

# **INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE POLIESTIRENO EXPANDIBLE**

**AUTORES: Baredes, Natan Daniel (Leg. Nº 56136)**

**Cazes, Tomás Juan (Leg. Nº 57003)**

**Gallo, Siro Andrés (Leg. Nº 56125)**

**Perczyk, Andrés (Leg. Nº 56303)**

**Schapira, Tomás (Leg. Nº 56466)**

**Teperman, Nicolás (Leg. Nº 56011)**

**TUTOR: Bagnasco, Franco**

**TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**BUENOS AIRES**

**2019**

Planta de EPS

## **DEDICATORIA**

Queremos brindarle sincero agradecimiento a Ariel Stolar por su constante y desinteresado apoyo hacia el grupo a lo largo de todo el proyecto.

Sin olvidarnos también de todas aquellas personas que contribuyeron a nuestra formación.

Atentamente,

Natan Daniel Baredes,

Tomás Juan Cazes,

Siro Andrés Gallo,

Andrés Perczyk,

Tomás Schapira,

Nicolás Teperman.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se desarrolla un estudio de prefactibilidad en concepto del Proyecto Final de Ingeniería Industrial del ITBA, cuyo objetivo es la instalación de una planta elaboradora de poliestireno expandible (denominado EPS por sus siglas en inglés). Este estudio incluye un análisis del mercado, la ingeniería del proceso, un análisis económico-financiero y un análisis de riesgo junto a las mitigaciones correspondientes.

Del estudio se concluye que sería beneficioso instalar la planta dentro de la petroquímica de Pampa Energía debido a que se integraría verticalmente con la actual producción de la materia prima del proceso (poliestireno) dentro de las instalaciones. También, el proyecto se apalancaría de la actual estructura organizativa de Pampa Energía y su capacidad crediticia para financiarse con deuda en el mercado de capitales.

El análisis de mercado refleja que la mayor oportunidad se encuentra en la producción de perlas de EPS para la construcción, debido a que estas representan el 60% de la demanda del EPS total. Además, el proceso productivo elegido, pionero en Argentina, permite el agregado de nuevos materiales aislantes que resultan de gran atractivo para dicho uso.

Según las proyecciones de mercado realizadas, se proyectan ventas brutas por 2,74 millones de USD para el primer año del proyecto y 22,87 millones de USD para el último año del proyecto con un margen de EBITDA promedio del 21%.

Para el desarrollo inicial del proyecto se necesitará una inversión de 6 millones de USD para el costo de la maquinaria y la instalación de la planta que se financiará en un 66% con capital propio y en un 34% con un bono al 12,55% en dólares a 10 años.

El VAN obtenido en el análisis económico financiero del proyecto es de -1.018.728 USD. Lo que permite concluir que, teniendo en cuenta las proyecciones preliminares, no es conveniente desarrollar el proyecto. Sin embargo, a partir de un análisis de riesgos se obtuvieron mitigaciones que mejoran dicho indicador.

Luego de las mitigaciones realizadas mediante ingeniería de contratos y mejoras operativas se obtiene un VAN medio de 1.166.796 USD con una probabilidad de VAN positivo del 62,72%.

Dado los resultados obtenidos, se concluye que la instalación de la planta de EPS no es recomendable en un proyecto de tan corta duración debido a la incapacidad de generación de flujos de fondos para repagar la inversión inicial.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

In this paper a prefeasibility study is developed as the Final Degree Project of Industrial Engineering. Its objective is the installation of an expandable polystyrene plant (EPS). This study consists of a market analysis, an engineering study, an economic and financial analysis and a risk analysis.

One of the study's conclusion is that it would be convenient to install the plant in the facilities of the petrochemical plant of Pampa Energía, due to the incentives for a vertical integration, as Pampa produces the main raw material of the process, polystyrene. Also, the project would leverage Pampa Energía access to capital markets and its organizational structure.

The market analysis shows that the biggest opportunity is found in the production of EPS for the construction market, as it represents 60% of the total EPS demand. Also, the production process chosen, the first of its kind in Argentina, allows the addition of new isolation materials attractive for such market.

Taking into account the market projections, 2.74 million USD in revenue is projected for the first year of the project and 22.87 million for the last year with an average EBITDA margin of 21%.

An initial investment of 6 million USD is needed to cover machinery and installation costs. 66% of this investment will be financed with equity and 34% with a 10-Year bond with a 12.55% interest rate.

The NPV obtained in the economic and financial analysis is of -1,018,728 USD. Taking into account preliminary projections, it is not convenient to develop the project. However, after mitigating certain risks in the risks analysis this indicator was improved.

After mitigating risks through providers and suppliers' contracts and operative improvements a NPV of 1,166,796 USD was obtained with a probability of a positive NPV of 62.72%. Given these results, it is not recommended to install the plant in a project of such short duration due to the inability to generate cash flow to repay the initial investment.

## Tabla de Contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. ANÁLISIS DE MERCADO .....</b>                    | <b>1</b>  |
| <i>1.1. Introducción .....</i>                         | <i>2</i>  |
| <i>1.2. Producto .....</i>                             | <i>2</i>  |
| 1.2.1 Reciclaje .....                                  | 3         |
| <i>1.3. Proceso Productivo .....</i>                   | <i>4</i>  |
| 1.3.1. Proceso Batch .....                             | 4         |
| 1.3.1. Proceso Continuo .....                          | 5         |
| <i>1.4. Usos y Aplicaciones .....</i>                  | <i>6</i>  |
| 1.4.1 Construcciones .....                             | 7         |
| 1.4.1.1. Bovedillas y Losas de Bovedillas.....         | 7         |
| 1.4.1.2. EIFS .....                                    | 7         |
| 1.4.1.3. Placas Térmicas .....                         | 8         |
| 1.4.2. Embalajes .....                                 | 8         |
| 1.4.3. Packaging .....                                 | 8         |
| 1.4.4. Usos Cotidianos.....                            | 8         |
| <i>1.5. Poliestireno Expandible en Argentina .....</i> | <i>9</i>  |
| 1.5.1. Elección del Producto .....                     | 9         |
| 1.5.2. Ciclo de Vida .....                             | 11        |
| <i>1.6. Estudio de Mercado .....</i>                   | <i>11</i> |
| 1.6.1. Proveedores .....                               | 11        |
| 1.6.2. Clientes .....                                  | 13        |
| 1.6.3. Distribuidor .....                              | 14        |
| 1.6.4. Segmentación Geográfica.....                    | 14        |
| 1.6.5. Competidores.....                               | 14        |
| 1.6.6. Productos Sustitutos .....                      | 16        |
| 1.6.6.1. Lana de Vidrio .....                          | 16        |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.6.6.2. Poliuretano.....                               | 16        |
| 1.6.7. Fuerzas de Porter y FODA .....                   | 17        |
| 1.7. Estrategia Comercial .....                         | 19        |
| 1.8. Análisis 4P .....                                  | 20        |
| 1.9. Localización.....                                  | 21        |
| 1.10. Análisis Histórico de la Demanda .....            | 22        |
| 1.11. Proyección de la Demanda .....                    | 23        |
| 1.11.1. Situación Legal .....                           | 24        |
| 1.11.2. PBI de Argentina .....                          | 24        |
| 1.11.3. Índice Construya.....                           | 26        |
| 1.11.4. Relación Entre PBI e Índice Construya.....      | 27        |
| 1.11.5. Riesgo País .....                               | 29        |
| 1.11.6. Inflación.....                                  | 30        |
| 1.11.7. Tasa de Interés BADLAR .....                    | 32        |
| 1.11.8. Proyección de la Demanda .....                  | 33        |
| 1.12. Análisis Histórico de la Oferta .....             | 47        |
| 1.13. Proyección de la Oferta .....                     | 48        |
| 1.14. Determinación y Proyección del Precio .....       | 65        |
| 1.15. Segmento del Mercado y Proyección de Ventas ..... | 77        |
| 1.16. Canales y Estrategias de Distribución .....       | 81        |
| <b>II. ANÁLISIS DE INGENIERÍA.....</b>                  | <b>83</b> |
| 2.1. Introducción.....                                  | 83        |
| 2.2. Proceso .....                                      | 83        |
| 2.2.1. Descripción.....                                 | 84        |
| 2.2.1.1. Proceso Batch .....                            | 84        |
| 2.2.1.2. Proceso Continuo .....                         | 88        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.2.2. Elección .....                                  | 95         |
| 2.2.3. Puesta en Marcha.....                           | 99         |
| 2.2.4. Análisis de Renovación de Equipos .....         | 101        |
| 2.2.5. Tratamiento de Desperdicios .....               | 102        |
| 2.3. Ingeniería .....                                  | 102        |
| 2.3.1. Balance de Masa.....                            | 103        |
| 2.3.2. Estructura de Tiempos .....                     | 110        |
| 2.3.3. Cronograma de Ejecución del Proyecto .....      | 113        |
| 2.3.4. Balance de Línea .....                          | 114        |
| 2.3.5. Consumo Energético de Agua y Aceite.....        | 124        |
| 2.4. Marco Legal.....                                  | 126        |
| 2.4.1. Patentes.....                                   | 128        |
| 2.4.2. Estudio de Impacto Ambiental .....              | 129        |
| 2.5. Localización .....                                | 129        |
| 2.5.1. Macrolocalización .....                         | 130        |
| 2.5.1.1. Punto Óptimo por Centro de Gravedad .....     | 130        |
| 2.5.2. Microlocalización .....                         | 134        |
| 2.5.2.1. Promoción Industrial .....                    | 134        |
| 2.5.2.2. Precio y Disponibilidad del Terreno.....      | 135        |
| 2.5.2.3. Beneficios de Instalar en Pampa Energía ..... | 135        |
| 2.5.3. Descripción del Lugar Elegido .....             | 135        |
| 2.6. Lay-Out, Suministros e Instalaciones .....        | 136        |
| 2.6.1. Equipos y Procesos Auxiliares .....             | 140        |
| 2.7. Organización del Personal .....                   | 142        |
| 2.7.1. Dimensionamiento de Mano de Obra.....           | 142        |
| 2.7.2. Estructura de la Organización .....             | 146        |
| 2.7.3. Tercerizaciones de Funciones.....               | 147        |
| <b>III. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.....</b>       | <b>148</b> |

|   |     |
|---|-----|
| <i>3.1. Introducción</i> .....                                    | 148 |
| <i>3.2. Consideraciones para el Análisis</i> .....                | 148 |
| 3.2.1. Sistema de Costeo .....                                    | 148 |
| 3.2.2. Datos Macroeconómico .....                                 | 149 |
| 3.2.3. Riesgo País .....  | 149 |
| 3.2.4. Tasa del Bono de Pampa .....                               | 150 |
| 3.2.5. Impuestos .....  | 150 |
| 3.2.6. Bases de Prorrateo .....                                   | 151 |
| <i>3.3. Costos</i> .....  | 152 |
| 3.3.1. Evolución de Stocks/Materiales .....                       | 152 |
| 3.3.2 Costos Directos y Gastos Generales Fijos .....              | 154 |
| 3.3.2.1. MOD .....  | 154 |
| 3.3.2.2. Electricidad, Agua y Aceite .....                        | 156 |
| 3.3.2.3. Gastos Generales Fijos .....                             | 158 |
| 3.3.2.4. Costos de Oportunidad .....                              | 158 |
| 3.3.3. Gastos Administrativos .....                               | 159 |
| 3.3.4. Gastos de Comercialización .....                           | 159 |
| 3.3.4.1. Costos de Distribución .....                             | 160 |
| <i>3.4. Inversiones</i> .....                                     | 161 |
| 3.4.1. Activo Fijo .....  | 161 |
| 3.4.2. Amortizaciones .....                                       | 162 |
| 3.4.3. Activo de Trabajo .....                                    | 162 |
| <i>3.5. Tratamiento del IVA</i> .....                             | 163 |
| <i>3.6. Cuadro de Resultados (Previo al Financiamiento)</i> ..... | 163 |
| 3.6.1. Punto de Equilibrio .....                                  | 163 |
| <i>3.7. Financiamiento</i> .....                                  | 165 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.7.1. Estructura de financiamiento .....                 | 165        |
| 3.7.1.1. Escenario I .....                                | 166        |
| 3.7.1.2. Escenario II .....                               | 166        |
| 3.7.1.3. Escenario III .....                              | 167        |
| 3.7.1.4. Escenario IV .....                               | 167        |
| 3.7.1.5. Elección de Escenario.....                       | 168        |
| 3.7.2. Cuadro de Resultados (Post Financiamiento).....    | 169        |
| 3.7.3. Fuentes y Usos.....                                | 169        |
| 3.7.4. Balance .....                                      | 170        |
| 3.7.4.1. Estructura del Balance .....                     | 170        |
| 3.7.4.2. Cierre del Balance .....                         | 171        |
| 3.7.5. Flujo de Fondos .....                              | 172        |
| 3.7.5.1. Confección del Flujo de Fondos del Proyecto..... | 172        |
| 3.7.5.2. Confección del Flujo de Fondos del Inversor..... | 173        |
| 3.7.5.3. Tasa de Descuento .....                          | 174        |
| 3.7.5.4. VAN .....  | 177        |
| <b>IV. ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>                      | <b>184</b> |
| <i>4.1. Introducción .....</i>                            | <i>184</i> |
| <i>4.2. Riesgos y Distribuciones .....</i>                | <i>185</i> |
| 4.2.1. Variación del PBI de Argentina .....               | 185        |
| 4.2.2. Market Share .....                                 | 187        |
| 4.2.3. Tipo de Cambio USD-ARS .....                       | 187        |
| 4.2.4. Inflación de la Argentina .....                    | 188        |
| 4.2.5. Precio del Estireno.....                           | 188        |
| 4.2.6. Correlación entre Riesgos.....                     | 191        |
| <i>4.3. Selección de Parámetros Output .....</i>          | <i>192</i> |
| <i>4.4. Escenario Base.....</i>                           | <i>193</i> |
| 4.4.1. Análisis de Sensibilidad .....                     | 193        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.4.1.1. VAN .....   | 193        |
| 4.4.1.2. Período de Repago.....                                      | 195        |
| 4.4.2. Simulación de Montecarlo.....                                 | 197        |
| 4.5. <i>Mitigación de Riesgos</i> .....                              | 201        |
| 4.5.1. Contratos de Precio Máximo y Mínimo .....                     | 201        |
| 4.6. <i>Opciones Reales</i> .....                                    | 203        |
| 4.6.1. Propuesta Operativa.....                                      | 203        |
| 4.7. <i>Resultados Principales</i> .....                             | 204        |
| 4.7.1. Contratos de Precio Máximo y Mínimo .....                     | 204        |
| 4.7.2. Propuesta Operativa.....                                      | 207        |
| 4.7.3. Propuesta Completa.....                                       | 210        |
| 4.8. <i>Análisis de Impacto y Dificultad de Implementación</i> ..... | 214        |
| 4.9. <i>Conclusiones</i> .....                                       | 216        |
| <b>ANEXO A - Balance de Masa .....</b>                               | <b>218</b> |
| <b>ANEXO B - Balance de Línea .....</b>                              | <b>219</b> |
| <b>ANEXO C – Estructura de Tiempos .....</b>                         | <b>222</b> |
| <b>ANEXO D – Consumo Energético .....</b>                            | <b>223</b> |
| <b>ANEXO E – Precauciones del Pentano .....</b>                      | <b>224</b> |
| <b>ANEXO F – Cuadro de Resultados .....</b>                          | <b>230</b> |
| <b>ANEXO G – Fuentes y Usos .....</b>                                | <b>231</b> |
| <b>ANEXO H – Flujo de Fondos .....</b>                               | <b>232</b> |
| <b>ANEXO I – Balance .....</b>                                       | <b>233</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>234</b> |

## I. ANÁLISIS DE MERCADO

Tras un análisis de las distintas variables que afectan al proyecto, se desarrolló una estrategia comercial acorde a los actores y contexto alrededor de la producción de poliestireno expandible (EPS).

