                      | 3.500            |
| Técnico Mecánico                 | 5.600                      | 5.600            |
| Ingeniero Químico                | 15.000                     | 15.000           |
| Ingeniero Mecánico/Electricista  | 15.000                     | 15.000           |
| Químicos de Laboratorio          | 12.000                     | 48.000           |
| Supervisores de Producción       | 5.000                      | 20.000           |
| Mecánicos de Mantenimiento       | 6.000                      | 18.000           |
| Electricistas de Mantenimiento   | 6.000                      | 18.000           |
| Operarios de Producción y Planta | 5.000                      | 80.000           |
| Operarios diurnos                | 4.000                      | 32.000           |
| Personal de vigilancia           | 4.000                      | 16.000           |
| <b>Total</b>                     |                            | <b>295.100</b>   |

Tabla 33: Gastos en personal de fabricación

Para el cálculo de gastos en personal, es necesario tener en cuenta el aguinaldo y las cargas sociales (35%).

$$\text{Total (\$)} = \text{sueldo} \times (1 + \text{Cargas Sociales}) \times 13$$

$$\text{Total (\$)} = \$ 295.100 \times 1,35 \times 13 = \mathbf{\$ 5.179.005}$$

De esta manera, los gastos totales en personal para el proyecto, se estiman en **\$ 5.179.005**

Como costo de mantenimiento, se proyecta anualmente un 4% de la inversión inicial, la cual es de U\$\$ 3.000.000.

$$\text{Mantenimiento (U\$\$)} = 4\% \times \text{Inversión}$$

$$\text{Mantenimiento (U\$\$)} = 0,04 \times \text{U\$\$ } 3.000.000 = \mathbf{U\$\$ } 120.000$$

Se requiere para el tratamiento de los residuos la utilización de combustible. Tomando en cuenta que se utiliza un 20% del producto producido por la planta, y de acuerdo al consumo registrado en la Planta Caimancito (planta con consumo similar por ser los mismos equipos) son necesarios 450 m<sup>3</sup> de gas natural por día para completar el proceso.

$$\text{m}^3/\text{año} = \text{consumo/día} \times 365 \text{ días/año}$$

$$\text{m}^3/\text{año} = 450 \times 365 = 164.250$$

Siendo el costo promedio de gas natural de 0,4 \$/m<sup>3</sup> se obtiene un total anual de **\$65.700**.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, tomando un promedio de 200 Kwh obtenemos:

$$\text{Kwh/año} = \text{consumo/hora} \times 24 \text{ hs/día} \times 30 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Kwh/año} = 200 \times 24 \times 30 \times 12 = 1.728.000$$

Tomando el precio que publica EDESAL (Empresa Distribuidora de Electricidad de San Luis S.A.) de 0,16 \$/Kwh, obtenemos un total de gasto en energía eléctrica de:

$$\text{Energía Eléctrica} = \text{Kwh/año} \times \text{\$/Kwh}$$

$$\text{Energía Eléctrica} = 1.728.000 \times 0,16 = \mathbf{276.480 \$/año}$$

Agregando un 15% del total como gastos imprevistos, resulta el siguiente costo de Fabricación:

| <b>Gastos de Fabricación</b> | <b>\$</b>        |
|------------------------------|------------------|
| Personal                     | 5.179.005        |
| Mantenimiento                | 495.000          |
| Energía eléctrica            | 276.480          |
| Combustible                  | 65.700           |
| Subtotal                     | 6.016.185        |
| Imprevistos (15%)            | 902.428          |
| <b>Total</b>                 | <b>6.918.613</b> |

Tabla 34: Gastos de fabricación

## 2.2. Comercialización

El personal de comercialización estará compuesto por 4 personas con los siguientes cargos y sueldos:

| <b>Cargo</b>              | <b>Cantidad</b> | <b>Sueldo (\$)</b> |
|---------------------------|-----------------|--------------------|
| Gerente Comercial         | 1               | 13.000             |
| Secretaria                | 1               | 3.500              |
| Vendedores                | 1               | 4.500              |
| Administrativos de ventas | 1               | 4.000              |
| <b>Total</b>              | <b>4</b>        | <b>25.000,0</b>    |

Tabla 35: Personal de comercialización

Para el cálculo anual agregamos el aguinaldo y las cargas sociales (35%) obteniendo un total de \$ 438.750

$$\text{Total (\$)} = \text{sueldo} \times (1 + \text{Cargas Sociales}) \times 13$$

$$\text{Total (\$)} = \$ 25.000 \times 1,35 \times 13 = \mathbf{\$ 438.750}$$

Al igual que en los gastos de fabricación, se agrega un 15% de los gastos para imprevistos

| <b>Gastos de Comercialización</b> | <b>\$</b>        |
|-----------------------------------|------------------|
| Personal                          | 438.750          |
| Imprevistos (15%)                 | 65.812,5         |
| <b>Total</b>                      | <b>504.563,5</b> |

Tabla 36: Gastos de comercialización

### 2.3. Administración

La planta contará con 4 personas encargadas de llevar a cabo la administración.

| <b>Cargo</b>              | <b>Cantidad</b> | <b>Sueldo (\$)</b> |
|---------------------------|-----------------|--------------------|
| Gerente General           | 1               | 20.000             |
| Admin. Y Finanzas         | 1               | 6.000              |
| Secretaria                | 1               | 3.500              |
| Contador                  | 1               | 10.000             |
| Empleados administrativos | 1               | 3.500              |
| <b>Total</b>              | <b>5</b>        | <b>43.000,0</b>    |

Tabla 37: Personal de administración

Agregando las cargas sociales y aguinaldo, obtenemos el siguiente total anual:

$$\begin{aligned} \text{Total (\$)} &= \text{sueldo} \times (1 + \text{Cargas Sociales}) \times 13 \\ \text{Total (\$)} &= \$ 43.000 \times 1,35 \times 13 = \$ \mathbf{754.650,0} \end{aligned}$$

Tomando un 15% del total de los gastos para imprevistos

| <b>Gastos de Administración</b> | <b>\$</b>      |
|---------------------------------|----------------|
| Personal                        | 754.650        |
| Imprevistos (15%)               | 113197,5       |
| <b>Total</b>                    | <b>867.848</b> |

Tabla 38: Gastos de administración

### 3. Materia Prima

La materia prima que se utiliza en la planta está compuesta por los residuos urbanos y aceites industriales.

En el primer caso, si ha sido correctamente separada en el punto de disposición, no necesita de ningún cuidado especial por lo que será almacenada a granel en galpón. El ingreso será tres veces por semana.

En cuanto a los aceites a procesar, de motores o fondos de tanques de petróleo, se vierten un tanque colector y de allí se bombean al circuito de pirólisis ingresando junto con los residuos.

Para estimar el costo de materia prima se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Los cirujas o cartoneros que separan los residuos en el basural los venden en promedio a 0,45 \$/Kg, es decir, 450 \$/Ton. Tomando un cambio U\$\$/\$=4,2 es un total de 107 U\$\$/Ton.
- De acuerdo con la Ley 25.612 de Gestión Integral de residuos industriales, los generadores de dichos residuos, en este caso aceites industriales, son responsables de la disposición final de ellos ya sea por propios medios o siendo entregados a plantas de tratamiento. Por este motivo, los aceites usados, calificados como residuos peligrosos (categoría Y8) son recibidos en la planta, a costo del generador.
- El aserrín, virutas, recortes, podas, cajones usados, ballets, etc. También serán recibidos en la planta.

Se trabajará en el desarrollo y puesta en marcha, en forma conjunta con el gobierno, de una cooperativa de manera de organizar el trabajo de separación de residuos.

Se estima que el costo de comprar la materia prima a la cooperativa será de U\$\$ 107 U\$\$/Tn, de acuerdo a los valores antes mencionados. En el análisis realizado en la sección "*Planta de Separación*" se observa que manteniendo el precio al que se compra la materia prima, los cartoneros obtienen un ingreso superior, además de los beneficios de pertenecer al sistema laboral.

#### 4. Activo de trabajo

Las ventas que realiza la empresa son realizadas con un plazo de pago de 60 días. Por este motivo, queda inmovilizado 1/6 de la producción anual.

Se definirá una caja mínima del 5% de las ventas obteniendo:

Todos los valores son en dólares.

| Año                  | 0                | 1                | 2                  | 3                  | 4                  | 5                  | 6                  | 7                  | 8                  | 9                  | 10                 |
|----------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Disp. mínima de caja | 179.114,9        | 179.114,9        | 215.972,7          | 216.160,2          | 217.097,6          | 215.222,8          | 215.222,8          | 215.222,8          | 215.222,8          | 215.222,8          | 215.222,8          |
| Créditos por ventas  |                  | 597.049,6        | 719.909,1          | 720.534,0          | 723.658,6          | 717.409,4          | 717.409,4          | 717.409,4          | 717.409,4          | 717.409,4          | 717.409,4          |
| Bienes de cambio     |                  | 149.262,4        | 179.977,3          | 180.133,5          | 180.914,7          | 179.352,4          | 179.352,4          | 179.352,4          | 179.352,4          | 179.352,4          | 179.352,4          |
| <b>TOTAL</b>         | <b>179.114,9</b> | <b>925.426,9</b> | <b>1.115.859,1</b> | <b>1.116.827,7</b> | <b>1.121.670,9</b> | <b>1.111.984,6</b> | <b>1.111.984,6</b> | <b>1.111.984,6</b> | <b>1.111.984,6</b> | <b>1.111.984,6</b> | <b>1.111.984,6</b> |
| Variación AT         | 179.114,9        | 746.312,0        | 190.432,2          | 968,6              | 4.843,1            | -9.686,3           | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |

## **5. Impuestos**

Los impuestos nacionales tenidos en cuenta para este proyecto son:

- Impuestos a las Ganancias: se toma como alícuota 35%.
- IVA: se toma 21% la cual corresponde a la tasa general.

Los impuestos y tasas provinciales aplicados al proyecto son:

- Ingreso Brutos: en este caso se toma como alícuota el 2,5% debido a la actividad que realiza la empresa.

Tanto los impuestos y tasas nacionales como provinciales se encuentran en el Cuadro de resultados.

## 6. Amortizaciones

Las inversiones se amortizarán en 10 años. Por lo tanto las amortizaciones quedan establecidas de la siguiente manera:

$$a = \frac{I_0 - V_r}{V_u}$$

$I_0$ : Inversión inicial.

$V_r$ : Valor residual.

$V_u$ : Vida útil.

$I_0 = 3.000.000$  U\$\$

$V_r = 0$

$V_u = 10$  años

| Año                    | 0 | 1       | 2       | 3       | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
|------------------------|---|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Amortizaciones         | - | 300.000 | 300.000 | 300.000 | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   |
| Amortización Acumulada | - | 300.000 | 600.000 | 900.000 | 1.200.000 | 1.500.000 | 1.800.000 | 2.100.000 | 2.400.000 | 2.700.000 | 3.000.000 |

## 7. Cuadro de Resultados

Todos los valores son en dólares.

| Año                             | 0 | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
|---------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ventas                          | - | 3.582.298 | 4.319.455 | 4.323.204 | 4.341.952 | 4.304.457 | 4.304.457 | 4.304.457 | 4.304.457 | 4.304.457 | 4.304.457 |
| IIB                             | - | 89.557    | 107.986   | 108.080   | 108.549   | 107.611   | 107.611   | 107.611   | 107.611   | 107.611   | 107.611   |
| Ingreso Total                   | - | 3.492.740 | 4.211.468 | 4.215.124 | 4.233.403 | 4.196.845 | 4.196.845 | 4.196.845 | 4.196.845 | 4.196.845 | 4.196.845 |
| Costos Directos                 | - | 900.405   | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 | 1.059.300 |
| G. Fabricación                  | - | 1.277.772 | 1.847.592 | 1.768.396 | 1.740.644 | 1.721.541 | 1.704.668 | 1.666.922 | 1.633.575 | 1.605.370 | 1.579.878 |
| G. Comercialización             | - | 89.453    | 134.737   | 128.783   | 126.666   | 125.181   | 123.763   | 120.840   | 118.256   | 116.070   | 114.110   |
| G. Administrativos              | - | 153.859   | 231.748   | 221.508   | 217.865   | 215.311   | 212.873   | 207.845   | 203.400   | 199.640   | 196.269   |
| Flete                           | - | 42.075    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    | 49.500    |
| Amortizaciones                  | - | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   | 300.000   |
| Costo Total                     | - | 2.763.564 | 3.622.877 | 3.527.487 | 3.493.975 | 3.470.832 | 3.450.104 | 3.404.408 | 3.364.031 | 3.329.879 | 3.299.056 |
| Resultado Operativo             | - | 729.177   | 588.591   | 687.637   | 739.428   | 726.013   | 746.742   | 792.437   | 832.814   | 866.966   | 897.789   |
| Gastos bancarios                | - | -8.144    | -8.010    | -7.937    | -7.866    | -7.726    | -7.594    | -7.473    | -7.370    | -7.287    | -7.220    |
| Intereses Deuda                 | - | -242.321  | -231.151  | -220.183  | -207.219  | -190.026  | -170.176  | -147.077  | -119.889  | -87.449   | -48.136   |
| Dif. Por tipo de cambio(deuda)* | - | 3.239     | 4.650     | 6.218     | 8.268     | 11.559    | 15.898    | 21.512    | 28.651    | 37.580    | 48.764    |
| Resultado Final                 | - | 481.951   | 354.082   | 465.735   | 532.610   | 539.820   | 584.870   | 659.398   | 734.206   | 809.809   | 891.198   |
| Imp. a las Ganancias            | - | 167.549   | 122.301   | 160.831   | 183.520   | 184.891   | 199.140   | 223.260   | 246.944   | 270.280   | 294.852   |
| Resultado Después de Imp.       | - | 314.402   | 231.781   | 304.904   | 349.091   | 354.928   | 385.730   | 436.138   | 487.262   | 539.529   | 596.346   |

\* Se considera la diferencia que surge del crédito entre lo que se recibe y lo que se paga al variar el tipo de cambio ya que la cuota es en pesos y el balance se realiza en dólares. El impuesto a las ganancias no está afectado por este valor, ya que el mismo es por el monto en pesos.

## 8. Punto de equilibrio

Fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$Q = \frac{F}{P - V}$ , donde Q es el punto de equilibrio, F son los gastos fijos anuales, P es el precio de Venta y V son los gastos variables.

|                       | \$/TnMP      |
|-----------------------|--------------|
| Costos Directos       | 107          |
| G. Fabricación        | 186,6        |
| Flete                 | 5,0          |
| <b>Costo Variable</b> | <b>298,6</b> |

|                     | U\$S             |
|---------------------|------------------|
| G. Comercialización | 134.737,0        |
| G. Administrativos  | 231.747,6        |
| Amortizaciones      | 300.000,0        |
| <b>Costo Fijo</b>   | <b>666.484,6</b> |

|               | U\$S /TnMP   |
|---------------|--------------|
| <b>Precio</b> | <b>436,3</b> |

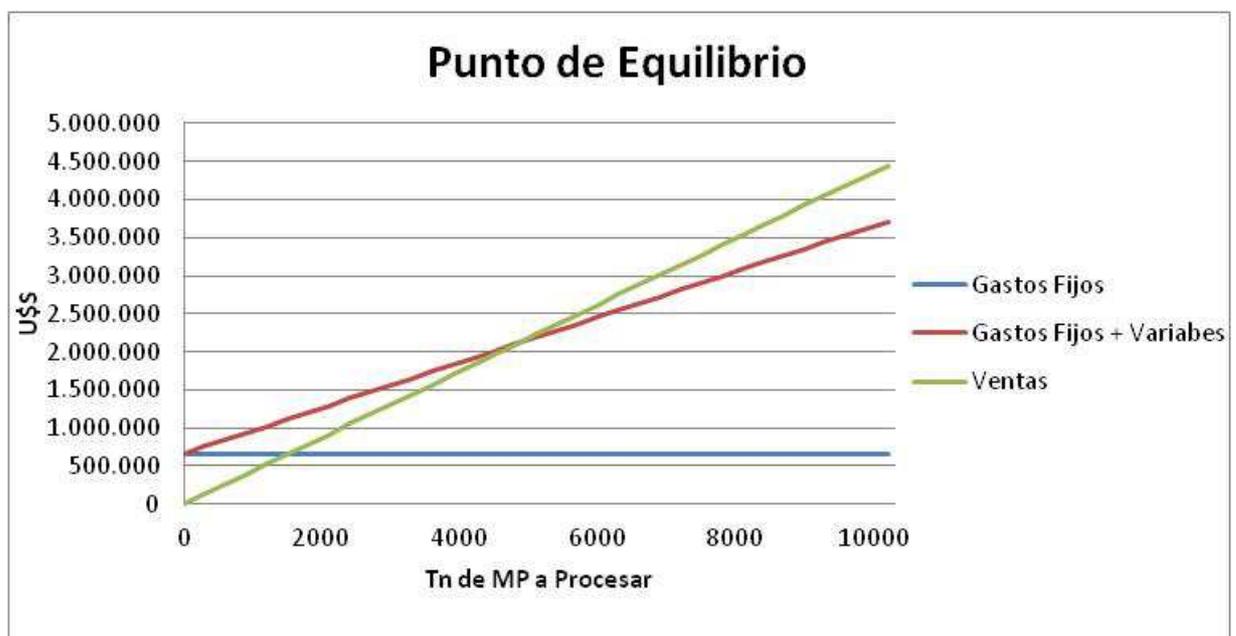


Figura 33. Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio se obtiene de procesar **4.840,7 Tn** de materia prima.



## **XI. ANÁLISIS FINANCIERO**



## 1. IVA

El impuesto al Valor Agregado se aplica en todo el territorio de la Nación sobre las ventas de cosas muebles situadas o colocadas en el territorio del país, y sobre las obras, locaciones y prestaciones de servicios.

El IVA grava a toda transferencia a título oneroso, entre personas, que importe la transmisión del dominio de cosas muebles. En este caso, están gravadas las ventas y las inversiones.

El IVA se debe pagar desde el nacimiento del hecho imponible. En el caso de las ventas, la obligación de pago nace en el momento de la entrega del bien, emisión de la factura respectiva o acto equivalente.

Cabe mencionar, que son integrantes del precio neto gravado los servicios prestados juntamente con la operación gravada: transporte, limpieza, embalaje, seguro, garantía, colocación, mantenimiento, intereses, actualizaciones, comisiones, recupero de gastos y otros conceptos normados en la Ley del gravamen.

En el comienzo del proyecto, al realizarse las inversiones en Activo Fijo y en Activo de trabajo se paga IVA que origina un crédito fiscal que se recuperará en los períodos siguientes de la diferencia entre el IVA percibido por las ventas y el pagado en relación a algunos componentes de costo total de lo vendido. Cuando el crédito fiscal haya disminuido hasta volverse nulo, la diferencia pertenecerá a la AFIP.

En el resto de los años, en la liquidación del IVA, del importe del débito fiscal se detrae cualquier crédito fiscal que se pudiera generar y dicha diferencia resultante es el monto del impuesto a pagar.

## 2. Tasas

La alícuota general del Impuesto al Valor Agregado es del 21%.