Se realizó un estudio del producto y se halló que el mercado de poliestireno expandible en Argentina se encuentra dividido en tres grupos distintos dependiendo de la aplicación final que tenga: construcción (60%), packaging y embalajes (38%) y otros usos (2%). La construcción constituye el mayor mercado entre los tres grupos y se proyecta crecimiento en los próximos años. Esto se debe a que el poliestireno expandido para construcción es cada vez más utilizado como aislante térmico, por la particularidad de poseer un retardante de llama (en caso de incendio), lo que impulsó la aprobación de una ley que hace que su uso sea obligatorio en la Provincia de Buenos Aires y la Provincia de Santa Fe. Además, el poliestireno expandido es uno de los materiales principales para viviendas energéticamente eficientes, disminuyendo la necesidad de utilizar medios de calefacción eléctrica y a gas.

El mercado del EPS destinado a construcción tiene 5 grandes clientes en el país que hoy son abastecidos por 2 empresas que proveen alrededor del 68% de todo el EPS en Argentina. La tasa de crecimiento compuesta anual que se prevé para el consumo EPS destinado a construcción es de un 4%, con una proyección de 26.943 toneladas para el 2029.

La producción del EPS se realizará a partir de un proceso continuo derivado del poliestireno que produce Pampa Energía, la única productora en el país del mismo. Debido a esto, para reducir costos logísticos de transporte la ubicación de la planta de EPS será dentro de la planta de poliestireno de Pampa Energía en Zárate.

Hoy en día, la demanda de EPS destinada a la construcción no es abastecida completamente por la producción local ya que se importa alrededor del 32% del EPS consumido, por lo que el objetivo del proyecto, en sus primeros años, será atacar el mercado de la importación para evitar en un principio competir con los principales productores de EPS. El objetivo del primer año es conseguir un market share del 21% del mercado importador del segmento de construcción, para el segundo año del 49% y el tercero un 86%. Mirando al mercado total de EPS el primer año se capturará alrededor del 3.6%, en el segundo año alrededor del 8% y por último en el tercer año se alcanzará a alrededor del 13%. Luego se va a crecer a razón de 3% anual sobre el segmento de la construcción total, cuando se empiece a competir más por el

mercado local. Con este objetivo en mente, las ventas proyectadas para el primer año de ventas (2020) serán de US\$ 2.074.711, en 2025 US\$ 13.459.911 y en 2029 US\$ 22.875.464.

### **1.1. Introducción**

En el presente capítulo, el cual tiene el carácter de la primera entrega del Proyecto Final de la carrera Ingeniería Industrial, se desarrollará un informe en el que se hará un análisis profundo y desarrollado del mercado del proyecto “Instalación de una planta de Poliestireno Expandible”.

### **1.2. Producto**

El poliestireno expandible (EPS) es un material plástico cuyo único uso es ser la materia prima para la producción de poliestireno expandido.

El poliestireno expandible se obtiene en forma de perlas de un tamaño de entre 0,4 mm y 2,5 mm, y de densidad entre 640 y 670 kg/m<sup>3</sup>. La perla está constituida por alrededor del 95% de monómero de estireno y el resto de pentano y otros aditivos (pigmentos, retardante de llama, etc.). Los distintos aditivos son elegidos según el uso que le dé el comprador. Por ejemplo, el EPS es altamente inflamable y se le agrega un retardante de llama para evitar accidentes en las construcciones que lo utilizan.

Las perlas de poliestireno expandible atraviesan un proceso de expansión y plastificación que las unen dando lugar a un material espumado de color blanco que llamamos poliestireno expandido.

El poliestireno expandido es un material utilizado principalmente para la construcción, el packaging y el embalaje. Gracias a sus respectivas características puede obtener las siguientes ventajas (Poltech, 2019):

- Excelente aislante térmico: está compuesto en un 98% de aire y tiene un bajo coeficiente de conductividad térmica, lo que lo convierte en un excelente aislador térmico, y reduce el consumo de energía en una vivienda, edificio, fabrica, etc.
- Excelente aislante acústico: absorbe las ondas sonoras.
- Resistente a la humedad y al impacto: resiste la degradación por absorción de agua, y resiste al impacto por su baja densidad (11 a 40 kg/m<sup>3</sup>). Por esto, se lo utiliza en embalajes de productos frágiles.

- Durable: no se descompone ni pierde capacidad de aislación.
- Buenas propiedades mecánicas: capacidad de amortiguación superior a cualquier material. Resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión.
- Versátil: puede fabricarse en muchas formas y tamaños, y es compatible con muchos materiales.
- Rentable: mejor relación precio/rendimiento en comparación con el resto de los materiales aislantes.
- Liviano: el 98% está compuesto por aire, lo que lo hace muy ligero en comparación a otros materiales. Esto lo hace fácil de transportar, tanto en rutas como en el armado de estructuras de varios pisos.
- Estable frente a temperaturas: el material puede usarse con total seguridad sin afectar sus propiedades en un rango de temperaturas que va desde  $-190^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$ .

### 1.2.1 Reciclaje

Ante un escenario mundial de constante preocupación por que los productos sean reciclables se procede a analizar qué posibilidades tiene el poliestireno expandido para ser reciclado.

Analizando la sustentabilidad del mismo, se verifica que es un producto amigable con el medio ambiente. Las razones para concluir esto son:

- No emite gases tóxicos a la atmósfera, ni afecta a la capa de ozono.
- No contamina al suelo, y mejora la capacidad de drenaje de este.
- Usándolo como aislante, permite un ahorro de energía, y reduce emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera.

Es un material 100% reciclable y reutilizable. En el reciclado, se tritura para reducir su tamaño, luego se pelletiza, y finalmente se utiliza como materia prima para nuevos productos en la industria plástica. Cabe destacar que la mayor barrera para reciclar el poliestireno expandido es el transporte ya que el material está constituido mayormente de aire y por lo tanto la relación entre el costo de transporte y kilogramos de material para reciclar es muy alta. También es importante aclarar que el reciclaje se basa principalmente sobre poliestireno expandido que fue

usado para la industria del packaging y embalaje, ya que el poliestireno expandido usado para la construcción tiene un ciclo de vida mucho mayor por la función que cumple (solo se recupera el mismo con la demolición o destrucción de la edificación).

En la Argentina, hay una empresa llamada SIRPLAST, que se dedica exclusivamente al reciclaje de Telgopor (poliestireno expandido). Para tener la posibilidad de reciclar, hay determinados puntos verdes para depositar el material reciclable, mientras que también, hay contenedores especiales para el poliestireno expandido anexos a los puntos verdes. (AAPE, s.f.)

### **1.3. Proceso Productivo**

Existen dos tecnologías principales para la producción de perlas de poliestireno expandible. La tecnología más antigua consiste en una producción por batch dentro de un reactor químico. La más innovadora consiste en un proceso continuo en una extrusora de doble tornillo. Ambos serán explicados brevemente a continuación y serán analizados en detalle en la sección **2.2 Proceso**.

#### **1.3.1. Proceso Batch**

Los primeros métodos de producción de poliestireno expandible por batch se realizaban en dos etapas: primero se polimerizaba el monómero de estireno para formar el poliestireno y posteriormente, se lo impregnaba con un agente de soplado (generalmente pentano  $C_5H_{12}$ ). Hoy en día, la polimerización del estireno y la impregnación se realizan en el mismo paso. Ambas reacciones ocurren en un reactor con temperatura y presión controladas. Vale destacar, que a diferencia del proceso que se describe posteriormente (proceso continuo), la materia prima es el estireno y no el poliestireno en el proceso Batch.

El proceso se realiza según los siguientes pasos:

1- Se carga agua y estireno al reactor que contiene un agitador. Varios productos químicos se agregan para afectar la suspensión del monómero en el agua. También para controlar otros parámetros como el crecimiento de la perla y el peso molecular.

- 2- Se agrega el agente de soplado bajo presión para impregnar las perlas de poliestireno.
- 3- La mezcla de perlas impregnadas y agua pasa a un filtro para separar el agua de las perlas.
- 4- A las perlas húmedas se le realiza un centrifugado para extraer el agua sobrante.
- 5- A las perlas secas se le realizan diversas operaciones de separación. Las perlas pasan por un ciclón y posteriormente por un tamizado. Estas operaciones permiten remover perlas de tamaño inadecuado y clasificar las perlas adecuadas según: "A" Grande, "B" Mediana, "C" Pequeña, "T" Tamaño Copa.
- 6- Se colocan las perlas en una mezcladora junto con aditivos para otorgar mejores propiedades a la misma.
- 7- Finalmente, se almacenan las perlas de poliestireno expandible en big bags.

### **1.3.1. Proceso Continuo**

A diferencia del proceso por batch, la compañía Sulzer de Suiza, desarrolló y patentó un proceso para producir poliestireno expandible continuamente.

El proceso consiste en:

- 1- Se ingresa poliestireno (en pellets) en una extrusora de doble tornillo que se encuentra a alta temperatura y presión. De forma opcional además del poliestireno se puede complementar con EPS reciclado.
- 2- En la mitad de la extrusora se inyecta un isómero de pentano que actúa como agente de soplado. Además, al principio del proceso se le agregan distintos aditivos como cera, hexabromo y grafito.
- 3- Luego se homogeniza la mezcla y se enfría con un enfriador/mixer SMR.
- 4- Se extruye la mezcla por una boquilla con agujeros según el tamaño deseado y se cortan las perlas bajo agua a presión con una cuchilla rotatoria.
- 5- Se enfrían nuevamente las perlas.
- 6- Se secan las perlas en un proceso de centrifugado.
- 7- Se realiza el aditivado final en donde se agrega estearato de zinc a las perlas en un tornillo de mezclado.

8- Finalmente, se almacenan las perlas de poliestireno expandible en bolsas de tejido de polipropileno.

Dicho proceso se puede ver en la **Figura 1.1**.

Ventajas del proceso Sulzer (Sulzer AG, 2018):

- Proceso continuo con calidad homogénea de las perlas.
- La materia prima es poliestireno por lo que se puede incluir la extrusora en el proceso productivo del poliestireno sin tener que enfriarlo. Logrando construir plantas de ciclo completo de estireno a poliestireno expandible.
- Alto potencial de innovación por poder incluir aditivos a múltiples temperaturas.
- Reciclado total de scrap como materia prima del proceso.
- Proceso compacto y fácil de operar

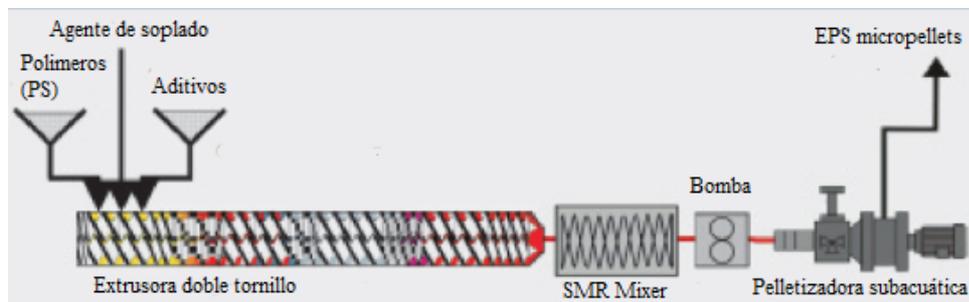


Figura 1.1: Unidad de manufactura de Poliestireno Expandible método Sulzer (Sulzer AG, 2018)

#### 1.4. Usos y Aplicaciones

El poliestireno expandido, debido a su variedad de densidades y muy buena aislación térmica y acústica, permite tener una amplia cantidad de aplicaciones. Otras de sus características es que es un material ligero, versátil, de carácter higiénico y reciclable. Su costo económico y su eficiencia lo hacen un producto tentador para quienes lo requieran. Sus principales usos son la construcción, el embalaje, el packaging y productos para la vida cotidiana.

### **1.4.1 Construcciones**

Debido a su muy bajo coeficiente de conductividad térmico  $k$ , es un muy buen aislante térmico y acústico, y es la aplicación con mayor crecimiento tanto a nivel local como global. Se usa principalmente para: alivianamiento de estructuras, sistemas constructivos, aislamiento térmico/acústico y decoración de frente e interiores.

El uso de poliestireno expandido en construcción surge de la necesidad de contar con elementos de concreto reforzados que aligeran la estructura general de la obra. Además, este posee una capacidad de aislante térmico enorme.

Otras propiedades son su aislación acústica, facilidad de manejo de corte, buena estabilidad dimensional, nula absorción de agua y aceptación de acabados tradicionales.

Todas estas propiedades de aislamiento además tienen el beneficio de limitar las necesidades de energía, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono (Latin Exports, s.f.).

A continuación, se desarrollará los distintos usos que se le da hoy al poliestireno expandido en construcción.

El 77% de los productos de poliestireno expandido utilizados en la construcción son placas que dependiendo su aplicación se las llama Bovedillas, Placas térmicas, EIFS o Losas Bovedillas, todas estas tienen la posibilidad de ser producidas con o sin retardante de llama en la perla de poliestireno expandible.

#### **1.4.1.1. Bovedillas y Losas de Bovedillas**

Las bovedillas son elementos prefabricados cuya principal función es eliminar todo el peso posible en las estructuras, particularmente para el caso de Losa de Bovedillas, disminuir el peso de las losas de entrepiso y azotea. Puede eliminar el peso propio de la losa hasta en 100 kg/m<sup>2</sup>, agregando además aislamiento térmico y acústico.

#### **1.4.1.2. EIFS**

El EIFS (Exterior Insulation and Finish System) permite realizar cerramientos exteriores sea en construcciones nuevas o en renovación de existentes. Sus principales atributos son proporcionar aislación exterior, esta puede ser térmica, acústica e hidrófuga y Acabado Exterior (Mundo Seco, s.f.).

#### **1.4.1.3. Placas Térmicas**

Se utilizan mucho en el revestimiento térmico de muros, cubiertas y cimentaciones de frigoríficos, edificios, naves industriales, locales comerciales, etc. por su excelente resistencia al paso de calor, bajo costo de adquisición e instalación y sus óptimas propiedades de resistencia estructural con respecto a su ligereza. Cabe destacar también su baja absorción y retención de agua sin permitir el crecimiento de hongos o bacterias.

#### **1.4.2. Embalajes**

Gracias a su bajo peso y resistencia mecánica, se lo utiliza para embalar productos que pueden sufrir golpes o movimientos bruscos. Los objetos más comunes para esta aplicación son los electrodomésticos y productos electrónicos.

#### **1.4.3. Packaging**

Para aquellos productos que necesitan mantenerse a cierta temperatura, gracias también a su capacidad de aislación. Los productos que hacen uso de esta aplicación son las bebidas (tanto calientes como frías) y los alimentos (helados y postres en su mayoría).

#### **1.4.4. Usos Cotidianos**

Resulta conveniente utilizar este producto para diferentes situaciones en el tiempo libre, o de ocio. Estas aplicaciones son, por ejemplo: termos, conservadoras (heladeras de Telgopor), porta botellas y tablas deportivas.

## 1.5. Poliestireno Expandible en Argentina

En la siguiente sección se estudiará la situación actual de Argentina con respecto a la producción de poliestireno expandible (EPS).

Hoy en día, los únicos productores de poliestireno expandible del país son Styropek e International Plastic.

Styropek produce el 77,4% del poliestireno expandible, mientras que el restante 22,6% le pertenece a International Plastic (Millán, I. P., Diciembre, 2017). Ambos son clientes de Pampa Energía, representando un 15% de la demanda del estireno (materia prima del EPS) que produce Pampa.