La alícuota incrementada del 27% se aplica para las ventas de gas, energía eléctrica y aguas reguladas por medidor, y demás prestaciones comprendidas.

Todos los valores son en dólares.

| Año                              | 0       | 1          | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       |
|----------------------------------|---------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| IVA de inversiones               | 630.000 |            | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| IVA en Bienes de Cambio          | -       | -          | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Total IVA Inversiones</b>     | 630.000 | -          | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| IVA cobrado en Ventas            | -       | 752.283    | 907.085  | 907.873  | 911.810  | 903.936  | 903.936  | 903.936  | 903.936  | 903.936  | 903.936  |
| IVA pagado                       | -       | 252.537    | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  | 297.103  |
| <b>IVA diferencia</b>            | -       | 447.148    | 559.759  | 562.865  | 569.539  | 565.305  | 569.502  | 574.378  | 580.109  | 586.939  | 595.209  |
| <b>Crédito Fiscal</b>            | 630.000 | -447.148   | -559.759 | -562.865 | -569.539 | -565.305 | -569.502 | -574.378 | -580.109 | -586.939 | -595.209 |
| <b>IVA Saldo</b>                 | 630.000 | 182.852    | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Incremento Crédito Fiscal</b> | -       | -1.077.148 | -112.612 | -3.106   | -6.674   | 4.234    | -4.196   | -4.876   | -5.731   | -6.830   | -8.270   |
| <b>Pago a la AFIP</b>            | -       | -          | 376.907  | 562.865  | 569.539  | 565.305  | 569.502  | 574.378  | 580.109  | 586.939  | 595.209  |

En cuanto al crédito fiscal, el signo negativo implica que se le debe pagar a la AFIP.

### 3. Estructura de Financiamiento

Para definir la estructura de endeudamiento del proyecto se tuvo en cuenta que con bajos niveles de endeudamiento el proyecto no es tan atractivo por la falta de apalancamiento. Y una concentración alta en deuda puede hacer vulnerable y riesgosa a la empresa ante variaciones macroeconómicas (como en tasas de interés, tipo de cambio y paridad de poder de compra), e inadecuados eventos en la operación del proyecto que lleguen a generar riesgo financiero y atenten contra la perdurabilidad del proyecto.

Por lo cual teniendo en cuenta estas consideraciones, la estructura de endeudamiento utilizada en el proyecto se compone de un 72% de capital propio y un 28% de capital externo, que equivale a un préstamo de \$4.000.000.

| Inversión Porcentual | Capital Propio | Créditos |
|----------------------|----------------|----------|
| Activo Fijo          | 72%            | 28%      |
| Activo de Trabajo    | 72%            | 28%      |
| IVA                  | 72%            | 28%      |

Tabla 39. Estructura de financiamiento

### 4. Servicio de Préstamo

Para la financiación del proyecto se utilizará un préstamo otorgado por el BANCO HIPOTECARIO.

Características del Préstamo:

- Monto: 4.000.000.-
- Plazo: 10 años.
- Tasa de interés: 25% TNA fija en pesos.
- Sistema de amortización: Francés, en cuotas anuales de capital e interés.
- Gastos de administración: 3% del valor de la cuota.

### 5. Valor Residual

El valor residual del proyecto se calcula para el último año de mismo. En este caso se toma la liquidez de la empresa. Para esto se hacen líquidas las cuentas:

- Créditos por Vta.(sin IVA)
- Previsión Caja
- Bienes de Cambio

## Planta de Pirólisis

- Previsión IG

El IG se paga en el ejercicio del año próximo del cual fue devengado.  
Por este motivo existe la cuenta previsión IG.

El valor residual del proyecto es de un total de: **U\$S 817.132**

## 6. Fuentes y Usos

Todos los valores son en dólares.

| Año                          | -                | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10                |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <b>Fuentes</b>               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| Saldo del ejercicio anterior | -                | -                | 450.399          | 873.147          | 1.453.417        | 2.041.851        | 2.611.312        | 3.194.705        | 3.812.128        | 4.446.831        | 5.092.287         |
| Aportes de capital           | 2.732.134        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| Ventas                       | -                | 3.582.298        | 4.319.455        | 4.323.204        | 4.341.952        | 4.304.457        | 4.304.457        | 4.304.457        | 4.304.457        | 4.304.457        | 4.304.457         |
| Créditos no renovables       | 1.076.981        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| IVA Debito fiscal            | -                | 752.283          | 907.085          | 907.873          | 911.810          | 903.936          | 903.936          | 903.936          | 903.936          | 903.936          | 903.936           |
| <i>Origenes</i>              | <b>3.809.115</b> | <b>4.334.580</b> | <b>5.676.939</b> | <b>6.104.224</b> | <b>6.707.179</b> | <b>7.250.244</b> | <b>7.819.704</b> | <b>8.403.097</b> | <b>9.020.520</b> | <b>9.655.223</b> | <b>10.300.679</b> |
| <b>Usos</b>                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| Costos Directos              | -                | 900.405          | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300        | 1.059.300         |
| G. Fabricación               | -                | 1.277.772        | 1.847.592        | 1.768.396        | 1.740.644        | 1.721.541        | 1.704.668        | 1.666.922        | 1.633.575        | 1.605.370        | 1.579.878         |
| G. Comercialización          | -                | 89.453           | 134.737          | 128.783          | 126.666          | 125.181          | 123.763          | 120.840          | 118.256          | 116.070          | 114.110           |
| G. Administrativos           | -                | 153.859          | 231.748          | 221.508          | 217.865          | 215.311          | 212.873          | 207.845          | 203.400          | 199.640          | 196.269           |
| Flete                        | -                | 42.075           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500           | 49.500            |
| IIB                          | -                | 89.557           | 107.986          | 108.080          | 108.549          | 107.611          | 107.611          | 107.611          | 107.611          | 107.611          | 107.611           |
| Imp. a las Ganancias         | -                | -                | 167.549          | 122.301          | 160.831          | 183.520          | 184.891          | 199.140          | 223.260          | 246.944          | 270.280           |
| IVA Compras                  | -                | 252.537          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103          | 297.103           |
| Pago a la AFIP               | -                | -                | 376.907          | 562.865          | 569.539          | 565.305          | 569.502          | 574.378          | 580.109          | 586.939          | 595.209           |
| Distribución socios          | -                | -                | 15.720           | 11.589           | 15.245           | 17.455           | 17.746           | 19.286           | 21.807           | 24.363           | 26.976            |
| Amortizacion Deuda           | -                | 29.149           | 35.834           | 44.388           | 54.989           | 67.512           | 82.941           | 102.037          | 125.785          | 155.465          | 192.542           |
| Intereses Deuda              | -                | 242.321          | 231.151          | 220.183          | 207.219          | 190.026          | 170.176          | 147.077          | 119.889          | 87.449           | 48.136            |
| Gastos Bancarios             | -                | 8.144            | 8.010            | 7.937            | 7.866            | 7.726            | 7.594            | 7.473            | 7.370            | 7.287            | 7.220             |
| IVA (Int+Gastos deuda)       | -                | 52.598           | 50.224           | 47.905           | 45.168           | 41.528           | 37.332           | 32.456           | 26.724           | 19.895           | 11.625            |
| Variacion Activo de Trabajo  | 179.115          | 746.312          | 190.432          | 969              | 4.843            | -9.686           | -                | -                | -                | -                | -                 |
| Inversiones:Maquinaria       | 3.000.000        | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                 |
| IVA Maquinaria               | 630.000          | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                 |
| <i>Aplicaciones</i>          | <b>3.809.115</b> | <b>3.884.181</b> | <b>4.803.792</b> | <b>4.650.807</b> | <b>4.665.327</b> | <b>4.638.932</b> | <b>4.624.999</b> | <b>4.590.970</b> | <b>4.573.689</b> | <b>4.562.936</b> | <b>4.555.758</b>  |
| Caja y Banco al cierre       | -                | 450.399          | 873.147          | 1.453.417        | 2.041.851        | 2.611.312        | 3.194.705        | 3.812.128        | 4.446.831        | 5.092.287        | 5.744.922         |
| Variacion de caja            | -                | 450.399          | 422.748          | 580.270          | 588.434          | 569.460          | 583.393          | 617.423          | 634.703          | 645.457          | 652.635           |

## 7. Flujo de Fondos del Proyecto

Todos los valores son en dólares.

| Año                         | 0          | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10        |
|-----------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Resultado Operativo         | -          | 729.177  | 588.591  | 687.637  | 739.428  | 726.013  | 746.742  | 792.437  | 832.814  | 866.966  | 897.789   |
| Impuesto a las ganancias    | -          | -        | -167.549 | -122.301 | -160.831 | -183.520 | -184.891 | -199.140 | -223.260 | -246.944 | -270.280  |
| Amortizaciones              | -          | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000  | 300.000   |
| Variacion Activo de trabajo | -179.115   | -746.312 | -190.432 | -969     | -4.843   | 9.686    | -        | -        | -        | -        | -         |
| Inversiones                 | -3.000.000 | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         |
| Pago a la AFIP              | -          | -376.907 | -562.865 | -569.539 | -565.305 | -569.502 | -574.378 | -580.109 | -586.939 | -595.209 | -         |
| Diferencia IVA              | -630.000   | 447.148  | 559.759  | 562.865  | 569.539  | 565.305  | 569.502  | 574.378  | 580.109  | 586.939  | 595.209   |
| Valor residual              | -          | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 817.133   |
| Flujo de Fondos del Negocio | -3.809.115 | 730.012  | 713.462  | 864.367  | 873.754  | 852.179  | 861.850  | 893.297  | 909.554  | 920.022  | 1.744.642 |

VAN

**1.251.313**

## 8. Flujo de Fondos de la deuda y del Inversor

Con el Flujo de Fondos del Negocio ya resuelto, se calcula el Flujo de Fondos de la Deuda, considerando todos los pagos en concepto de amortización de la deuda, intereses y gastos administrativos, además de la recepción del préstamo. El Flujo de Fondos de la Deuda también es utilizado para calcular el costo de la deuda, que es igual a la TIR de este Flujo.

Todos los valores son en dólares.

| Año                         | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       |
|-----------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Préstamo                    | 1.076.981 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Amortizaciones              | -         | 29.149   | 35.834   | 44.388   | 54.989   | 67.512   | 82.941   | 102.037  | 125.785  | 155.465  | 192.542  |
| Intereses                   | -         | 242.321  | 231.151  | 220.183  | 207.219  | 190.026  | 170.176  | 147.077  | 119.889  | 87.449   | 48.136   |
| Gastos Administrativos      | -         | 8.144    | 8.010    | 7.937    | 7.866    | 7.726    | 7.594    | 7.473    | 7.370    | 7.287    | 7.220    |
| Flujo de Fondos de la Deuda | 1.076.981 | -279.613 | -274.994 | -272.508 | -270.075 | -265.265 | -260.711 | -256.588 | -253.044 | -250.202 | -247.898 |

En el flujo de fondos del inversor, se considera que parte del proyecto es financiado por terceros. De esta manera el capital a invertir es menor que el del flujo de fondos del proyecto.

| Año                          | 0          | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10        |
|------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Aporte de capital            | -2.732.134 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |
| Saldo de fuentes y usos      | -          | 450.399 | 422.748 | 580.270 | 588.434 | 569.460 | 583.393 | 617.423 | 634.703 | 645.457 | 652.635   |
| Dividendos                   | -          | -       | 15.720  | 11.589  | 15.245  | 17.455  | 17.746  | 19.286  | 21.807  | 24.363  | 26.976    |
| Flujo de Fondos del Inversor | -2.732.134 | 450.399 | 438.468 | 591.859 | 603.679 | 586.915 | 601.140 | 636.709 | 656.510 | 669.820 | 1.496.744 |

## 9. Indicadores TIR / TOR / Período de repago

### 9.1. TIR del Proyecto

Mide la tasa de interés más alta que podría pagar un inversionista si todos los fondos para el proyecto se tomaran prestados. Se calcula sobre el Flujo de Fondos del negocio. El proyecto se acepta si la TIR es mayor a la tasa de descuento. En este proyecto, la TIR es del 18,6%, como se observa más adelante, se cumple la relación:

TIR > Tasa de descuento

### 9.2. TIR de la deuda

Determina el costo de la deuda  $K_d$  el cual se utiliza luego para el cálculo de la tasa de descuento. Este valor se obtiene del flujo de fondos de la deuda. En este caso se obtiene un  $K_d$  de 21,33%

### 9.3. TOR

Mide la rentabilidad del capital propio y se obtiene a partir del flujo de fondos del inversor.

Se calcula, al igual que la TIR, como aquella tasa que anula el VAN del inversor.

TOR = 18,1%

Una vez calculadas las TIR y la TOR se puede evaluar el efecto de la financiación en el rendimiento del proyecto; es decir, el “efecto palanca”. Dicho efecto queda evidenciado a través de la fórmula:

$$I = \frac{TOR}{TIR}$$

En este caso es igual a 1,03. Al ser mayor que uno, indica que se ha elegido una buena financiación (o al menos cumple con el requisito mínimo).

### 9.4. Período de repago

Indica la cantidad de períodos que se necesitan para recuperar la inversión. Para este proyecto, el periodo de repago es de 7 años.

## 10. Tasa de descuento

Para evaluar un proyecto se selecciona una tasa representativa del:

- Costo del capital propio y aplicarla para el descuento del proyecto puro, sin considerar fuentes de financiación.
- Costo del capital de la empresa que, asumiendo cierto endeudamiento, tiene en cuenta los costos de los inversionistas de riesgo y los financistas.

El costo propio o patrimonial es aquella parte de la inversión en un negocio que se financia con recursos propios.

- Fondos autogenerados.
- Aporte de los socios.

Se compone de los siguientes factores

$$Ks = Rf + Rp + Pr$$

Donde  $Rf$  es la tasa libre de riesgo que corresponde a la rentabilidad sobre la inversión que ofrece un retorno seguro;  $Rp$  es el riesgo país, es la diferencia entre la rentabilidad sobre bonos del tesoro con respaldo del gobierno del país;  $Pr$  es la prima de riesgo del negocio o industria, considera el riesgo y la incertidumbre en la determinación del flujo de caja del negocio debido al grado de protección del negocio, de la competencia, al grado de evolución de la tecnología, situación del producto y variaciones del mercado.

La prima de riesgo  $Pr$ , se estima de la siguiente manera

$$Pr = Pm \times \beta = (Rm - Rf) \times \beta$$

Aquí,  $Pm$  es la prima promedio del mercado de capitales local que corresponde a la rentabilidad promedio de dicho mercado  $Rm$ , descontada la tasa de riesgo libre;  $\beta$  es la volatilidad, mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión inicial al cambio de la rentabilidad del mercado general.

El costo de la deuda  $Kd$  se genera por la utilización de préstamos para financiar el negocio, los que deben reembolsarse en una fecha futura en un monto superior al obtenido originalmente.

No se toma en cuenta el ahorro en impuesto a las ganancias por los intereses de la deuda, ya que el mismo está contemplado dentro del flujo de fondos del proyecto.

Una vez conocido el costo de capital propio y el costo de la deuda se calcula el costo del capital de la empresa.

El costo  $K_o$  se calcula como el promedio ponderado de los costos relativos a cada una de las fuentes de financiación del negocio según la fuente de capital definida

$$K_o = K_s \times \frac{P}{A} + K_d \times \frac{D}{A}$$

Donde

$A = \text{Activo total}$

$P = \text{Patrimonio Neto}$

$D = \text{Deuda total}$

Ya definidos todos los índices necesarios para calcular el costo de deuda y costo de capital propio, se detallan a continuación los valores utilizados en este proyecto.

El índice de volatilidad  $\beta$ , obtenido del análisis realizado por Aswath Damodaran con datos de la empresa *Value Line*, tendrá un valor de 0,79 correspondiente a la industria de Oil Refining & Marketing. Esto significa que el riesgo inherente a este negocio es menor que el riesgo promedio del mercado.

En cuanto a la tasa libre de riesgos  $R_f$ , se toma el rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos la cual es de 4,7%.

De acuerdo a la compañía J.P Morgan, el riesgo país se encuentra en los 700 puntos, y teniendo en cuenta que 100 unidades equivalen a una sobretasa del 1%, tenemos un índice de 7%.

Para realizar el proyecto se utilizará un financiamiento de 4.000.000 de pesos. La tasa de interés que se utiliza es del 25% fija en pesos y para un período de 10 años. Para determinar el  $K_d$ , como se muestra anteriormente, se toma el flujo de fondos de la deuda. La TIR que devuelve éste es equivalente al  $K_d$ , en este caso de 21,33%.

|                              |         |      |
|------------------------------|---------|------|
| Tasa libre de riesgos        | $R_f$   | 4,7% |
| Riesgo país                  | $R_p$   | 7%   |
| Retorno promedio del mercado | $M_r$   | 14%  |
| Riesgo                       | $\beta$ | 0,79 |

Tabla 40

De esta manera, y utilizando una proyección del tipo de cambio peso/dólar del Fondo Monetario Internacional y reemplazando en la fórmula se obtiene una tasa de descuento para cada año, ya que el porcentaje de la deuda va variando.

| AÑO  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| WACC | 13,3% | 13,3% | 13,3% | 13,2% | 13,2% | 13,2% | 13,2% | 13,1% | 13,1% | 13,1% |

Tabla 41. Wacc

## 11. VAN

Este método utilizado para la evaluación de proyectos consiste en actualizar el flujo de fondos de cada año al año 0. Es decir, el VAN se calculó como:

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} FF_i \times \frac{1}{(1+d)^i}$$

Donde,  $FF_i$  es el flujo de fondos para el período  $i$ ,  $d$  es la tasa de descuento e  $i$  es el período a descontar.

Para aceptar un proyecto el VAN debe ser mayor que cero. En este caso, es de **U\$S 1.251.313** con lo cual se tiene un excedente que mide lo que será producido por encima de lo que se obtendría si se colocase la misma inversión en un plazo fijo con interés igual a la Tasa de Descuento.

El Flujo de Fondos utilizado para calcular el VAN fue el del Proyecto, por lo que se tiene en cuenta la composición (deuda y capital propio) de los fondos necesarios para llevarlo a cabo. Por esto es que la tasa de descuento utilizada es la WACC.