El 60% del consumo aparente de poliestireno expandible es destinado a la construcción y el 38% a los embalajes y envases (Millán, I. P., Diciembre, 2017). Del consumo total de EPS en Argentina, alrededor del 39% es importado del exterior (Instituto Petroquímico Argentino, 2018).

### 1.5.1. Elección del Producto

Se mencionó previamente que la demanda del mercado se encuentra abastecida por dos grandes compañías en un 61% mientras que el otro 39% es importado (Instituto Petroquímico Argentino, 2018), sea por Styropek o directamente por los clientes que producen poliestireno expandido (Dart, Grupo Estisol, Ixom, Zythums S. A., Tecno Aislantes S.A., Aislaciones Patagónicas, PULPO S.A., Garden Life, entre otras).

Como ya fue desarrollado, las perlas de poliestireno expandible pueden ser utilizadas para construcción, embalajes, packaging y otros usos, como vasos de Telgopor.

Para decidir qué producto conviene producir, se analizaron las ventajas y desventajas de producir solo la demanda relacionada a la construcción frente a producir también para embalajes y packaging como se puede ver en la **Tabla 1.1**.

| Uso                          | Ventajas de producir   | Desventajas de producir  |
|------------------------------|--|--|
| <b>Construcción</b>          | Alta demanda<br>Crecimiento del uso histórico<br>Mucha importación utilizada para construir<br>Pocos clientes con los que tratar | Alta competencia<br>Fuertes productos sustitutos en Lana de Vidrio y Poliuretano |
| <b>Embalajes y packaging</b> | Alta demanda<br>Difícil sustitución  | Gran variedad de clientes<br>Mayor variedad de tipos de perla de EPS             |

Tabla 1.1: Ventajas y desventajas de producción de distintos usos

Hoy en día la mayor parte del EPS es dedicada a la construcción y su uso es cada vez más frecuente. Una parte importante de la importación también es destinada a la construcción. Se utilizan 2 tipos de perla distintas para la construcción. Una de estas es mayormente utilizada ya que la otra perla se requiere para usos especiales y de muy baja ocurrencia. La perla más usada en la construcción es la que tiene un diámetro de aproximadamente 0.8-1mm.

Un problema del embalaje es que es utilizado para muchos mercados distintos, son muchos clientes con los que tratar ya que el mercado no es dominado por pocos. En cambio, los aislantes para construcción son en su mayor parte manejados por Grupo Estisol, Ixom, Zythums S. A., Tecno Aislantes S.A. y Aislaciones Patagónicas. (Stolar, 2019)

Como fue mencionado previamente, en la construcción se utilizan 2 perlas de poliestireno expandible de diferente tamaño y densidad. Estas no varían en precio (Maltz, 2019) y el proceso de producción no difiere, la razón principal de la diferencia de tamaños es la heterogeneidad en el proceso batch.

A raíz del análisis de los diferentes usos y ya que el mercado de la construcción presenta mayor crecimiento y volumen entre otros aspectos, se ha optado por enfocar la producción al mercado de la construcción.

### 1.5.2. Ciclo de Vida

Las aplicaciones de EPS dedicadas a construcción se pueden resumir en: aislantes para techos, paredes, muros, suelos y losas de bovedilla. El poliestireno expandido como medio de aislación para construcción se introdujo hace más de 50 años, pero en Argentina, que es el mercado relevante para el proyecto, hace poco más de 20 años (Julio Fazio, 2019). El EPS se encuentra hoy en día en la etapa de crecimiento, el material ya ha sido aceptado por el sector de construcción y su interés aumenta año a año por sus propiedades aislantes y de retardante de llama. Su uso está comenzando a ser obligatorio con legislaciones provinciales y las ventas tienen una tendencia creciente. El ciclo de vida del poliestireno expandible es muy corto. Luego de la producción de la perla (EPS) el producto terminado es almacenado durante dos días para que este tenga las condiciones óptimas para su posterior expansión y transformación en poliestireno expandido. También hay que tener en cuenta que el EPS no puede estar más de 6 meses aproximadamente en almacenamiento porque puede perder sus propiedades para expandir correctamente. Por lo tanto, el EPS tiene un lapso de vida de entre 2 días a 6 meses. Si por alguna razón algo pasara en el proceso productivo o se pasaran los 6 meses el EPS puede ser reprocesado. Luego cuando el EPS es vendido al cliente este lo expande para crear poliestireno expandido. Como este es destinado a la construcción su tiempo de vida es indefinido ya que este solo se recicla o reusa cuando la edificación es demolida o destruida.

## 1.6. Estudio de Mercado

En esta sección se analizará cómo es el mercado de poliestireno expandible en Argentina y cómo esta configuración va a afectar la forma de insertarse en el mercado.

### 1.6.1. Proveedores

El único productor local de estireno ( $C_8H_8$ ) es Pampa Energía en su planta de Puerto General San Martín en Santa Fe. La producción de estireno se realiza mediante deshidrogenación catalítica de etilbenceno. Su capacidad instalada al 31/12/2017 era de 160.000 toneladas por año. Sin embargo, en el 2017 produjo 119.140 toneladas.

En 2017 se exportaron 13.067 toneladas y se importaron 355 toneladas. Por lo tanto, el consumo aparente (producción + importaciones - exportaciones) fue de 106.428 toneladas. Se puede dividir este consumo según uso.

El consumo desglosado por uso del mercado local en 2017 se puede ver en la **Figura 1.2:**

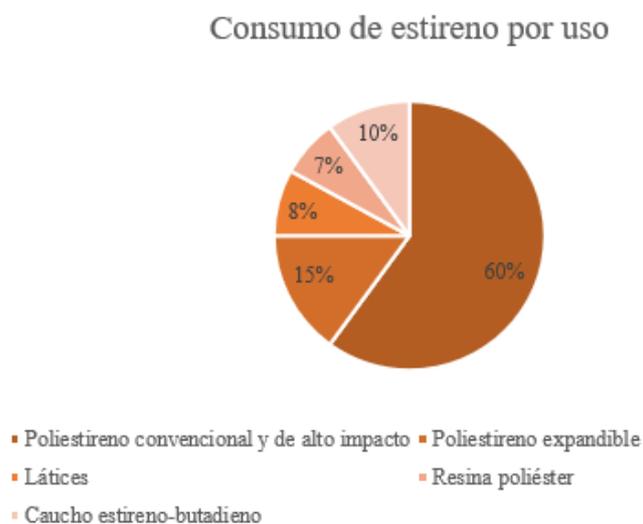


Figura 1.2: Consumo de estireno por uso (Stolar, 2019)

El 15% del consumo fue destinado a la producción de poliestireno expandible. El estireno es la principal materia prima del poliestireno expandible en producciones de tipo batch (el único proceso utilizado en Argentina).

El 60% del consumo fue destinado a la producción de poliestireno, cuyo único productor en el país es Pampa Energía S.A. en su planta en Zárate, Bs. As.. La producción de poliestireno se realiza mediante el proceso de polimerización de Monsanto. Su capacidad instalada hasta el 31/12/2017 era de 66.000 toneladas por año. En 2017 produjo 65.726 toneladas, utilizando casi la totalidad de su capacidad. Sin embargo, aproximadamente un 20% de esa producción se utilizaba para producir BOPS (poliestireno biorientado), cuya producción fue interrumpida en 2018, generando una capacidad ociosa del 20% (Stolar, 2019).

En 2017 se exportaron 5.962 toneladas y se importaron 9.792 toneladas. Por lo tanto, el consumo aparente fue de 61.896 toneladas. Se puede dividir este consumo según uso.

El consumo por uso del mercado local en 2017 fue el siguiente:

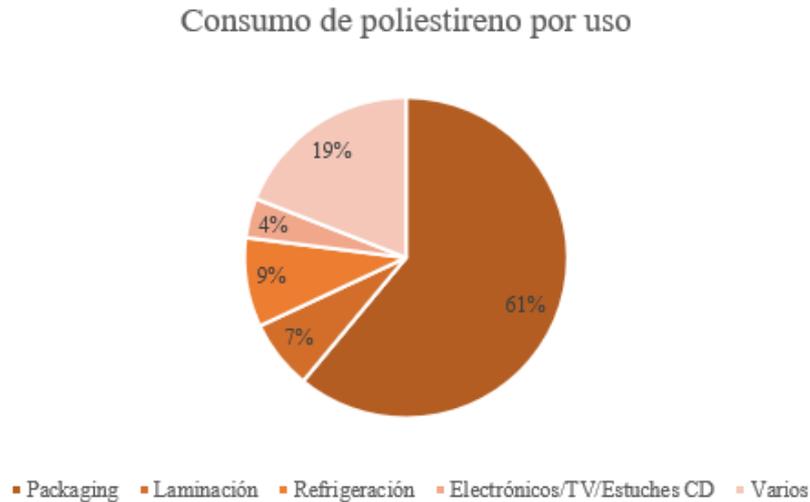


Figura 1.3: Consumo de poliestireno por uso (Stolar, 2019)

Como se puede ver en la **Figura 1.3**, el principal uso del poliestireno es para packaging de distintos productos. Sin embargo, también puede ser utilizado para producir poliestireno expandible por proceso continuo (actualmente no se realiza en Argentina).

El pentano ( $C_5H_{12}$ ) es el agente de soplado usado en ambos procesos productivos. También se usa como medio de trabajo en las centrales de energía geotérmica. El único proveedor de pentano es YPF.

### 1.6.2. Clientes

Los principales clientes en el mercado local son: Grupo Estisol, Mastropor y Poliex. Éstos usan la perla de poliestireno expandible para la producción de poliestireno expandido. En el mercado importador los que compran la perla para producir poliestireno expandido son: Grupo Estisol, Ixom, Zythums S. A., Tecno Aislantes S.A., Aislaciones Patagónicas, PULPO S.A., Garden Life, Dart, entre otras.

PULPO S.A., Poliex y Garden Life se concentran en embalajes y envases, mientras que Dart se aboca a la producción de vasos descartables con una perla especial. El resto (Estisol, Ixom,

Zythums, Tecno Aislantes y Aislaciones Patagónicas, entre otras) se enfocan principalmente en la construcción y abarcan el 32% de las importaciones.

### **1.6.3. Distribuidor**

La distribución de EPS en Argentina se realiza mediante tercerización con empresas de transportes con camiones. (Lamela, 2019) (Zanetti, 2019)

Por otro lado, Pampa Energía también realiza la distribución de la materia prima de estireno y poliestireno mediante tercerización de camiones.

### **1.6.4. Segmentación Geográfica**

Los principales clientes abocados a los productos de construcción tienen la siguiente ubicación geográfica: Estisol (plantas en CABA, Pilar, San Luis, Tierra del Fuego y Tucumán), Zythums (Rosario, Santa Fe), Ixom (CABA) y Aislaciones Patagónicas (Fernández Oro, Río Negro).

En cuanto a clientes del exterior, los mercados a priori interesantes son Brasil y Bolivia. Por un lado, Brasil importa 41.000 toneladas anuales (más que el consumo total de Argentina). Sin embargo, se produjeron inversiones en 2018 (dos máquinas Sulzer y otras de producción de EPS por batch) que garantizan una oferta del 150% de la demanda brasilera. Bolivia, por su parte, tiene uno de los consumos per cápita de EPS más grandes del Mercosur, aunque su volumen total es pequeño (2000 toneladas importadas por año). El resto de los países del bloque Mercosur (que no pagan aranceles a la importación), ya tienen establecido un mercado competitivo. Dado esto y las complicaciones que puede representar la logística hacia el exterior, el proyecto en Pampa Energía se abocará a los clientes del mercado argentino.

### **1.6.5. Competidores**

Los principales productores de poliestireno expandible son Styropek e International Plastic.

Styropek tiene su planta en General Lagos en la provincia de Santa Fé e International Plastic tiene su planta en Garín en la provincia de Buenos Aires. La capacidad instalada de Styropek

hasta el 31/12/2017 es de 18.500 toneladas por año mientras que la de International Plastic es de 5.400 toneladas por año. Por lo tanto se puede ver cómo el 77,4% del potencial de la producción es capturado por Styropek mientras que el restante 22,6% del potencial de producción es capturado por International Plastic. Entre ambas en el 2017 se produjo 17.700 toneladas. (Millán, I. P., Diciembre, 2017)

Por las condiciones económicas actuales del país no se espera que haya nuevos entrantes ni en un corto ni en un mediano plazo, ya que se requiere de una gran inversión.

En 2017 se exportaron 221 toneladas y se importaron 9.702 toneladas. Por lo tanto, el consumo aparente (producción + importaciones - exportaciones) fue de 27.181 toneladas. Se puede dividir este consumo según uso como se ve en la **Figura 1.4**:

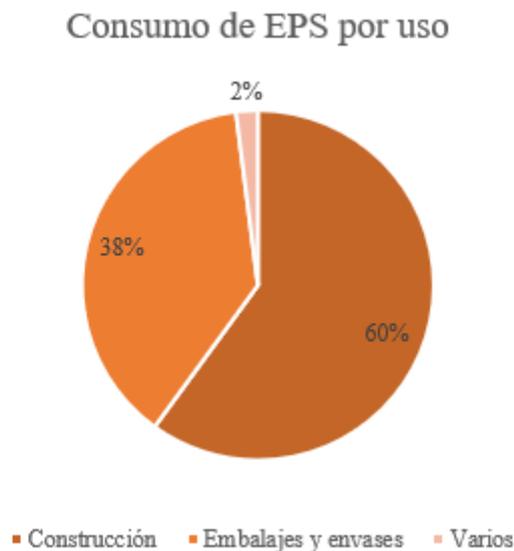


Figura 1.4: Consumo de EPS por uso (Instituto Petroquímico Argentino, 2018)

El 60% del consumo aparente de poliestireno expandible es destinado a la construcción y el 38% a los embalajes y envases.

En el 2018 relevando datos obtenidos por Pampa Energía (Stolar, 2019) se importaron un total de 10922 toneladas. De estas, un 30% fueron importadas por Dart. Dart es una empresa que fabrica vasos descartables de Telgopor y para esto importa una perla especial de las Bahamas. Un 29% fue importado por Styropek, provenientes de sus plantas en Chile y Brasil. El resto de

las importaciones (41%) las abarcan distintas empresas como Grupo Estisol, Ixom, Zythums S. A., Tecno Aislantes S.A., Aislaciones Patagónicas, PULPO S.A., Garden Life, entre otras. Entre estas empresas se divide por tipo de uso que se le va a dar al poliestireno expandible, el 32% se destina a la construcción y el 9% a embalajes y envases.

### **1.6.6. Productos Sustitutos**

A la hora de analizar los productos sustitutos, se focalizará en los productos sustitutos del poliestireno expandido (Telgopor) utilizado para la construcción, y no del Telgopor en general. Hay dos principales productos que tienen la misma función y son la lana de vidrio y el poliuretano. Tanto el Telgopor como los últimos dos, tienen sus nichos de mercado bien definidos, siendo el del poliuretano más parecido al del poliestireno expandido que el de la lana de vidrio.

#### **1.6.6.1. Lana de Vidrio**

Material que también es un aislante térmico y acústico, que se utiliza en la construcción y en la industria. Su estructura se conforma por largas y finas fibras de vidrio, con un resina térmicamente fraguada para formar una frazada aislante, de peso liviano y flexible. Es más costoso que el poliuretano y que el poliestireno expandido. Es un material 100% reciclable. (AgroRedes, s.f.)

Algunas de las ventajas de la lana de vidrio son:

Es incombustible, no es inflamable.

Liviana y de baja conductividad térmica.

Hidro repelente, no es afectado por el contacto con el agua y la humedad.