## 12. Balance

Todos los valores son en dólares.

| Año                          | 0         | 1         | 2         | 3         | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Activo Corriente</b>      | 809.115   | 1.558.678 | 1.989.006 | 2.570.245 | 3.163.522  | 3.723.296  | 4.306.689  | 4.924.112  | 5.558.815  | 6.204.272  | 6.856.906  |
| Disponibilidad en caja       | -         | 450.399   | 873.147   | 1.453.417 | 2.041.851  | 2.611.312  | 3.194.705  | 3.812.128  | 4.446.831  | 5.092.287  | 5.744.922  |
| Creditos por Vta.(sin IVA)   | -         | 597.050   | 719.909   | 720.534   | 723.659    | 717.409    | 717.409    | 717.409    | 717.409    | 717.409    | 717.409    |
| Credito fiscal               | 630.000   | 182.852   | -         | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| Prevision Caja               | 179.115   | 179.115   | 215.973   | 216.160   | 217.098    | 215.223    | 215.223    | 215.223    | 215.223    | 215.223    | 215.223    |
| Bienes de Cambio             | -         | 149.262   | 179.977   | 180.134   | 180.915    | 179.352    | 179.352    | 179.352    | 179.352    | 179.352    | 179.352    |
| <b>Activo No Corriente</b>   | 3.000.000 | 2.700.000 | 2.400.000 | 2.100.000 | 1.800.000  | 1.500.000  | 1.200.000  | 900.000    | 600.000    | 300.000    | -          |
| Bienes de Uso                | 3.000.000 | 3.000.000 | 3.000.000 | 3.000.000 | 3.000.000  | 3.000.000  | 3.000.000  | 3.000.000  | 3.000.000  | 3.000.000  | 3.000.000  |
| Amortizaciones Acumuladas    | -         | -300.000  | -600.000  | -900.000  | -1.200.000 | -1.500.000 | -1.800.000 | -2.100.000 | -2.400.000 | -2.700.000 | -3.000.000 |
| <b>Total Activo</b>          | 3.809.115 | 4.258.678 | 4.389.006 | 4.670.245 | 4.963.522  | 5.223.296  | 5.506.689  | 5.824.112  | 6.158.815  | 6.504.272  | 6.856.906  |
| <b>Pasivo Corriente</b>      | -         | 167.549   | 122.301   | 160.831   | 183.520    | 184.891    | 199.140    | 223.260    | 246.944    | 270.280    | 294.852    |
| Deudas Corrientes            | -         | -         | -         | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -          | -          |
| Prevision IG                 | -         | 167.549   | 122.301   | 160.831   | 183.520    | 184.891    | 199.140    | 223.260    | 246.944    | 270.280    | 294.852    |
| <b>Pasivo No Corriente</b>   | 1.076.981 | 1.044.594 | 1.004.109 | 953.504   | 890.247    | 811.175    | 712.336    | 588.787    | 434.351    | 241.306    | -          |
| Deudas Bancarias a Pagar     | 1.076.981 | 1.044.594 | 1.004.109 | 953.504   | 890.247    | 811.175    | 712.336    | 588.787    | 434.351    | 241.306    | -          |
| <b>Total Pasivo</b>          | 1.076.981 | 1.212.143 | 1.126.410 | 1.114.334 | 1.073.766  | 996.067    | 911.477    | 812.048    | 681.296    | 511.587    | 294.852    |
| <b>Patrimonio Neto</b>       | 2.732.134 | 3.046.535 | 3.262.596 | 3.555.910 | 3.889.756  | 4.227.230  | 4.595.213  | 5.012.064  | 5.477.519  | 5.992.685  | 6.562.055  |
| Capital                      | 2.732.134 | 2.732.134 | 2.732.134 | 2.732.134 | 2.732.134  | 2.732.134  | 2.732.134  | 2.732.134  | 2.732.134  | 2.732.134  | 2.732.134  |
| Resultado acum. al inicio    | -         | -         | 314.402   | 546.182   | 851.086    | 1.200.176  | 1.555.105  | 1.940.835  | 2.376.973  | 2.864.234  | 3.403.763  |
| (-) asignacion reserva legal | -         | -         | -15.720   | -27.309   | -42.554    | -60.009    | -77.755    | -97.042    | -118.849   | -143.212   | -170.188   |
| (-) distribucion socios      | -         | -         | -15.720   | -27.309   | -42.554    | -60.009    | -77.755    | -97.042    | -118.849   | -143.212   | -170.188   |
| Resultado acum. al cierre    | -         | -         | 282.961   | 491.564   | 765.977    | 1.080.159  | 1.399.594  | 1.746.751  | 2.139.275  | 2.577.811  | 3.063.387  |
| Reserva legal                | -         | -         | 15.720    | 27.309    | 42.554     | 60.009     | 77.755     | 97.042     | 118.849    | 143.212    | 170.188    |
| Resultado                    | -         | 314.402   | 231.781   | 304.904   | 349.091    | 354.928    | 385.730    | 436.138    | 487.262    | 539.529    | 596.346    |
| <b>Pasivo + PN</b>           | 3.809.115 | 4.258.678 | 4.389.006 | 4.670.245 | 4.963.522  | 5.223.296  | 5.506.689  | 5.824.112  | 6.158.815  | 6.504.272  | 6.856.906  |

### 13. Análisis e Interpretación de los estados contables

A fin de poner de relieve las causas y consecuencias en el movimiento operativo de la empresa, se utilizan índices que relacionan rubros del balance general y el estado de resultados.

#### 13.1. Índices de Rentabilidad

El cálculo de la ecuación básica de rentabilidad se expresa a través de la fórmula genérica siguiente:

$$Tasa\ de\ Rentabilidad = \frac{Utilidad}{Capital} \times 100 = \%$$

Según los conceptos que se incluyan al definir ambos términos, utilidad y capital, se distinguen 3 tasas

- a) Rentabilidad del Patrimonio Neto
- b) Rentabilidad de la inversión permanente
- c) Rentabilidad de la inversión

##### 13.1.1. Rentabilidad del patrimonio neto

Refleja la tasa de retribución del capital aportado por los propietarios.

Se consideran las utilidades después de deducir todos los costos financieros, ya sea por préstamos a corto plazo o largo plazo.

El capital se integra por acciones en circulación, reservas y resultados no distribuidos, es decir, el Patrimonio neto.

$$Rentabilidad\ del\ patrimonio\ neto = \frac{Utilidad\ neta}{Patrimonio\ neto} \times 100 = \%$$

|                                  |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año                              | 0    | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Rentabilidad del Patrimonio neto | 0,0% | 10,3% | 7,1% | 8,6% | 9,0% | 8,4% | 8,4% | 8,7% | 8,9% | 9,0% | 9,1% |

### 13.1.2. Rentabilidad de la inversión permanente

Refleja la tasa de retribución de los capitales afectados en forma permanente considerando como tales los portados por los propietarios y acreedores a largo plazo.

Como herramienta de información interna evalúa el conjunto de los capitales disponibles a largo plazo con prescindencia de la titularidad de los mismos. Asimismo al compararla con la tasa de rentabilidad del patrimonio neto mide el efecto económico del endeudamiento a largo plazo, comúnmente conocido como “efecto palanca”.

Así, si la tasa de rentabilidad del patrimonio neto supera a la de la inversión permanente dicho efecto será positivo, por ser el costo de los préstamos inferior a la utilidad que aportan, transfiriéndose dicha diferencia a favor de los propietarios.

La fórmula de rentabilidad sobre la inversión permanente considera:

- Utilidad antes de deducir intereses por financiaciones a largo plazo.
- Capital aportado por los propietarios y acreedores a largo plazo.

$$\text{Rentabilidad de la inversión permanente} = \frac{\text{Utilidad neta + inter. por financ. a largo plazo}}{\text{Patrimonio neto + pasivo no corriente}} \times 100 = \%$$

Enfocado desde el punto de vista de la utilización de la inversión permanente puede definirse la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} \text{Inversión permanente} &= \text{activo no corriente} + \text{Capital de trabajo} = \\ &= \text{Patrimonio neto} + \text{pasivo no corriente} \end{aligned}$$

En consecuencia, la formula anterior también puede expresarse como:

$$\text{Rentabilidad de la inversión permanente} = \frac{\text{Utilidad neta + inter. por financ. a largo plazo}}{\text{activo no corriente} + (\text{activo corriente} - \text{pasivo corriente})} \times 100 = \%$$

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año                                     | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Rentabilidad de la Inversión permanente | 0,0% | 7,7% | 5,4% | 6,8% | 7,3% | 7,0% | 7,3% | 7,8% | 8,2% | 8,7% | 9,1% |

### 13.1.3 Rentabilidad de la inversión total

Refleja la tasa de rendimiento del activo total y constituye una medida de eficiencia económica en la utilización de la inversión total de la empresa, aislándolo del factor financiero (costo del capital propio y de terceros).

La comparación de las tasas de rentabilidad de la inversión total con la del Patrimonio neto mide el “efecto palanca” que ejerce el endeudamiento total, a corto y largo plazo.

La fórmula de rentabilidad de la inversión total considera:

- Utilidad antes de deducir los intereses devengados por deudas a corto y largo plazo y todo otro costo implícito derivado del endeudamiento. Se consideran costos implícitos los descuentos no aprovechados o mayores precios por no haberse abonado las compras al contado, es decir, por haber transformado al proveedor en financista; como así también otros efectos de difícil cuantificación pero de muy concreta incidencia, como el debilitamiento del poder de negociación de la empresa ante los proveedores cuando se recurre a su financiación.
- Capital aportado por los propietarios y acreedores a corto y largo plazo.

$$\text{Rentabilidad de la inversión total} = \frac{\text{Utilidad neta} + \text{inter. por financ. a corto o largo plazo}}{\text{Patrimonio neto} + \text{pasivo corriente} + \text{pasivo no corriente}} \times 100 = \%$$

Enfocado desde el punto de vista de la utilización de la inversión total puede definirse la siguiente igualdad:

$$\text{Inversión total} = \text{activo total} = \text{Patrimonio neto} + \text{pasivo corriente} + \text{pasivo no corriente}$$

En consecuencia, fórmula anterior también puede expresarse como:

$$\text{Rentabilidad de la inversión total} = \frac{\text{Utilidad neta} + \text{inter. por financ. a corto o largo plazo}}{\text{Activo Total}} \times 100 = \%$$

|                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año                                | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Rentabilidad de la Inversión total | 0,0% | 7,4% | 5,3% | 6,5% | 7,0% | 6,8% | 7,0% | 7,5% | 7,9% | 8,3% | 8,7% |



## **XII. RIESGOS**



### 1. Análisis de costos

El mayor volumen de costos está dado por los sueldos, los cuales representan más del 70%. Al ser los mismos en pesos y los ingresos en dólares, y con el tipo de cambio que se adopta, su variación no afecta de manera considerable la rentabilidad del proyecto.

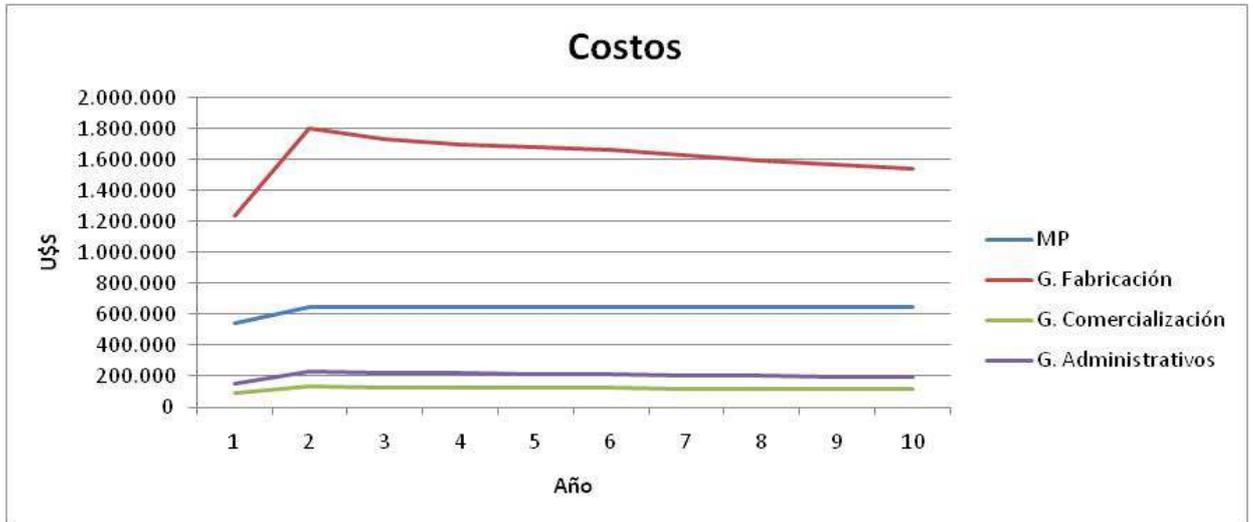


Figura 34: Análisis de costos

### 2. Distribución de probabilidades de las variables

- Costo de la materia prima

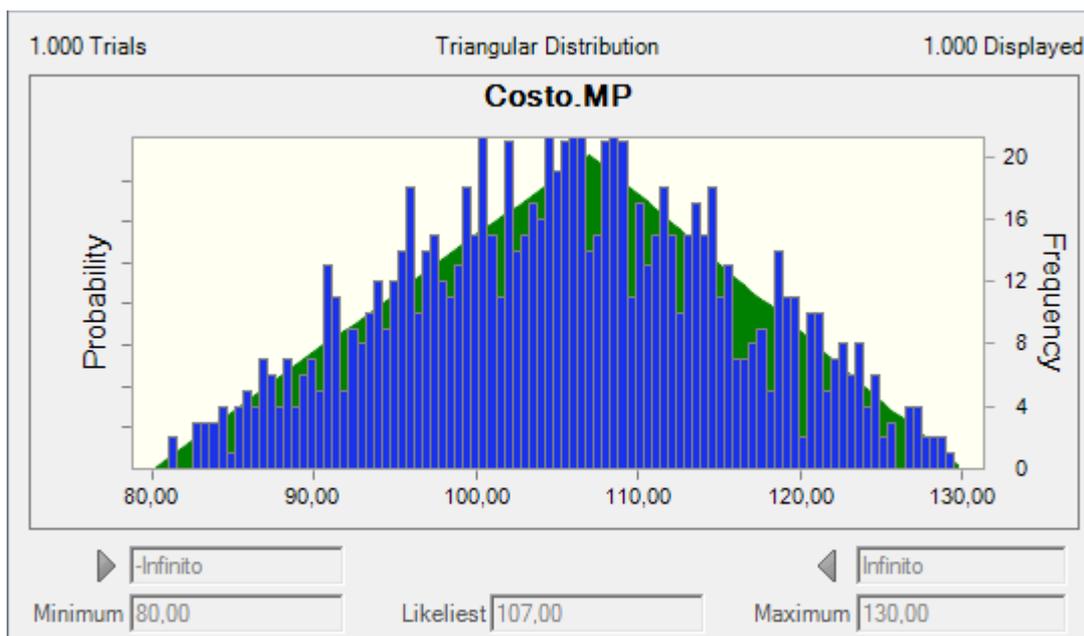


Figura 35. Distribución del costo de la materia prima

Para el costo de la materia prima, se ha elegido una distribución *Triangular Distribution*, con valor más probable en 107 U\$. Se eligió esta distribución porque existe un valor mínimo al cual puede ser vendida la materia prima. El costo mínimo se estableció en 80 U\$, ya que un precio menor no sería sustentable para la Planta de Separación.

- Porcentaje de fuel oil

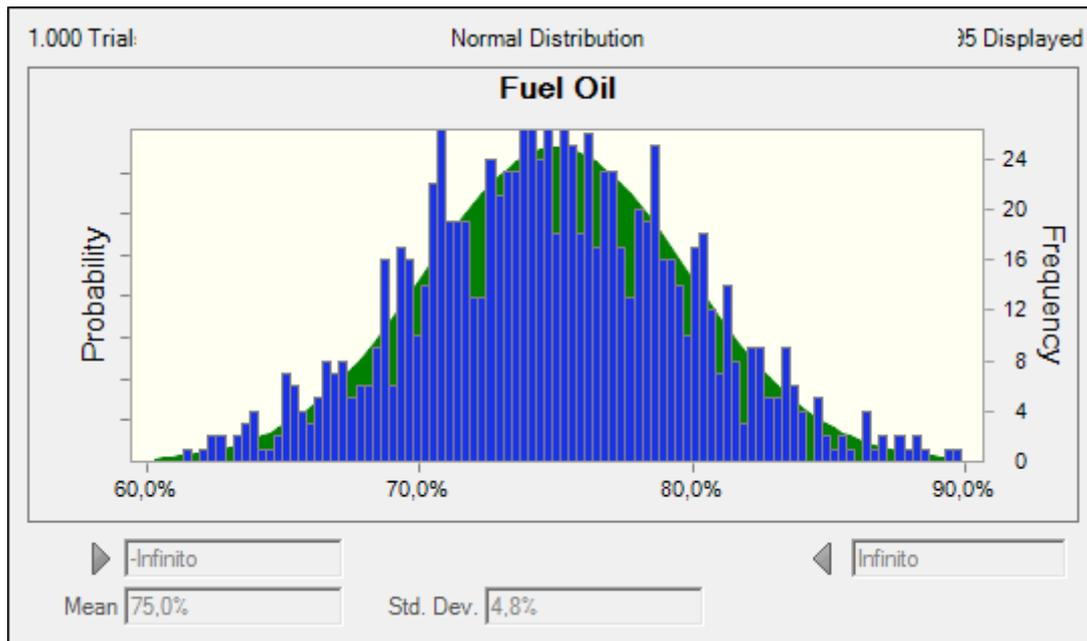


Figura 36. Distribución del porcentaje de fuel oil

Como se detalla en la descripción del proceso, el porcentaje de fuel oil varía dependiendo del tipo de materia prima que se utilice. De acuerdo al tipo de residuos que hay en Villa Mercedes, se espera obtener un 75% de fuel oil y un 25% de carbonilla. Para este parámetro se utiliza una Distribución Normal con media en 75%.

## - Precio

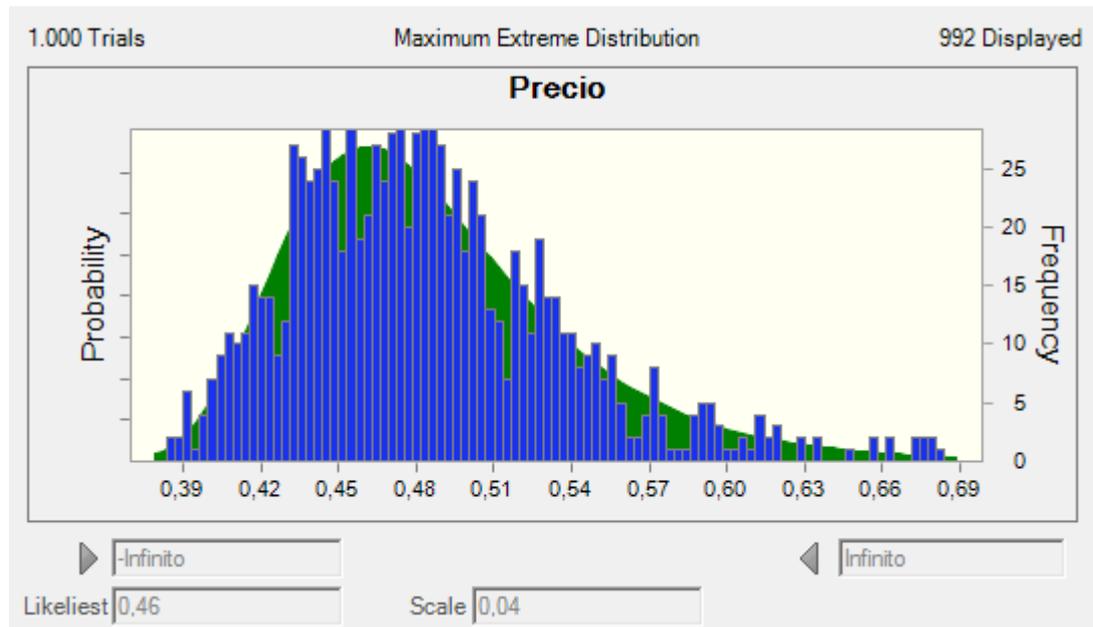


Figura 37. Distribución del precio

Para el precio de venta se ha escogido la *Maximum Extreme Distribution*. Posee una campana con sesgo a la izquierda y una larga cola hacia la derecha. Se estableció un valor más probable igual al precio determinado en las proyecciones.