Manipulación muy simple, ya que no es irritante ni contaminante.

Instalación fácil, rápida y limpia, ya que no deja pérdidas ni desperdicios durante su instalación.

#### **1.6.6.2. Poliuretano**

Es una resina termoplástica empleada en la fabricación de productos para sellantes y revestimientos, también se utiliza en la construcción, en forma de espuma. Se utiliza tanto para sellado de puerta y ventanas como para aislación, o para impermeabilización. Esta espuma puede aumentar hasta cinco veces su volumen desde que se aplica hasta que termina de endurecerse. (Construmática, s.f.)

Algunas de sus ventajas son:

Buena capacidad de aislamiento.

Buenas propiedades térmicas: gran resistencia a temperaturas extremas.

Peso reducido.

Ausencia de goteo en caso de incendio.

### **1.6.7. Fuerzas de Porter y FODA**

A continuación, se desarrollará un análisis de las fuerzas de Porter para tener un mejor entendimiento del entorno del proyecto.

#### **Nuevos entrantes**

Los nuevos entrantes tienen que adaptarse a los precios ya establecidos en el mercado, además tienen barreras de entrada en el capital requerido y economía de escala. Por otro lado, al no ser diferenciable el producto, se genera otra barrera de entrada en el mercado. Por último, al tener el producto una fuerte relación con la economía de la Argentina, se pueden generar dificultades al ser esta tan volátil.

#### **Clientes**

Los clientes son múltiples empresas con volúmenes muy parecidos entre sí. Estos no tienen el poder suficiente para poder fijar los precios.

#### **Sustitutos**

Para la aislación en construcción, el EPS es el más utilizado. Algunos sustitutos posibles son la lana de vidrio y poliuretano.

#### **Proveedores**

El único proveedor de estireno y poliestireno en la Argentina es Pampa Energía, mientras que el único proveedor de pentano es YPF. Siendo estas las principales materias primas, se puede ver que los proveedores tienen mucho poder sobre el mercado y por lo tanto sobre el proyecto.

### **Competencia**

Hay solo 2 competidores y al tener los costos fijos un nivel elevado y al haber una dificultad de diferenciación, el mercado se encuentra en un estado de alta competitividad.

A continuación, se presenta el desarrollo del FODA.

### **Fortalezas**

Producción con el método continuo no tiene desperdicios.

### **Oportunidades**

Tendencias de utilización creciente en mercados globales por legislaciones sobre viviendas energéticamente eficientes.

Sanción de la ley 13059 de condiciones de acondicionamiento térmico en viviendas en la Provincia de Buenos Aires.

Producción local no alcanza a cubrir toda la demanda.

Cierre de las importaciones en caso de que haya un cambio de gobierno.

Capacidad ociosa de poliestireno en la planta de Zárate de Pampa.

### **Debilidades**

Nuevo competidor en el mercado.

No se tiene know-how sobre la fabricación de EPS.

### **Amenazas**

Creciente preocupación global por la utilización de plásticos y otros derivados del petróleo.

La recesión económica que está transitando Argentina está desacelerando el mercado de la construcción y el consumo.

Apertura económica de Argentina que facilita las importaciones.

Mercado de China en constante crecimiento.

### **1.7. Estrategia Comercial**

La estrategia comercial es la piedra fundamental que marcará el curso de acción de la compañía para competir en el mercado del EPS y lograr sus objetivos de ventas. El análisis FODA muestra diversas oportunidades que pueden ser capitalizadas si se aprovechan las fortalezas mencionadas.

Un factor importante en la estrategia es que la producción local no alcanza a cubrir toda la demanda. El principal mercado del que se importa es China. Hay que tener en cuenta que el lead time de los productores chinos es de más de 45 días ya que solo el transporte desde china tiene esa duración. Por lo tanto, los productores locales de poliestireno expandido deben guardar mayor stock y ser más precisos a la hora de pronosticar la demanda para planificar la producción. Esto dificulta la producción Just In Time utilizada por algunas compañías productoras de poliestireno expandido, dado que es un producto que no conviene mantener en stock, ya que, al estar mucho tiempo sin ser trabajado, pierde eficiencia y baja notablemente su calidad (Julio Fazio, 2019). Parte de la estrategia comercial del proyecto será ofrecer el menor lead time posible para el mercado local.

Otro aspecto para considerar de las importaciones, son los términos de pago de los productores chinos. La mayoría de los productores que importan EPS como materia prima pagan antes del embarco de la mercadería en china. Esto quiere decir que pagan 45 días antes (como mínimo) de recibir el producto. En cambio, en Argentina los productores de EPS ofrecen plazos de pago a los productores de poliestireno expandido que van desde 30 a 90 días. Esto les permite a los productores eliminar la falta de liquidez que les provoca tener que importar esos productos y obtener beneficios financieros con un capital que si no estaría inmovilizado. Si bien el contexto recesivo en Argentina es considerado una amenaza debido a el decrecimiento en el consumo que se ve en años de estas características (ver análisis histórico de la demanda), tiene su lado positivo porque las empresas requieren fuertemente de los beneficios del financiamiento.

Se podría considerar que una de las grandes amenazas es la creciente preocupación mundial por la utilización de derivados del petróleo. Sin embargo, existen tendencias crecientes de la utilización del EPS como un producto que beneficia al medioambiente. El EPS es uno de los

materiales principales para viviendas energéticamente eficientes. Es por ello, que se impulsó una ley para su utilización en la Provincia de Buenos Aires y otra en la Ciudad autónoma de Buenos Aires que implica un crecimiento de su uso en el mercado local.

Al ser un producto altamente estandarizado, resulta complejo utilizar una estrategia de diferenciación por calidad, por lo que el precio del producto es de suma importancia. En este aspecto, se buscará establecer una alianza comercial con Pampa Energía. Dicha alianza constará de que Pampa Energía sea el principal inversionista del proyecto, participe de las ganancias del mismo y presente un precio de materia prima menor al del mercado. Pampa Energía produce las principales materias primas utilizadas para la fabricación del EPS para todo el mercado argentino. Esto permitirá ofrecer un precio más bajo que la competencia al eliminar el costo agregado que tiene el estireno y el poliestireno. Además, se podría analizar la posibilidad de localizar la planta de EPS dentro de la misma planta de producción de la materia prima. De esta manera, se podrían eliminar los costos de transporte, reduciendo aún más el costo total.

Por los beneficios mencionados anteriormente, es conveniente para los clientes comprarles EPS a los productores locales en lugar de importar, por lo que el precio local es más caro que el precio de importación. El precio que finalmente será elegido tendrá como base igualar al de importación, tanto para diferenciarse de los productores locales, como para igualar a la principal ventaja de importar.

### **1.8. Análisis 4P**

Mediante este análisis, buscamos analizar los futuros objetivos del producto y las relaciones con los potenciales clientes. Los puntos para analizar serán: Producto, Precio, Plaza y Promoción.

**Producto:** El producto que se intentará vender son las perlas de poliestireno expandible, cuyo uso final será destinado a la construcción. Se producirá solo un tipo de perla, ya que por el método Sulzer las perlas tienen un tamaño definido, a diferencia del proceso batch, donde puede variar. La otra razón por la que se producirá solo una perla es que en la construcción, uno de los tipos es el más común y el más solicitado, mientras que el otro, es solicitado en muy bajo volumen y en ocasiones especiales. Las densidades finales cerca de 10 kg/m<sup>3</sup>, mientras que sus diámetros estarán en el rango entre 0,8 a 1 mm.

**Precio:** Este dependerá de la proyección del precio que se analice. El precio será equivalente al precio de importación CIF + gastos para lograr ser competitivos, esto se verá con más detalle en la sección de proyección de precio.

**Plaza:** En este caso, no se apunta a tener un local de venta al público, sino que el producto sea distribuido directamente desde la fábrica hasta los clientes. Los canales de distribución elegidos serán camiones tercerizados que transporten el producto a todo el país.

**Promoción:** Aquí habrá que analizar cuál será la manera de generar interés por el producto que proveerá el proyecto. La manera elegida consiste en, mediante empleados, contactar a los potenciales clientes. Se comenzará con los que importan para poder abastecer la demanda, dando a conocer los precios y los beneficios de comprarle este producto al proyecto, por sobre importar.

## 1.9. Localización

A la hora de evaluar la ubicación ideal hay dos grandes factores para tener en cuenta: de dónde vendrá la materia prima, y dónde estarán los potenciales clientes, buscando reducir los costos de transporte.

En primer lugar, la materia prima será provista por Pampa Energía, que saldrá directo de su planta de poliestireno ubicada en Zárate. Hoy en día esta cuenta con espacio disponible para, en concordancia con lo mencionado en la estrategia comercial, la instalación del proyecto dentro de la misma. De esta manera se ahorran los gastos de transporte de materia prima. Por el lado de los clientes, se ubican mayoritariamente en el Gran Buenos Aires, además de San Luis, Tucumán, Río Negro y Santa Fe como se puede ver en la **Figura 1.5**.



Figura 1.5: Ubicación de los clientes

Por un lado, la planta de Pampa en Zárate (Provincia de Buenos Aires) presenta una buena oportunidad debido a que el terreno se encuentra disponible, ahorrando además el costo de transporte de materia prima. A pesar de esto, teniendo en cuenta la ubicación de los potenciales clientes, la ubicación ideal sería en un lugar más cercano al centro del país, ya que de esta forma se ahorraría en gastos de transporte del producto final que irían desde la fábrica al cliente final.

Mediante un análisis más profundo de la localización de la planta que se encuentra en la sección 2.5, se decidirá por ubicarse en la planta de Zárate de Pampa Energía.

### 1.10. Análisis Histórico de la Demanda

La demanda histórica de EPS en Argentina está representada por el consumo aparente. El mismo se define como producción local + importaciones – exportaciones. Se obtuvieron datos del consumo aparente del mercado local para el período 1993-2017 (Instituto Petroquímico Argentino, 2018):

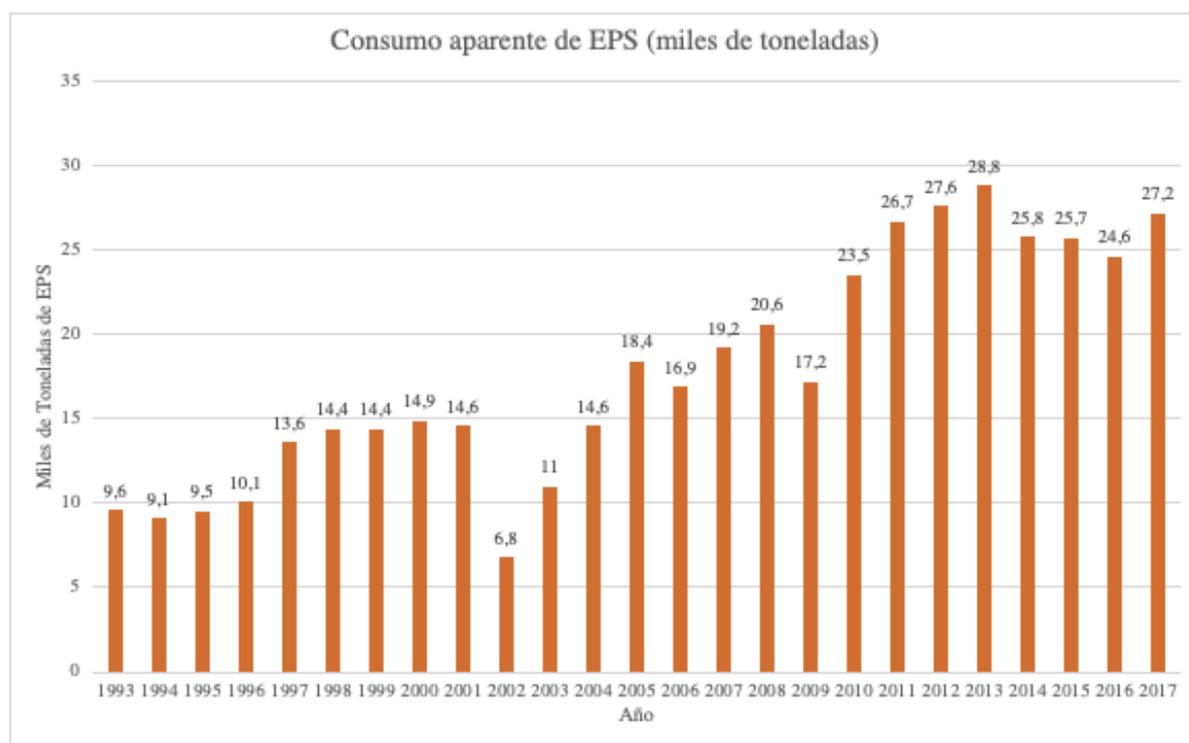


Figura 1.6: Consumo histórico aparente de EPS (Instituto Petroquímico Argentino, 2018)

Se puede observar, en la **Figura 1.6**, una tendencia creciente en el consumo del mercado local de EPS en este período con algunas caídas en determinados años. En el 2002 se vio una fuerte caída del consumo debido a la crisis del 2001 y en 2009 se evidenció una caída menor debido a la crisis global. La tasa de crecimiento anual compuesto es de 4,5% para el período estudiado.

Como se verá más adelante, el porcentaje destinado a la construcción de dicho consumo aparente varió ligeramente a lo largo de los años, entre un 57% y un 61%.

Las variables que explican esta demanda serán detalladas en los apartados siguientes.

### 1.11. Proyección de la Demanda

En la siguiente sección se analizará la demanda del mercado de perlas de EPS para la construcción en los próximos diez años. Se comienza analizando las principales variables que se podrían utilizar para proyectar la demanda. La proyección de la demanda se realizó a partir del 2018 ya que se cuentan con datos del mercado petroquímico hasta el 2017.

### 1.11.1. Situación Legal

A la hora de proyectar y analizar la demanda, se podría tener en cuenta que tanto a nivel mundial, y parcialmente nacional, se realizaron decretos donde se hace obligatorio el uso de algún material aislante en determinadas construcciones.

Esto genera que la demanda aumente considerablemente, tomando en cuenta muchos países de Europa, y otros como Chile, donde al hacerse obligatorio el uso de EPS, la ley generó que la demanda pueda duplicarse o incluso triplicarse.

En Argentina, rige la Ley 13059 en la Provincia de Buenos Aires (conjunta con el Decreto Reglamentario 1030) y la Ley 4458 en la Ciudad de Buenos Aires, así como también está la Ordenanza 8757 en la ciudad de Rosario.

Igualmente, estas normas son recientes y todavía no influyó en el consumo de manera directa, pero teniendo en cuenta los casos analizados, esto generará un incremento en la demanda nacional de EPS.

Por esto, la conclusión es que como la ley en Argentina todavía no está influyendo de la manera esperada, no se tuvieron en cuenta sus consecuencias como variable.

### 1.11.2. PBI de Argentina

Una de las variables a considerar a la hora de proyectar la demanda es el PBI del país. El PBI es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país o región durante un período determinado, normalmente de un año.