## - Materia prima

Una variable que afecta de manera considerable el proyecto es la capacidad de obtener materia prima para procesar. Para el análisis se le asigna una distribución *Minimum Extreme*, con valor más probable en 9.900 Tn/año el cual es la capacidad de la planta.

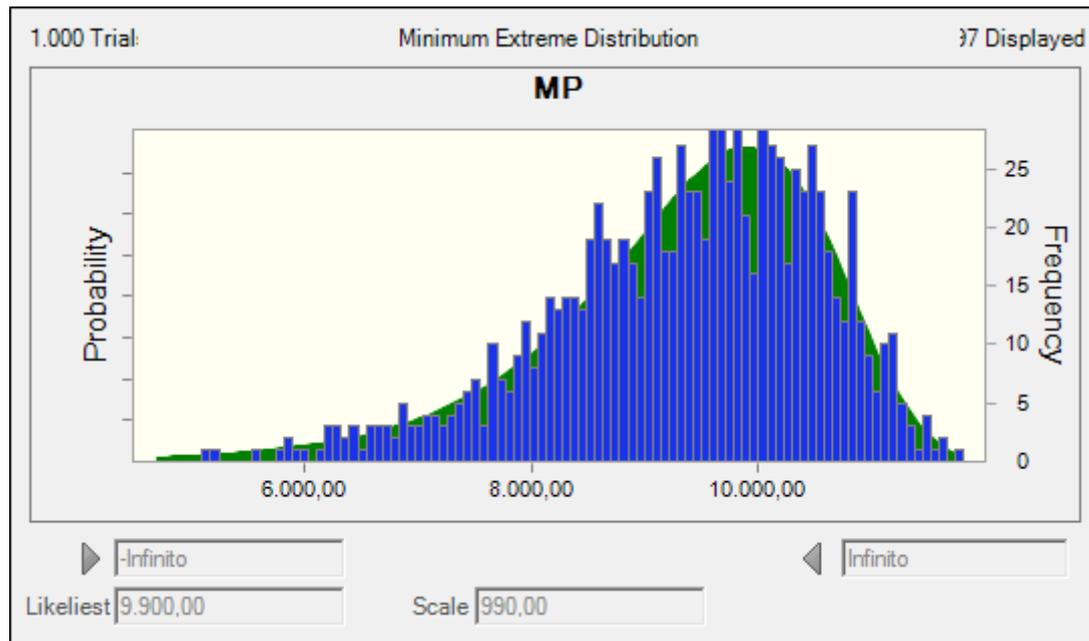


Figura 38. Distribución del volumen de materia prima

### 3. Análisis de sensibilidad

Para este análisis se utiliza el software Crystal Ball. Todas las anteriores variables fueron seleccionadas como supuestos (Assumptions), mientras que los indicadores financieros (VAN del Proyecto, TIR y TOR) fueron los calculados para las estadísticas.

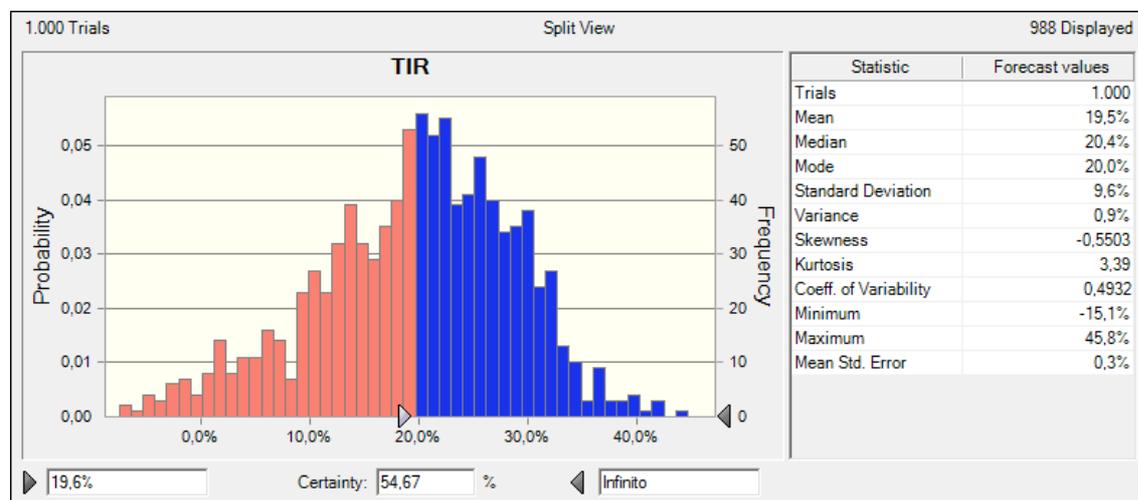


Figura 39. Proyecciones de la TIR

La TIR resultó con una media de 19,5%, un mínimo de -15,1% y un máximo de 45,8%.

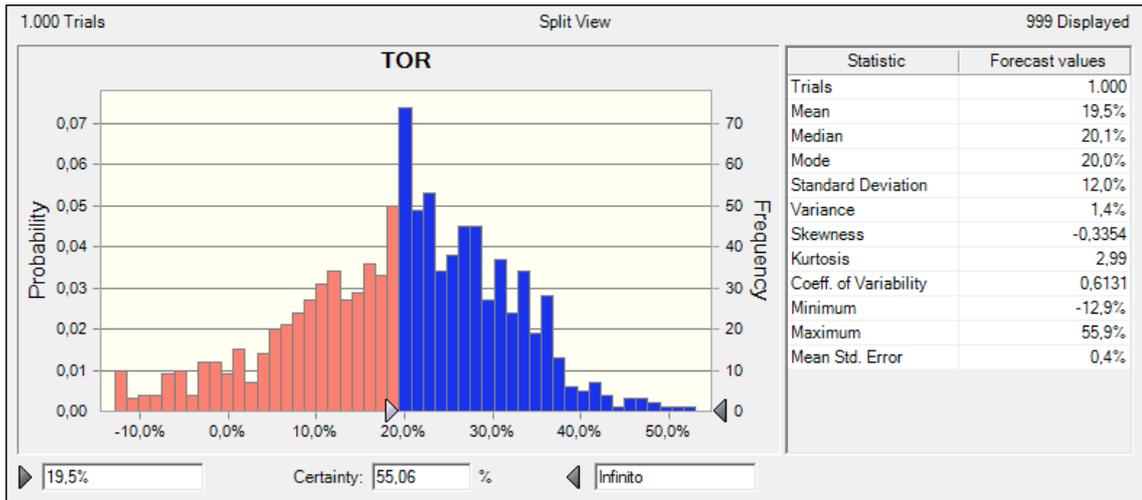


Figura 40. Proyecciones de la TOR

La TOR tiene una media de 19,5%, un mínimo de -12,9% y un máximo de 55,9%.

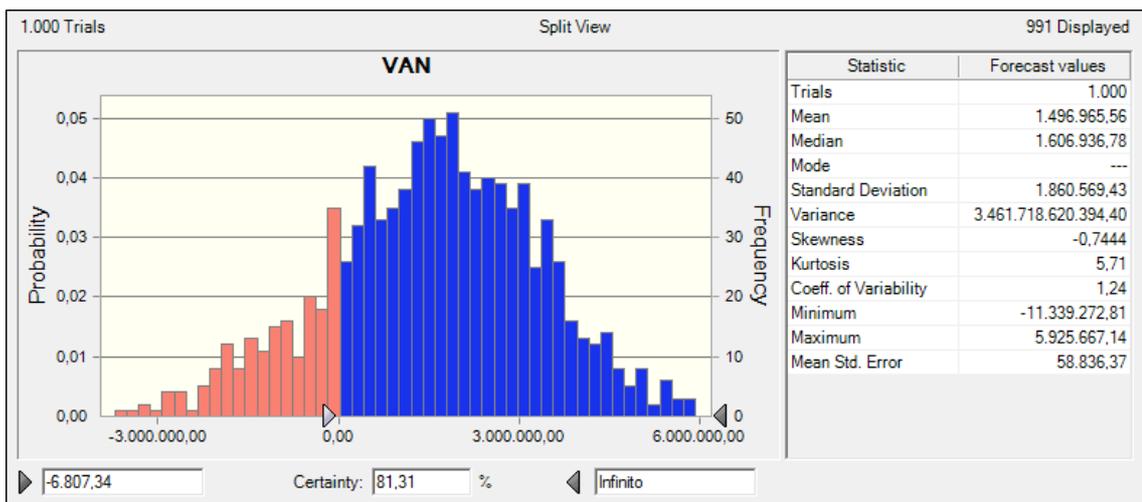


Figura 41. Proyecciones del VAN

Para el VAN de Proyecto se obtuvo una media de U\$S 1.496.966, un mínimo de U\$S -11.339.272 y un máximo de U\$S 5.925.667.

Si observamos el gráfico de sensibilidad, podemos ver que la variación en la cantidad de materia prima procesada es el parámetro que afecta en mayor medida al VAN. Por este motivo es necesario asegurar un suministro constante de residuos seleccionados.