Existen distintas formas de medir el PBI de un país a lo largo del tiempo. Se eligió la forma aportada por la cátedra de Proyecto Final de Ingeniería Industrial. La misma se conforma por el PBI real a precios constantes del 2010. Es decir, se toma como base al año 2010 y se ajusta el PBI de los años siguientes según la variación de los precios respecto de ese año. Esta variación se puede ver en la **Tabla 1.2**.

| Año  | PBI real (US\$ a precios constantes 2010) | Crecimiento PBI real según FMI |
|------|---|--------------------------------|
| 2004 | 308.558.133.837                           | 9%                             |
| 2005 | 335.870.650.498                           | 8,90%                          |
| 2006 | 362.898.670.600                           | 8,00%                          |
| 2007 | 395.587.315.893                           | 9,00%                          |
| 2008 | 411.637.215.422                           | 4,10%                          |
| 2009 | 387.274.363.587                           | -5,90%                         |
| 2010 | 426.487.434.875                           | 10,10%                         |
| 2011 | 452.093.534.425                           | 6,00%                          |
| 2012 | 447.453.153.876                           | -1,00%                         |
| 2013 | 458.215.851.022                           | 2,40%                          |
| 2014 | 446.702.649.322                           | -2,50%                         |
| 2015 | 458.902.812.680                           | 2,70%                          |
| 2016 | 450.539.115.397                           | -1,80%                         |
| 2017 | 463.399.390.248                           | 2,90%                          |

Tabla 1.2: Datos históricos del PBI de Argentina

La serie histórica aportada por la cátedra coincide con la serie utilizada por el Fondo Monetario Internacional (IMF, n.d.). Se tomaron en cuenta los datos del período 2004-2017 para la serie histórica.

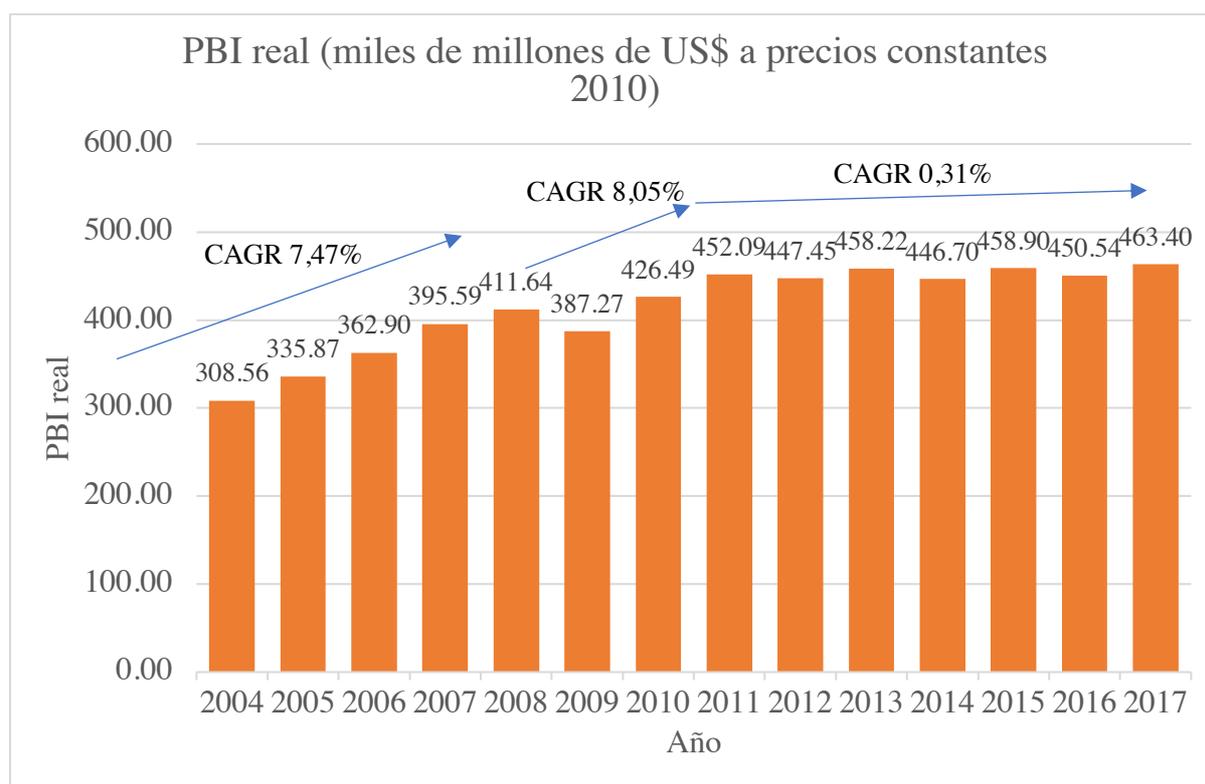


Figura 1.7: PBI real histórico de Argentina

Como se puede apreciar en la **Figura 1.7**, hubo un período de crecimiento sostenido debido a la recuperación de la crisis del 2001 y la suba del precio de los commodities (especialmente la soja) con una tasa de crecimiento anual compuesto del 7,47% en el período 2004-2008. En el 2009 vemos una caída del 5,9% del PBI debido a un contexto de recesión internacional y una recuperación post crisis en el período 2009-2011 con una tasa de crecimiento anual compuesto del 8,05%. En el período 2011-2017 no hubo un crecimiento del PBI real apreciable con un CAGR del 0,31%.

### 1.11.3. Índice Construya

Como se ha mencionado en secciones anteriores, gran parte del consumo del EPS se refiere a la construcción. Por esta razón, se decidió evaluar la actividad del sector de la construcción en Argentina.

El índice Construya, se creó en el año 2002 para medir la evolución de la actividad del sector. Mide el nivel de actividad de once empresas representativas del mercado de la construcción. (Later-cer, FV, Loma Negra, Cerro Negro, Klaukol, Aluar, Acer-Brag, Plavicon, Cefas S.A., Ferrum y Acqua Systems). Está realizado con los valores que surgen de las ventas de las empresas que conforman el grupo y se publica mensualmente.

Desde que se creó, demuestra que se ha producido un incremento en las ventas de las empresas líderes de la construcción que integran la unión. Asimismo, refleja una evidente evolución en la construcción del sector privado de viviendas familiares. Una evolución favorecida por ahorros en dólares que privilegiaron esta forma de inversión. (Grupo Construya, n.d.)

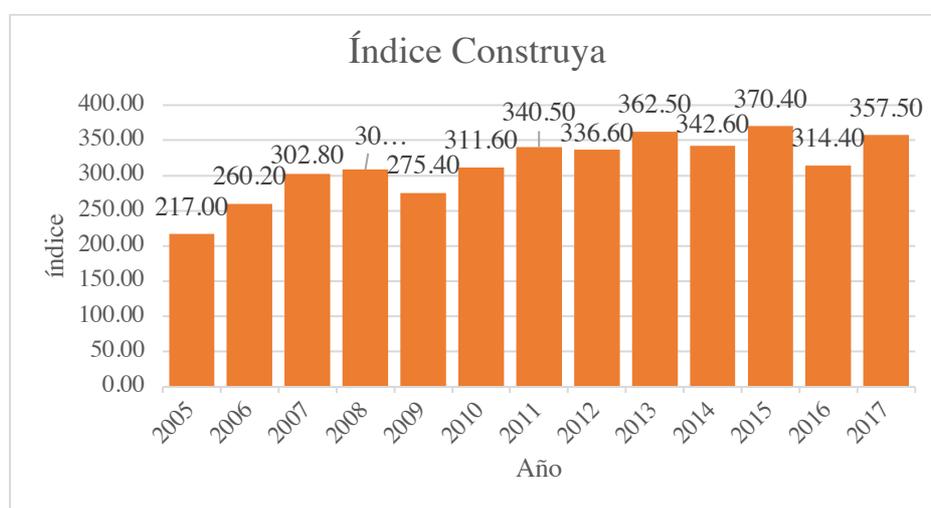


Figura 1.8: Índice Construya (Grupo Construya, s.f.)

La serie toma como año base al 2002 con valor 100. Se tomó la serie anual para analizar el sector de la construcción, como se ve en la **Figura 1.8**.

#### 1.11.4. Relación Entre PBI e Índice Construya

En esta sección se analizó la relación entre el PBI real y la actividad en el sector de la construcción. Se graficaron las variables PBI real e Índice Construya desestacionalizado evidenciando una correlación lineal. Esto se puede ver representado en la **Figura 1.9**.

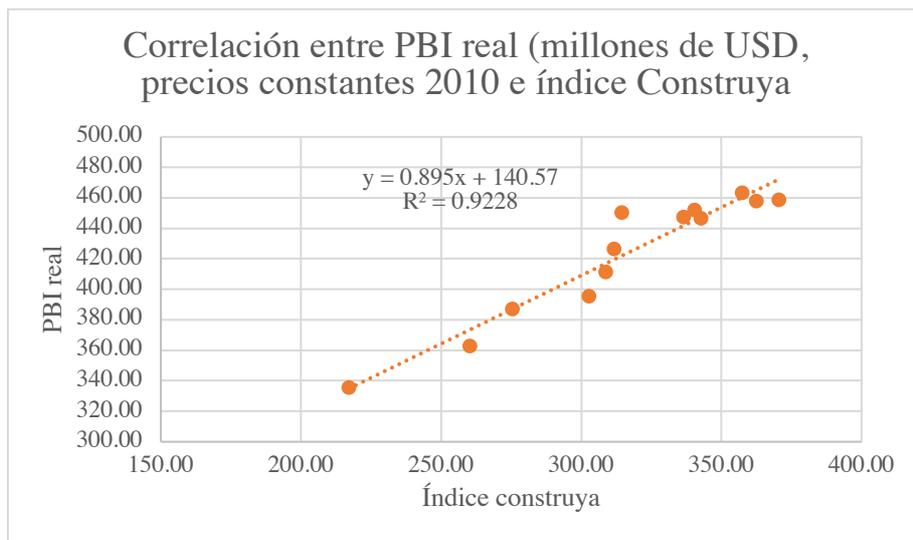


Figura 1.9: Correlación entre PBI real e Índice Construya en 2010

Para verificar la validez de la correlación entre las variables se hizo un análisis de regresión que arrojó los siguientes resultados:

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |           |
|--|-----------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0,9606118 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0,9227751 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0,9157547 |
| Error típico                                 | 12,812676 |
| Observaciones                                | 13        |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | -120,5758929         | 0,009127477         |
| Variable X 1 | 1,031039207          | 1,86E-07            |

Tabla 1.3: análisis de regresión del PBI real vs Índice Construya

Como se puede verificar en la **Tabla 1.3**, el modelo es válido y evidencia la alta correlación existente entre el PBI y la actividad de la construcción en el país. Por lo tanto, se puede inferir que la variable PBI explica el comportamiento de la variable Índice Construya y no se tomará en cuenta esta última para estimar la demanda.

### 1.11.5. Riesgo País

Otra variable económica para tener en cuenta en el análisis de la demanda de EPS es el riesgo país. El riesgo país es todo riesgo inherente a las inversiones y a las financiaciones en un país en contraste con otro. Para calcularlo, se toman en cuenta características políticas, económicas, sociales e incluso psicológicas del país analizado.

El riesgo país es una buena medida de la incertidumbre que hay sobre el contexto económico analizado en el momento. Por ejemplo, en 2002 el riesgo país de Argentina llegó a cifras superiores a 4000 puntos debido a la declaración del default del país debido a la crisis del 2001.

La incertidumbre económica desacelera ciertas industrias como la construcción que se ven fuertemente afectadas por el precio del dólar. Los insumos de dicha industria son cotizados en dólares. También, las cuotas de los departamentos son calculadas en la moneda de los Estados Unidos, generando imposibilidad en los pagos ante cambios abruptos en la cotización.

Se tomaron los datos del riesgo país correspondientes al período 2005-2017 (Ámbito Financiero, n.d.) reflejados en la **Figura 1.10**:

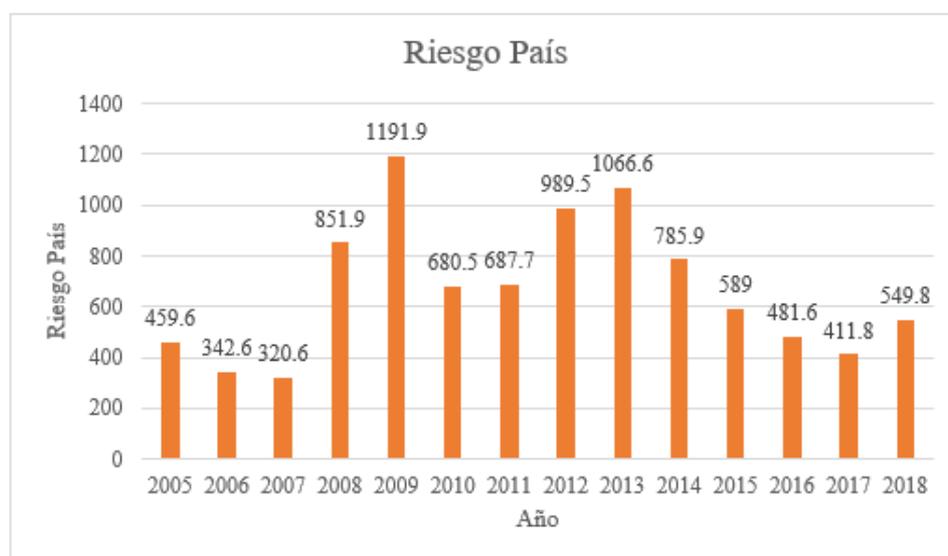


Figura 1.10: Riesgo País histórico (Ámbito Financiero, s.f.)

Se puede apreciar que el riesgo país bajó considerablemente después de la elección de Mauricio Macri como presidente, pero volvió a aumentar en 2018 debido al contexto recesivo y la alta incertidumbre sobre la posibilidad de Argentina de cumplir con sus promesas de pago.

### 1.11.6. Inflación

La inflación es un indicador macroeconómico importante para tener en cuenta a la hora de proyectar la demanda. Es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios en un país durante un período de tiempo.

La inflación afecta al consumo debido a que los ciudadanos de un país pierden poder adquisitivo cuando sus salarios en moneda local no aumentan acorde a la misma.

En el sector de la construcción, que explica gran parte de la demanda de EPS, la inflación afecta a la demanda por distintos aspectos:

Ésta aumenta el valor de las cuotas en pesos de los créditos hipotecarios (tipo UVA) dificultando el pago de las mismas al no haber aumento del salario real.

Aumenta la incertidumbre en el mercado y disminuyen las inversiones.

Se dificulta la estimación de precios de las materias primas en una industria con precios dolarizados.

Es de público conocimiento que las estadísticas oficiales del INDEC para la inflación de la Argentina no son confiables para el período 2007-2015. Es por ello, que se decidió tomar el IPC-Congreso para el período 2007-2017 (Bolsa de Comercio de Santa Fe, 2018). Para los años 2005 y 2006 se tomó el IPC publicado por el INDEC.

La inflación en el período 2005-2017 se ve representada en la **Figura 1.11**.

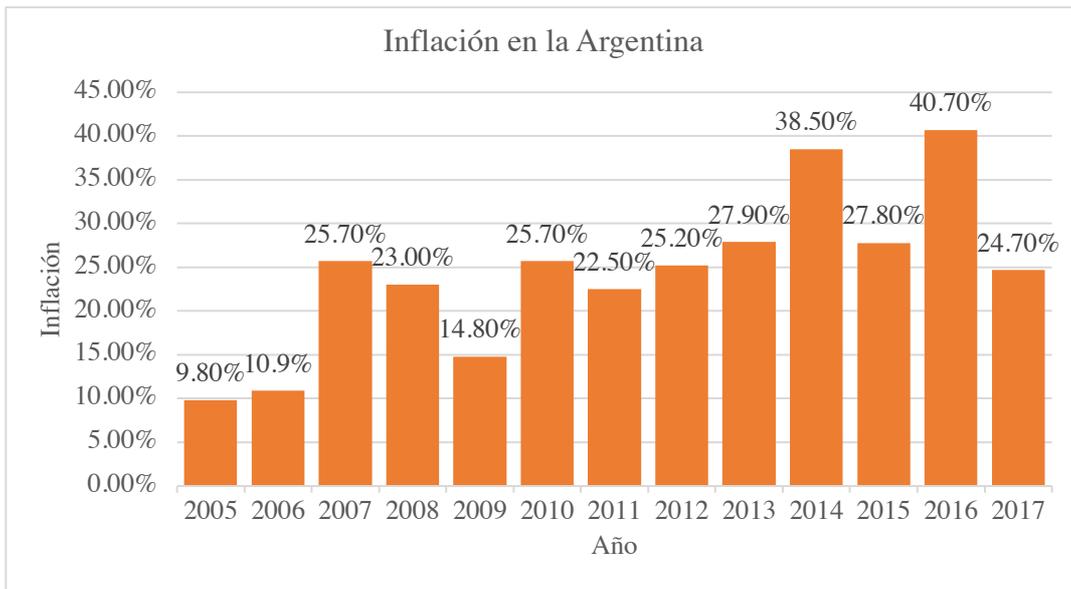


Figura 1.11: Inflación histórica en la Argentina

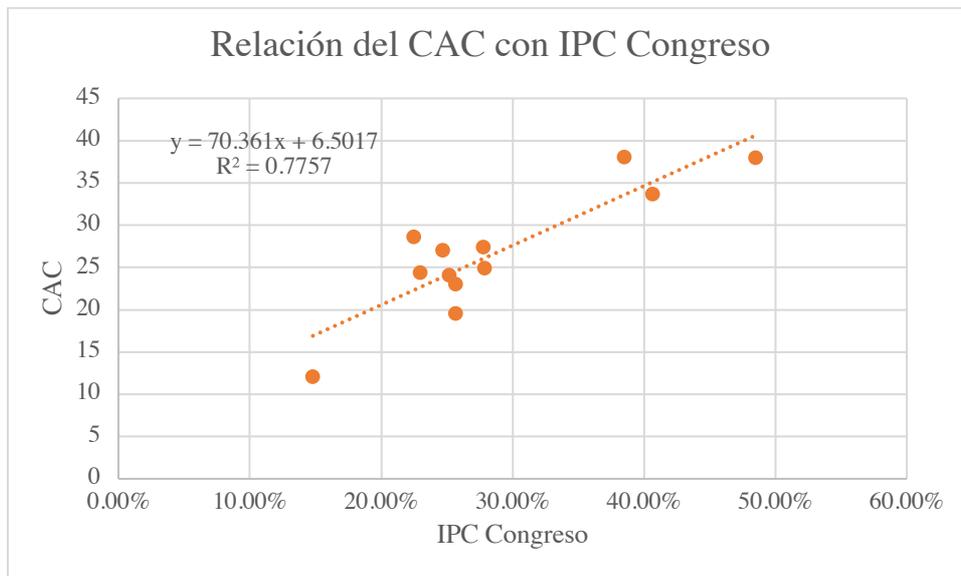


Figura 1.12: Relación del CAC con IPC Congreso

También se analizó utilizar el índice CAC (Cámara Argentina de Construcción) para estudiar el aumento de precios en el país, ya que es un índice con una trayectoria y nivel de confianza importante en el mercado. El CAC es un índice elaborado por la Cámara de Construcción que

refleja la variación de los precios en los costos de construcción. No se utilizó este índice porque el CAC tiene una alta correlación con la inflación y no sería coherente incluir a ambas variables en la regresión. Como se puede observar en la **Figura 1.12**, hay una alta correlación entre el CAC y el IPC Congreso en los últimos diez años:

### **1.11.7. Tasa de Interés BADLAR**

La tasa BADLAR es la tasa de interés por depósitos a plazo fijo superiores a un millón de pesos, de 30 a 35 días. Esta es utilizada para ajustar la tasa de interés pagada por los bonos nacionales y provinciales en pesos. La misma suele ser utilizada para representar el costo de financiamiento de empresas y particulares en el país.

La tasa BADLAR es una variable a tener en cuenta para la proyección de la demanda del EPS por distintos motivos:

El aumento en la tasa de interés aumenta el costo de financiamiento de las empresas del país y restringe la inversión en producción.

El aumento de la tasa de interés aumenta las cuotas de los créditos hipotecarios ajustados por tasa BADLAR.

El aumento de la tasa de interés desalienta la inversión en activos no financieros como la construcción.

El comportamiento de la tasa en el período 2005-2017 (BCRA, n.d.) se encuentra en la **Figura 1.13**.

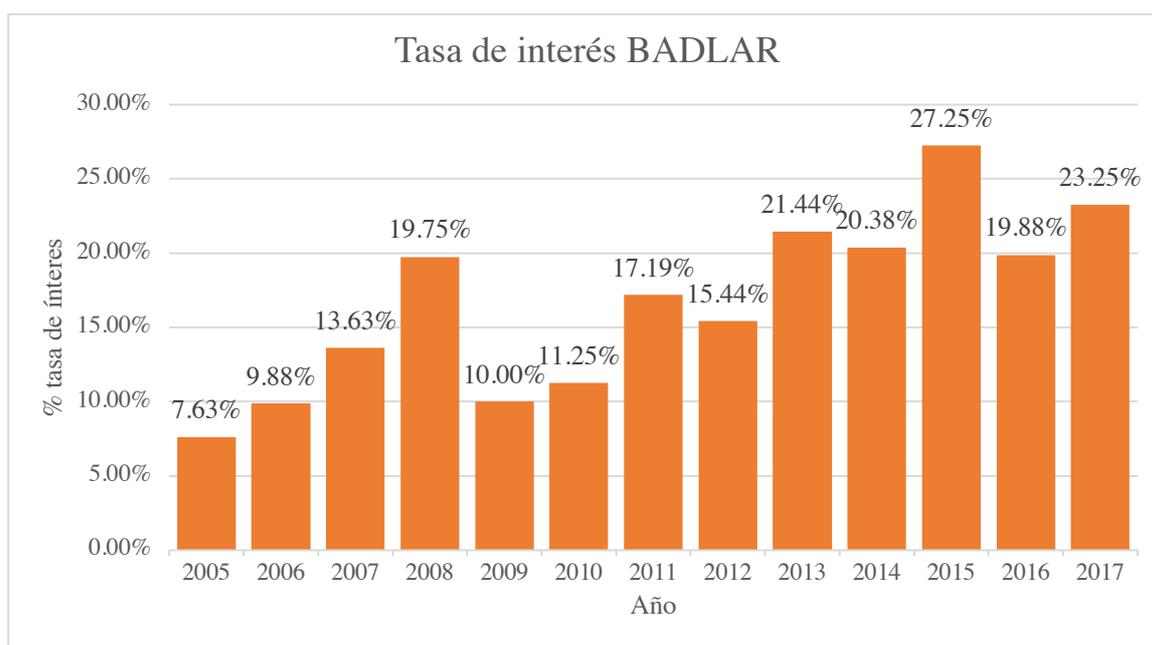


Figura 1.13: Tasa de interés histórica BADLAR (BCRA, s.f.)

### 1.11.8. Proyección de la Demanda

Luego del análisis de las variables, se decidió proyectar la demanda total en Argentina, para esto se usaron variables que respondan al comportamiento general de la demanda de EPS en la Argentina y no que respondan específicamente a la construcción. (Inflación vs CAC y PBI vs Índice Construya). Tampoco se analizó la variable precio del producto sustituto (poliuretano o lana de vidrio) ya que está ligada a la construcción.

La decisión de proyectar la demanda total en vez de la demanda de la construcción se debe a que las variables específicamente relacionadas con la construcción son más difíciles de proyectar que las variables macroeconómicas. Se estima que la proyección de variables como el índice Construya o el CAC tendrán más error que la proyección de las variables macroeconómicas tenidas en cuenta. Cabe destacar que, como se analizó previamente, las variables relacionadas a la construcción suelen ser explicadas por variables macroeconómicas. Además, el porcentaje de la demanda del EPS relacionada a la construcción tiene un comportamiento estable y predecible a través de los años.

Las variables que se seleccionaron a experimentar y validar, que expliquen el comportamiento de la demanda total del EPS en la Argentina, fueron las siguientes:

## Planta de EPS

- Año
- PBI real en dólares a precios constantes 2010
- Riesgo país
- Tasa de interés BADLAR
- Inflación

Para determinar si nuestras variables explican la demanda total del EPS (en toneladas) en la Argentina se utilizó un modelo de análisis exploratorio con datos entre 2005 y 2017.

A continuación en la **Tabla 1.4**, se presenta la tabla con los datos utilizados

| Demanda EPS | Tiempo | PBI real (USD precios constantes 2010) | Riesgo Pais | Tasa de interés | Inflación |
|-------------|--------|--|-------------|-----------------|-----------|
| 18356       | 2005   | 335.870.650.498                        | 459,589041  | 7,63%           | 9,6%      |
| 16946       | 2006   | 362.898.670.600                        | 342,590734  | 9,88%           | 10,9%     |
| 19197       | 2007   | 395.587.315.893                        | 320,612403  | 13,63%          | 8,8%      |
| 20582       | 2008   | 411.637.215.422                        | 851,879845  | 19,75%          | 8,6%      |
| 17176       | 2009   | 387.274.363.587                        | 1191,93411  | 10,00%          | 6,3%      |
| 23524       | 2010   | 426.487.434.875                        | 680,503876  | 11,25%          | 10,8%     |
| 26708       | 2011   | 452.093.534.425                        | 687,702703  | 17,19%          | 9,5%      |
| 27560       | 2012   | 447.453.153.876                        | 989,548263  | 15,44%          | 10,0%     |
| 28798       | 2013   | 458.215.851.022                        | 1066,63566  | 21,44%          | 10,6%     |
| 25833       | 2014   | 446.702.649.322                        | 785,949612  | 20,38%          | 21,4%     |
| 25728       | 2015   | 458.902.812.680                        | 588,976834  | 27,25%          | 21,5%     |
| 24629       | 2016   | 450.539.115.397                        | 481,621622  | 19,88%          | 40,5%     |
| 27181       | 2017   | 463.399.390.248                        | 411,848249  | 23,25%          | 22,4%     |

Tabla 1.4: Variables analizadas

Se utilizó la herramienta macro de Excel para generar todas las combinaciones de regresiones lineales posibles.

Se descartaron aquellos modelos que no cumplan con alguna de estas tres condiciones:

- $R^2$  mayor o igual a 0,8.
- Determinante mayor o igual a 0,1.

- $C_p$  menor o igual a cinco veces  $P$ .

A continuación, se presenta en la **Tabla 1.5**, aquellos modelos que cumplieron con las condiciones:

| Modelo      | $R^2$     | $S^2$     | DET       | $S  d_i $ | PRESS     | p | $C_p$     |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|
| X2          | 0,8358961 | 3217721,1 | 1         | 22106,515 | 68167395  | 2 | 1,4011563 |
| X2 X4       | 0,8398549 | 3454107,7 | 0,3094746 | 23152,517 | 74984884  | 3 | 0,4155319 |
| X2 X5       | 0,8407467 | 3434872,9 | 0,7784267 | 23247,427 | 77257650  | 3 | 0,3742372 |
| X1 X2       | 0,8364297 | 3527984,9 | 0,1948331 | 24253,023 | 82410347  | 3 | 0,5741368 |
| X2 X4 X5    | 0,8427257 | 3769097,5 | 0,2202761 | 25737,583 | 89271948  | 4 | 2,2825975 |
| X2 X3       | 0,8360407 | 3536374,7 | 0,9425274 | 25614,963 | 94764736  | 3 | 0,5921487 |
| X2 X3 X4    | 0,8398877 | 3837111,2 | 0,2690575 | 26832,733 | 101559087 | 4 | 2,4140127 |
| X2 X3 X5    | 0,8416113 | 3795805,4 | 0,5271856 | 26822,312 | 103216408 | 4 | 2,3342023 |
| X2 X3 X4 X5 | 0,8440651 | 4204125,1 | 0,1457289 | 29504,638 | 116937574 | 5 | 4,2205794 |
| X1 X2 X3    | 0,8364672 | 3919084   | 0,1707555 | 29307,018 | 127177125 | 4 | 2,5723994 |

Tabla 1.5: Modelos que cumplen las condiciones

Una vez descartados los modelos que no cumplen con las condiciones mencionadas, se realizó el test de Anova para los modelos aprobados.

Las condiciones que debe cumplir el test de Anova son:

Valor crítico de F menor a 5%.

La probabilidad de los estimadores de los coeficientes menor a 5%.

El signo de los coeficientes debe ser coherente con la lógica de relación entre las variables explicativas y la variable a explicar.

El único modelo que cumplió con todas las condiciones del test de Anova fue el de X2 (PBI).

A continuación, en la **Tabla 1.6**, se muestran los resultados arrojados por el test:

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |             |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0,914273533 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0,835896093 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0,820977556 |
| Error típico                                 | 1793,800735 |
| Observaciones                                | 13          |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | -16603,9202          | 0,010010591         |
| Variable X 1 | 9,42447E-08          | 1,22209E-05         |

Tabla 1.6: Test de Anova

De acuerdo con el estudio realizado se obtiene la ecuación generadora de la demanda total de EPS en la Argentina:

$$\text{Demanda total} = -16603,9202 + 9,4245\text{E-}08 * \text{PBI} \quad (1.1)$$

| Año  | Demanda | Demanda predicha | Error     |
|------|---------|------------------|-----------|
| 2005 | 18356   | 15050            | 3305,8922 |
| 2006 | 16946   | 17597            | -651,3554 |
| 2007 | 19197   | 20678            | -1481,087 |
| 2008 | 20582   | 22191            | -1608,705 |
| 2009 | 17176   | 19895            | -2718,635 |
| 2010 | 23524   | 23590            | -66,25927 |
| 2011 | 26708   | 26003            | 704,50161 |
| 2012 | 27560   | 25566            | 1993,8329 |
| 2013 | 28798   | 26580            | 2217,5057 |
| 2014 | 25833   | 25495            | 337,56395 |
| 2015 | 25728   | 26645            | -917,2368 |
| 2016 | 24629   | 25857            | -1228,003 |
| 2017 | 27181   | 27069            | 111,98464 |

Tabla 1.7: Comparación valores reales contra predichos de demanda

Se compararon los valores reales con los valores predichos en la **Tabla 1.7** para verificar que los errores siguieran una distribución normal con media igual a cero.