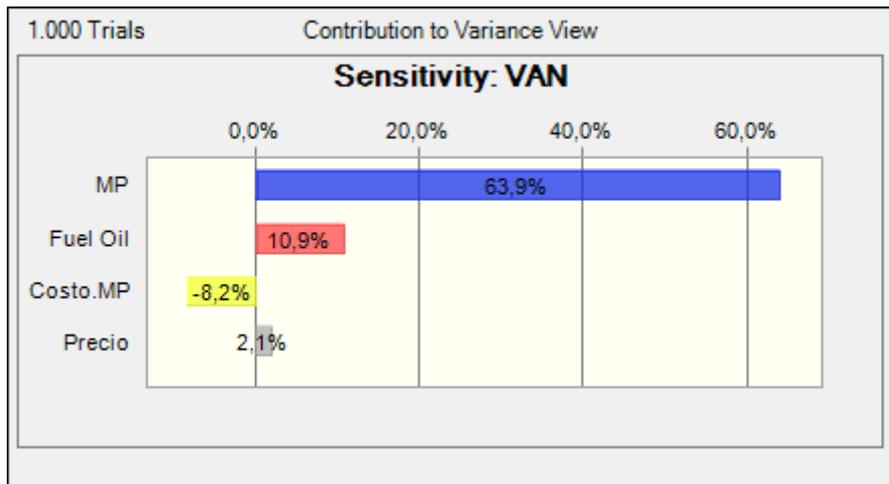


Figura 42. Gráfico de sensibilidad del VAN

Si se elimina la variable materia prima del análisis de sensibilidad, y manteniendo las demás como se mostró anteriormente, se obtiene el siguiente gráfico donde se puede observar que un 98% de los valores son positivos.

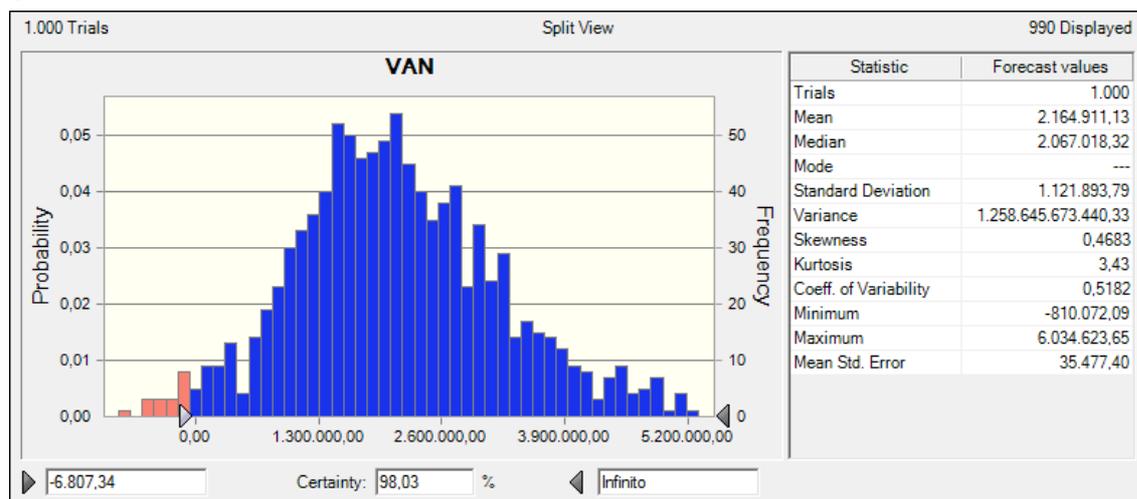


Figura 43. Proyecciones del VAN con materia prima fija

#### 4. Mitigación de Riesgos

Para este proyecto, uno de los puntos más importantes a tener en cuenta es la materia prima. La misma será obtenida a partir de una planta de separación, la cual no existe en este momento, por lo que es de vital importancia asegurarse que la misma esté en funcionamiento al momento de la puesta en marcha de la Planta de Pirólisis. Si bien se podría comprar la materia prima a cartoneros, el objetivo del proyecto es fomentar la inserción social. Para lograr esto, se tomarán ciertas medidas que a pesar de no eliminar el riesgo, lo mitigan de manera considerable:

- Se realizará la inversión inicial, la cual como se observa en la sección Planta de Separación es de U\$S 200.000. De esta manera se mantendrá un control del avance en la construcción y

puesta en marcha de la Planta de Separación. Una vez que esté en operación, se dejará que el Gobierno tome total control de la misma, desligándose de toda responsabilidad.

- Asimismo, se estipulará que los residuos seleccionados serán vendidos en forma prioritaria a la Planta de Pirólisis por el período del proyecto.



### **XIII. CONCLUSIONES**



La disposición final de los residuos sólidos urbanos constituye un problema creciente en todo el mundo, por el costo y la necesidad de espacios libres que genera hacerse cargo de los mismos. En este proyecto se presenta una solución a esta problemática ambiental, utilizando como materia prima 30% de los residuos generados en Villa Mercedes.

Asimismo, se generan puestos de trabajo para personas fuera del sistema laboral, y como resultado se obtiene un producto que reemplaza la utilización de combustibles derivados del petróleo. Por estos motivos, se puede afirmar que en cuanto a beneficios para la sociedad el aporte es más que positivo.

Se espera contar con el apoyo del gobierno provincial en todos los aspectos que sea necesario, e incluso disminuir ciertos costos que fueron estimados en el análisis.

En cuanto a la factibilidad económica, de acuerdo al análisis realizado, el proyecto resulta rentable e incluso atractivo en caso de ser necesario conseguir algún tipo de financiación.

Para el caso de la Planta de Separación, tomando la creación y puesta en marcha como proyecto aislado, el mismo también resulta rentable. Esto se debe a que la materia prima que se vende como producto una vez separado, no tiene costo para la misma.

Como etapa posterior y a raíz de la necesidad de separar los residuos, se estará incentivando al gobierno a educar a la población, fomentando la separación de residuos en origen.

A partir de la formalización del acuerdo societario con el gobierno provincial, la puesta en marcha del emprendimiento puede lograrse en un plazo de doce meses, generando así una excelente oportunidad de marcar un hito en el desarrollo provincial, iniciando un proyecto económicamente viable y que además aporta importantes beneficios de alta sensibilidad social, al actuar positivamente sobre el uso de residuos y generar una alternativa ambientalmente favorable al consumo de combustibles fósiles.



## **XIII. ANEXOS**



Lista 1

**Corrientes de desechos sujetas a control**

- Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, Contaminantes Orgánicos médicos y clínicas para salud humana y animal.
- Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
- Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
- Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.
- Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
- Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
- Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
- Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o están contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
- Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
- Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
- Y15 Desechos de carácter explosivo que no están sometidos a una legislación diferente.

## Planta de Pirólisis

Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.

Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.

Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

## Lista 2

**Desechos que tengan como constituyente**

- Y19 Metales carbonilos.
- Y20 Berilio, compuesto de berilio.
- Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
- Y22 Compuestos de cobre.
- Y23 Compuestos de zinc.
- Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.
- Y25 Selenio, compuestos de selenio.
- Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.
- Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.
- Y28 Telurio, compuestos de telurio.
- Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
- Y30 Tallo, compuestos de talio.
- Y31 Plomo, compuestos de plomo.
- Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico.
- Y33 Cianuros inorgánicos.
- Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
- Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
- Y36 Asbestos (polvo y fibras).
- Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.
- Y38 Cianuros orgánicos.
- Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
- Y40 Eteres.
- Y41 Solventes orgánicos halogenados.
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
- Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

Lista 3

**Características peligrosas**

(1) (H1) Explosivos: por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.

(3) (H.3) Líquidos inflamables: por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etcétera, pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5 °C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6 °C, en ensayos con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición).

(4.1) (H.4.1) Sólidos inflamables: se trata de sólidos o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.

(4.2) (H.4.2) Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.

(4.3) (H.4.3) Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.

(5.1) (H.5.1) Oxidantes: sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

(5.2) (H.5.2) Peróxidos orgánicos: las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente OO son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.

- (6.1) (H.6.1) Tóxicos (venenos) agudos: sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
- (6.2) (H.6.2) Sustancias infecciosas: sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
- (8) (H.8) Corrosivos: sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
- (9) (H.10) Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
- (9) (H11) Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): sustancias o desechos que de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia.
- (9) (H12) Ecotóxicos: sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
- (9) (H13) Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.



## **IX. BIBLIOGRAFÍA**



Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos en ciudades intermedias del NEA. Universidad Nacional del Nordeste, Mario Berent y Daniel Vedoya, 2005.

Sitio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la nación. <http://www.medioambiente.gov.ar>

Plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos y reutilización de biosólidos producto de la actividad de feed-lots. Lottici, Zapata, Epelde, Fajardo y Dabove, 2004

Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tchobanoglous, Theisen, Vigil – McGraw Hill. España, 1994.

CEAMSE. Informes DIRSA. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. <http://www.dirsa.org/documentos/ArgentinaInformePais.htm>

Plan Nacional de Valorización de Residuos, Miguel Angel Craviotto, 2000

Informe anual de gestión integral de residuos solidos urbanos, Ley 1.854

Gestión Integral de Residuos Domiciliarios, Ley 25.916

Entrevista con Guillermo Aguado, Director del programa de inclusión social de San Luis

Entrevista con Marcelo Loto, presidente de la cooperativa Reciclando Sueños

Diario La Nación, Que hacer con la basura, la encrucijada en el pais y el mundo. Sección Enfoques. Lorena Oliva, 29 de junio de 2008

Sitio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable de la Nación <http://medioambiente.gov.ar>

Sitio de la Secretaría de Energía de la Nación. <http://energia3.mecon.gov.ar>

Sitio de J.P. Morgan <http://www.jpmorgan.com>

Sitio de CME Group <http://www.cmegroup.com>

Sitio de Ecochem <http://www.ecochemsa.com/>