Se utilizó el software Minitab para corroborar lo anteriormente dicho. Los datos fueron sometidos al test de Anderson-Darling cuyos resultados fueron los siguientes:

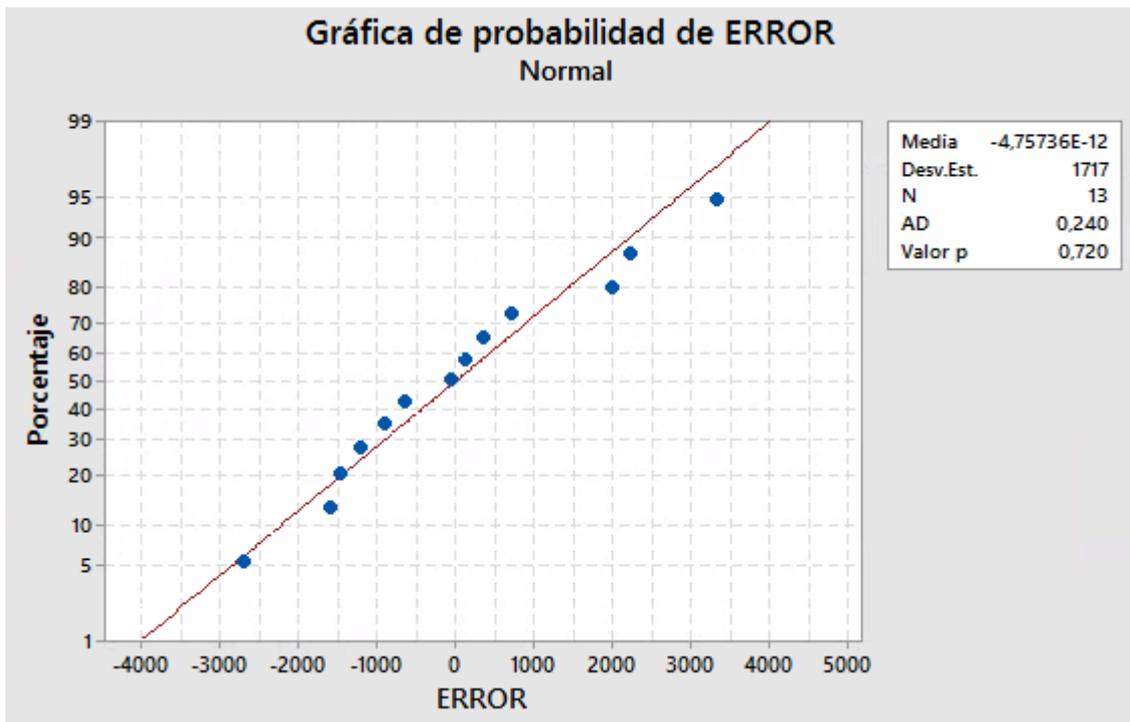


Figura 1.14: Test de Anderson-Darling

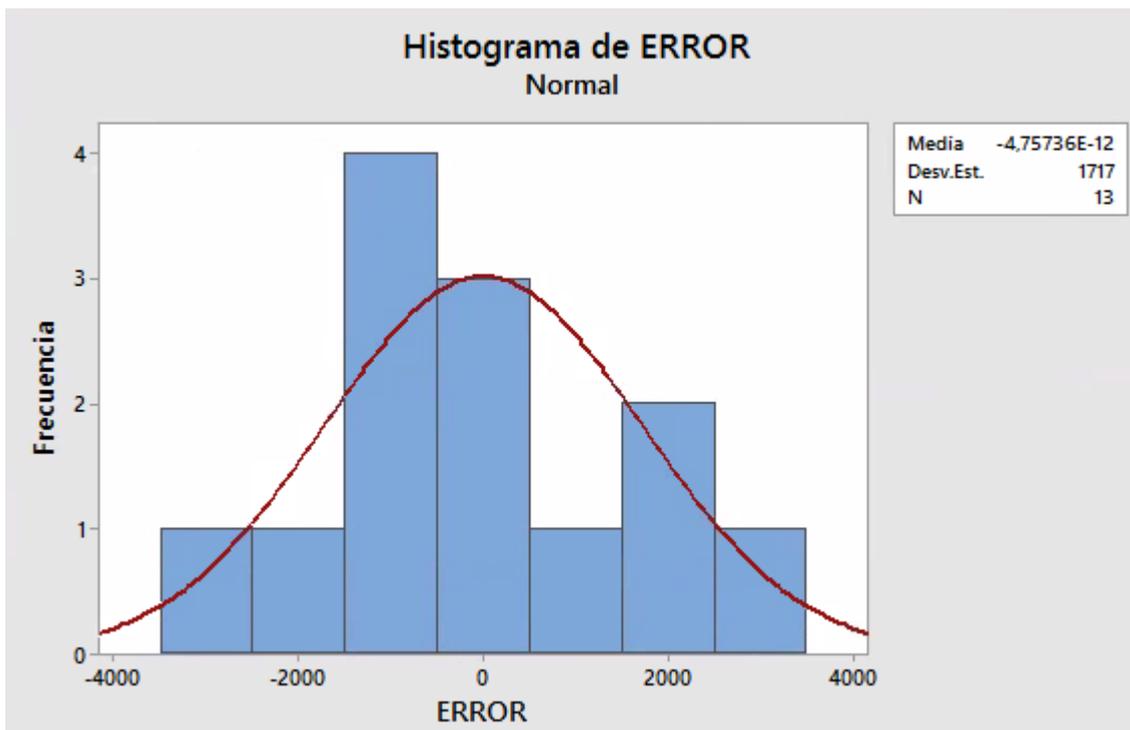


Figura 1.15: Test de Anderson-Darling

Como se observa en las **Figuras 1.14 y 1.15**, no se puede concluir que los errores no siguen una distribución normal y la media es muy cercana a cero, por lo que se puede concluir que el modelo explica correctamente la variabilidad de la demanda.

| Año  | Variación porcentual del PBI anual |
|------|------------------------------------|
| 2018 | -2,50%                             |
| 2019 | -1,20%                             |
| 2020 | 2,20%                              |
| 2021 | 3,20%                              |
| 2022 | 3,40%                              |
| 2023 | 3,60%                              |
| 2024 | 3,60%                              |

Tabla 1.8: Proyección del PBI real

Teniendo en cuenta que el modelo que mejor explica la demanda de EPS en Argentina tiene en cuenta solo a la variable PBI, se explicará cómo se proyectó dicha variable. La serie histórica tomada de referencia para el PBI es la publicada por el Fondo Monetario Internacional. Por lo tanto, para los años a proyectar, se utilizaron las proyecciones de dicho organismo, como se puede ver en la **Tabla 1.8**. El FMI proyectó el crecimiento del PBI Real argentino en US\$ con los siguientes valores representados en la **Figura 1.16**.

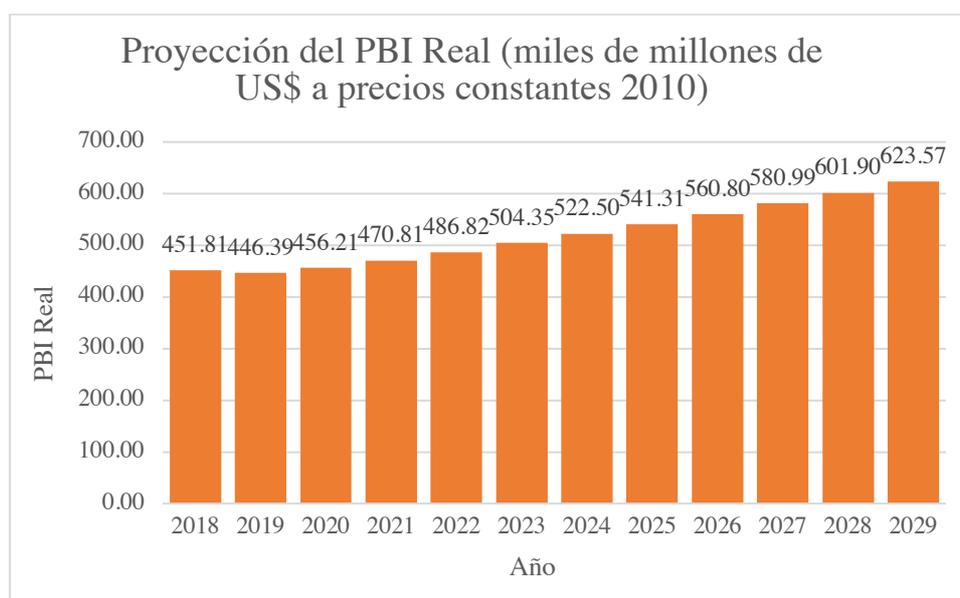


Figura 1.16: Proyección del PBI real

Como se puede apreciar, los valores del período 2018-2019 son coherentes con el contexto recesivo argentino. Para proyectar el período 2025-2029 se decidió tomar el último porcentaje interanual de crecimiento del PBI proyectado por el FMI (3,6%). Se obtuvo la siguiente proyección del PBI en el período 2018-2029:

Utilizando los datos proyectados de la variable explicativa se procedió a proyectar la variable a explicar, representada en la **Figura 1.17** y en la **Tabla 1.9**.

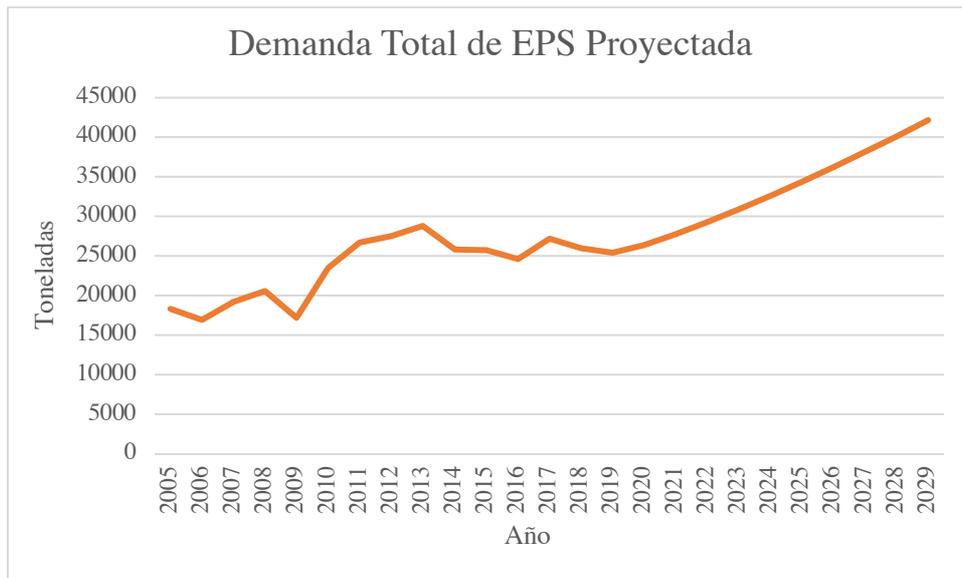


Figura 1.17: Demanda total de EPS proyectada

| Año  | Demanda (Ton) |
|------|---------------|
| 2018 | 25977         |
| 2019 | 25466         |
| 2020 | 26392         |
| 2021 | 27768         |
| 2022 | 29276         |
| 2023 | 30928         |
| 2024 | 32639         |
| 2025 | 34412         |
| 2026 | 36248         |
| 2027 | 38151         |
| 2028 | 40122         |
| 2029 | 42164         |

Tabla 1.9: Proyección de demanda de EPS

Una vez obtenida la demanda total se utilizaron los porcentajes de la demanda total destinados a la construcción que fueron obtenidos del Instituto Petroquímico Argentino (IPA), provistos en la **Tabla 1.10**.

| Año  | Porcentaje |
|------|------------|
| 2005 | 57%        |
| 2006 | 58%        |
| 2007 | 58%        |
| 2008 | 58%        |
| 2009 | 59%        |
| 2010 | 59%        |
| 2011 | 60%        |
| 2012 | 60%        |
| 2013 | 59%        |
| 2014 | 60%        |
| 2015 | 60%        |
| 2016 | 61%        |
| 2017 | 60%        |

Tabla 1.10: Demanda destinada a construcción (Instituto Petroquímico Argentino, 2018)

A partir de estos datos se decidió utilizar una serie de tiempo para proyectar el porcentaje del consumo aparente total que se utiliza para la construcción.

Para esto se realizó una regresión lineal simple siendo los años la variable independiente. Con los resultados presentados en la **Tabla 1.11** y devolviendo la ecuación **1.2**.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |             |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0,898177426 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0,806722689 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0,789152024 |
| Error típico                                 | 0,005250945 |
| Observaciones                                | 13          |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | -4,712197802         | 8,67E-05            |
| Variable X 1 | 0,002637363          | 3,05E-05            |

Tabla 1.11: Regresión lineal porcentaje dedicado a construcción

$$\text{Porcentaje dedicado a construcción} = -4,712197802 + 0,002637363 * \text{Año} \quad (1.2)$$

Como se puede observar, el modelo cumple con todos los estadísticos.

El tiempo explica en un 80,67% la variabilidad del porcentaje de la demanda destinada a la construcción con un nivel de confianza del 95%. A continuación, en la **Figura 1.18**, se puede ver representada la evolución histórica del porcentaje dedicado a la construcción.

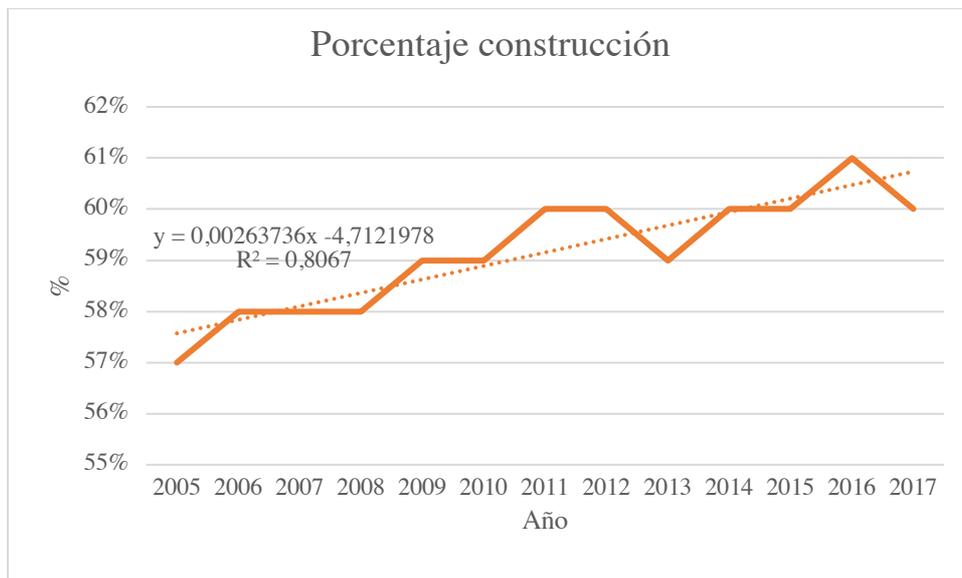


Figura 1.18: Regresión lineal porcentaje dedicado a construcción

A su vez, se compararon los valores reales con los predichos por el modelo en la **Tabla 1.12** y se realizó un estudio de la distribución de los errores.

| Año  | Porcentaje destinado a la construcción real | Porcentaje destinado a la construcción Predicha | Error     |
|------|---|---|-----------|
| 2005 | 57%   | 57,57%  | -0,005714 |
| 2006 | 58%   | 57,84%  | 0,0016484 |
| 2007 | 58%   | 58,10%  | -0,000989 |
| 2008 | 58%   | 58,36%  | -0,003626 |
| 2009 | 59%   | 58,63%  | 0,0037363 |
| 2010 | 59%   | 58,89%  | 0,0010989 |
| 2011 | 60%   | 59,15%  | 0,0084615 |
| 2012 | 60%   | 59,42%  | 0,0058242 |
| 2013 | 59%   | 59,68%  | -0,006813 |
| 2014 | 60%   | 59,95%  | 0,0005495 |
| 2015 | 60%   | 60,21%  | -0,002088 |
| 2016 | 61%   | 60,47%  | 0,0052747 |
| 2017 | 60%   | 60,74%  | -0,007363 |

Tabla 1.12: Distribución de errores predichos

Para el estudio de los errores se utilizó el software Minitab que arrojó los siguientes resultados:

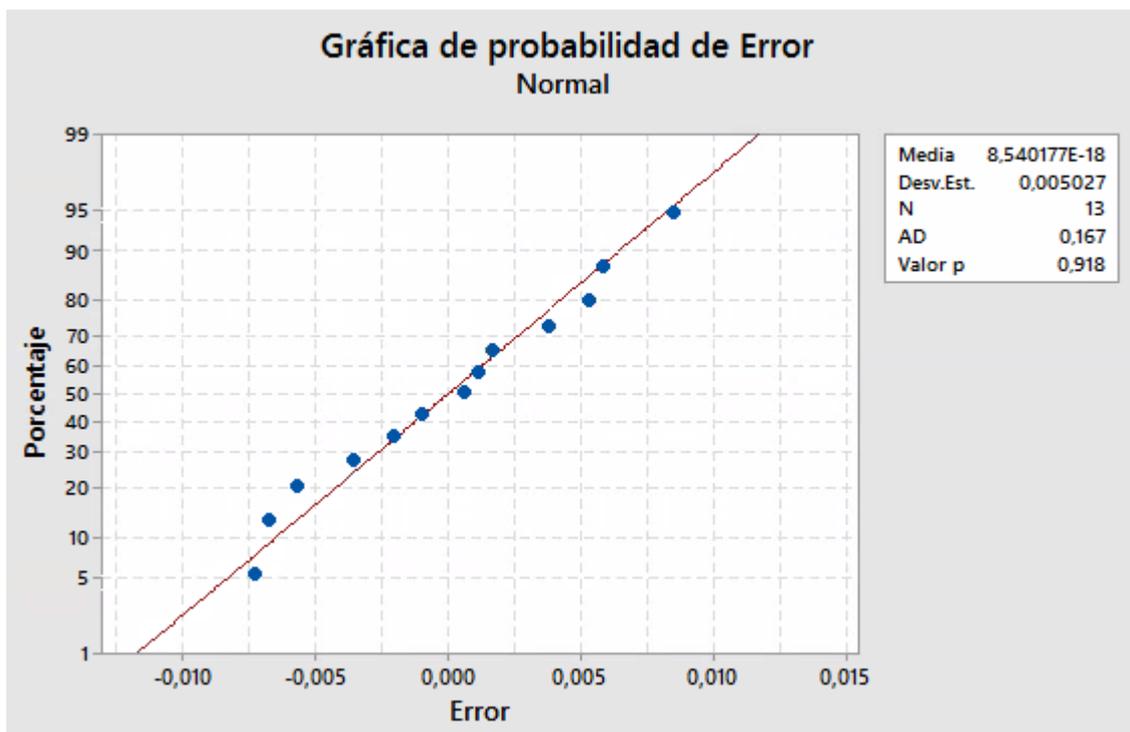


Figura 1.19: Test de Anderson-Darling

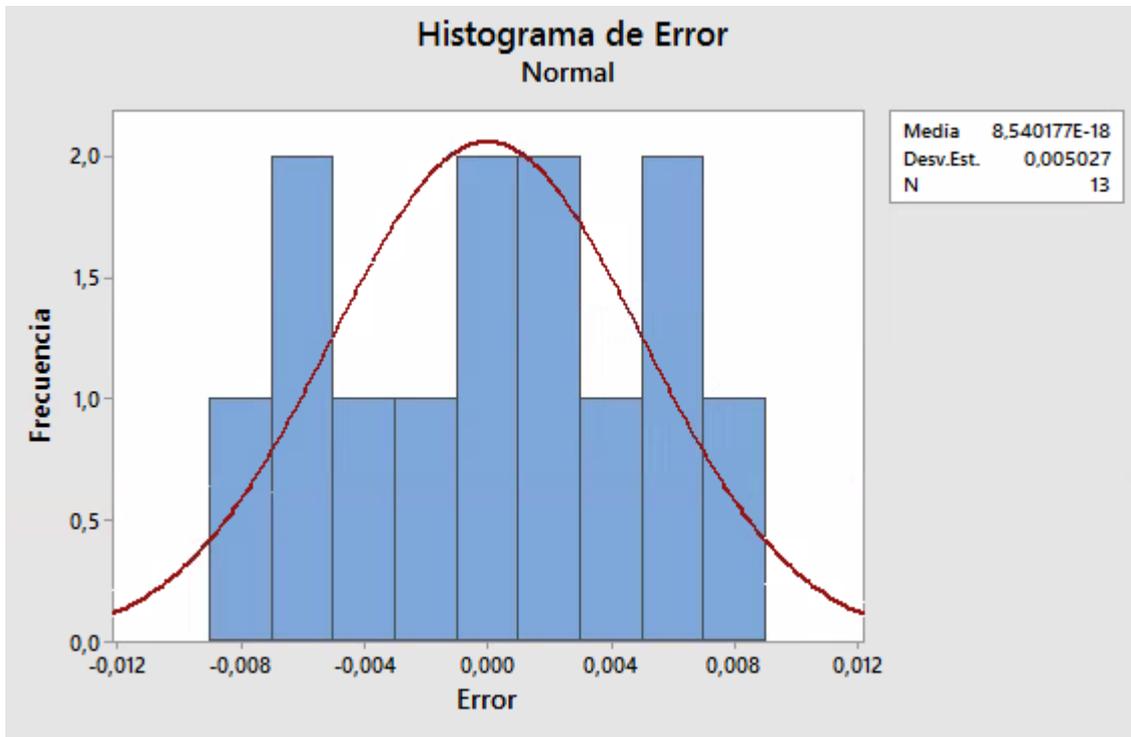


Figura 1.20: Test de Anderson-Darling

Como se puede observar en las **Figuras 1.19 y 1.20**, los errores siguen una distribución normal con media igual a  $8,540177E-18$ .

Es por esto por lo que se prosiguió a proyectar los porcentajes presentados en la **Tabla 1.13 y Figura 1.21**.

| Año  | Porcentaje destinado a la construcción |
|------|--|
| 2018 | 61,00%                                 |
| 2019 | 61,26%                                 |
| 2020 | 61,53%                                 |
| 2021 | 61,79%                                 |
| 2022 | 62,05%                                 |
| 2023 | 62,32%                                 |
| 2024 | 62,58%                                 |
| 2025 | 62,85%                                 |
| 2026 | 63,11%                                 |
| 2027 | 63,37%                                 |
| 2028 | 63,64%                                 |
| 2029 | 63,90%                                 |

Tabla 1.13: Proyección porcentajes

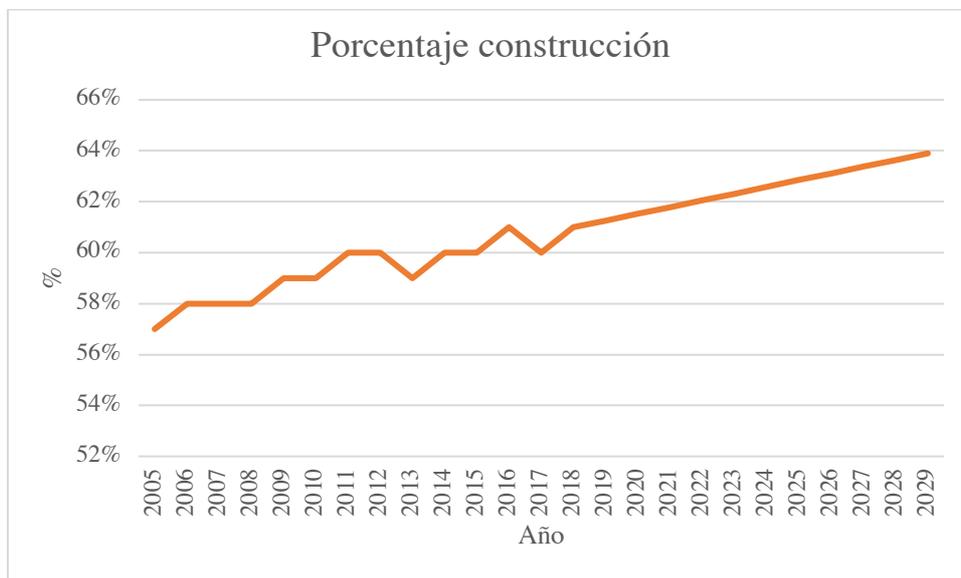


Figura 1.21: Proyección porcentajes destinados a construcción

Una vez que se obtuvo la proyección de los porcentajes de la demanda total de EPS destinados a la construcción (PC) y la demanda total en Argentina se hizo el producto de estos para

conseguir la proyección del consumo aparente de la construcción en Argentina presentados en la **Tabla 1.14**.

Consumo aparente de la construcción = Demanda total en Argentina \*PC (1.3)

| Año  | Demanda (Ton) | Porcentaje destinado a la construcción | Demanda de la construcción (Ton) |
|------|---------------|--|----------------------------------|
| 2018 | 25977         | 61,00%                                 | 15846                            |
| 2019 | 25466         | 61,26%                                 | 15602                            |
| 2020 | 26392         | 61,53%                                 | 16238                            |
| 2021 | 27768         | 61,79%                                 | 17158                            |
| 2022 | 29276         | 62,05%                                 | 18167                            |
| 2023 | 30928         | 62,32%                                 | 19274                            |
| 2024 | 32639         | 62,58%                                 | 20426                            |
| 2025 | 34412         | 62,85%                                 | 21627                            |
| 2026 | 36248         | 63,11%                                 | 22876                            |
| 2027 | 38151         | 63,37%                                 | 24178                            |
| 2028 | 40122         | 63,64%                                 | 25533                            |
| 2029 | 42164         | 63,90%                                 | 26944                            |

Tabla 1.14: Demanda proyectada dedicada a la construcción

A continuación, en la **Figura 1.22** y **Figura 1.23**, se presentan los gráficos de la demanda total de EPS y la dedicada a la construcción proyectada para el período 2018-2029:

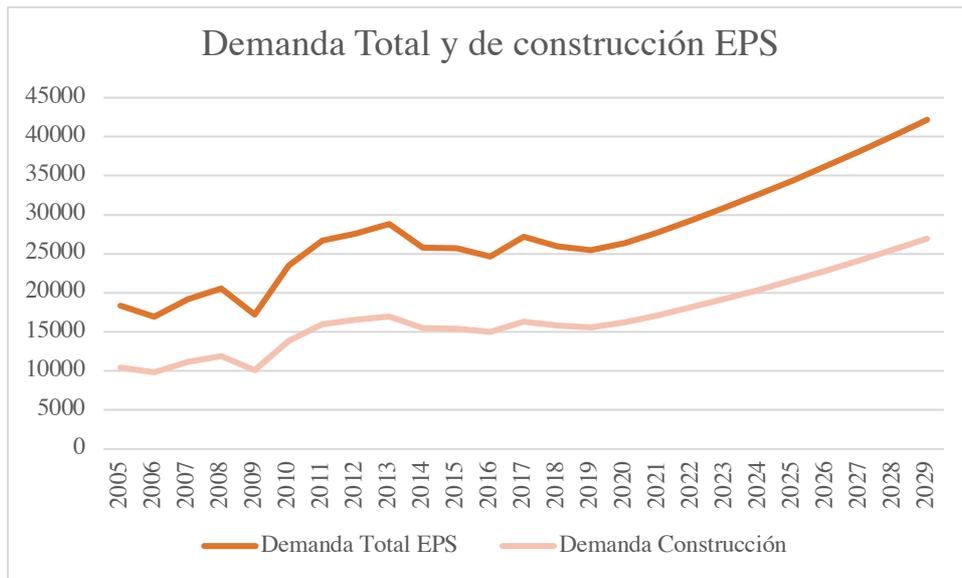


Figura 1.22: Demanda total(ton) vs Demanda dedicada a construcción(ton)



Figura 1.23: Demanda proyectada dedicada a la construcción

### 1.12. Análisis Histórico de la Oferta

La oferta histórica de EPS en Argentina está representada por la producción local. Se obtuvieron datos de la misma para el período 1993-2017 (Instituto Petroquímico Argentino, 2018):

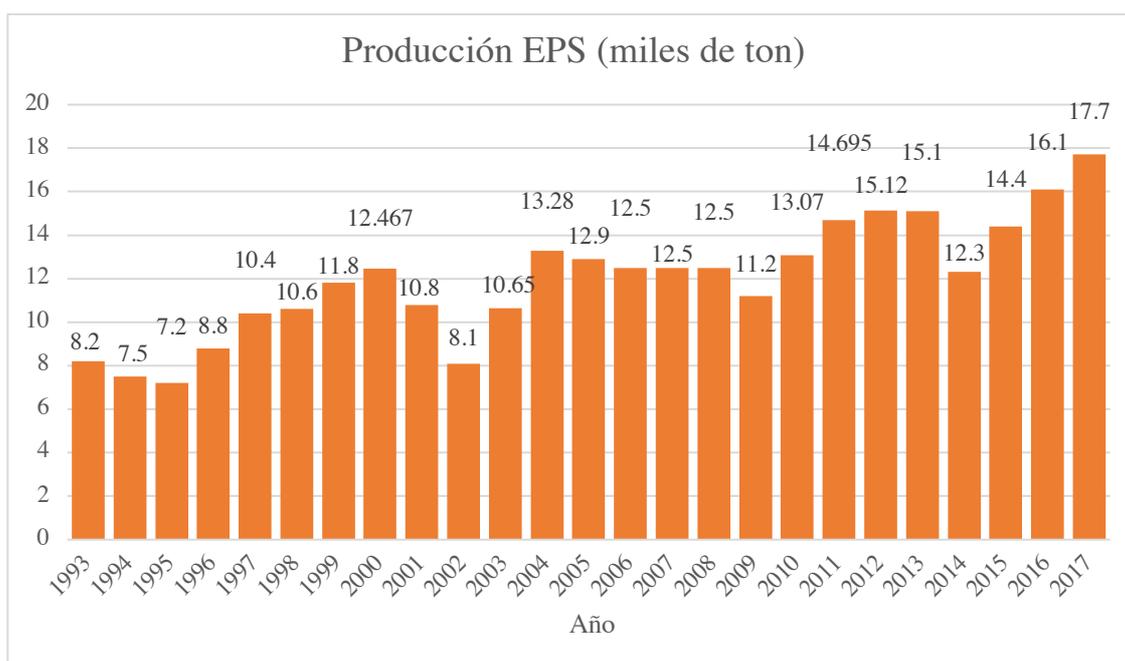


Figura 1.24: Producción histórica de EPS (Instituto Petroquímico Argentino, 2018)

En la **Figura 1.24** se puede observar una tendencia creciente en la producción local de EPS en este período con ciertas excepciones en algunos años. Al igual que con el consumo aparente, en el 2002 se vio una fuerte caída de la producción debido a la crisis del 2001 y en 2009 se evidenció una caída menor debido a la crisis global. La tasa de crecimiento anual compuesto es de 3,3% para el período estudiado.

De dicha producción, el porcentaje destinado a la construcción varió ligeramente a lo largo de los años, entre un 62% y un 71%.

El análisis para la proyección de la oferta será estudiado en el siguiente apartado.

### 1.13. Proyección de la Oferta

Para la proyección de la oferta de EPS se analizó la producción local de EPS entre 1993 y 2017. A partir de estos datos se decidió utilizar una serie de tiempo para proyectar la producción local de EPS. Se analizó también la posibilidad de que la oferta sea explicada por la demanda del año anterior, la demanda del año en curso, el precio del año anterior y el precio del año en curso. Los resultados arrojados por estas experimentaciones no fueron satisfactorios ya que el

R<sup>2</sup> de las mismas fue inferior a 0,4 por lo que se decidió utilizar una serie de tiempo. También se realizó el método del triple suavizamiento exponencial que proporciona Excel para realizar pronósticos y como los resultados obtenidos fueron similares a los resultados obtenidos por la regresión lineal, se terminó optando por esta última ya que proporciona mayor cantidad de datos estadísticos y la posibilidad de estudiar los errores de la proyección.

Por lo tanto, se realizó una regresión lineal simple siendo los años la variable independiente. Se obtuvieron los siguientes resultados, representados en la **Tabla 1.15**.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |             |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0,872049672 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0,760470631 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0,750056311 |
| Error típico                                 | 1361,37443  |
| Observaciones                                | 25          |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | -634917,97           | 1,89E-08            |
| Variable X 1 | 322,65               | 1,36E-08            |

Tabla 1.15: Regresión lineal oferta EPS en Argentina vs tiempo

$$\text{Oferta de EPS en Argentina} = -634917,97 + 322,65 * \text{Año} \quad (1.4)$$

Como se puede observar, el modelo cumple con todos los estadísticos.

El tiempo explica en un 76% la variabilidad de la producción local de EPS. Se pueden visualizar los resultados de la regresión en la **Figura 1.25**.

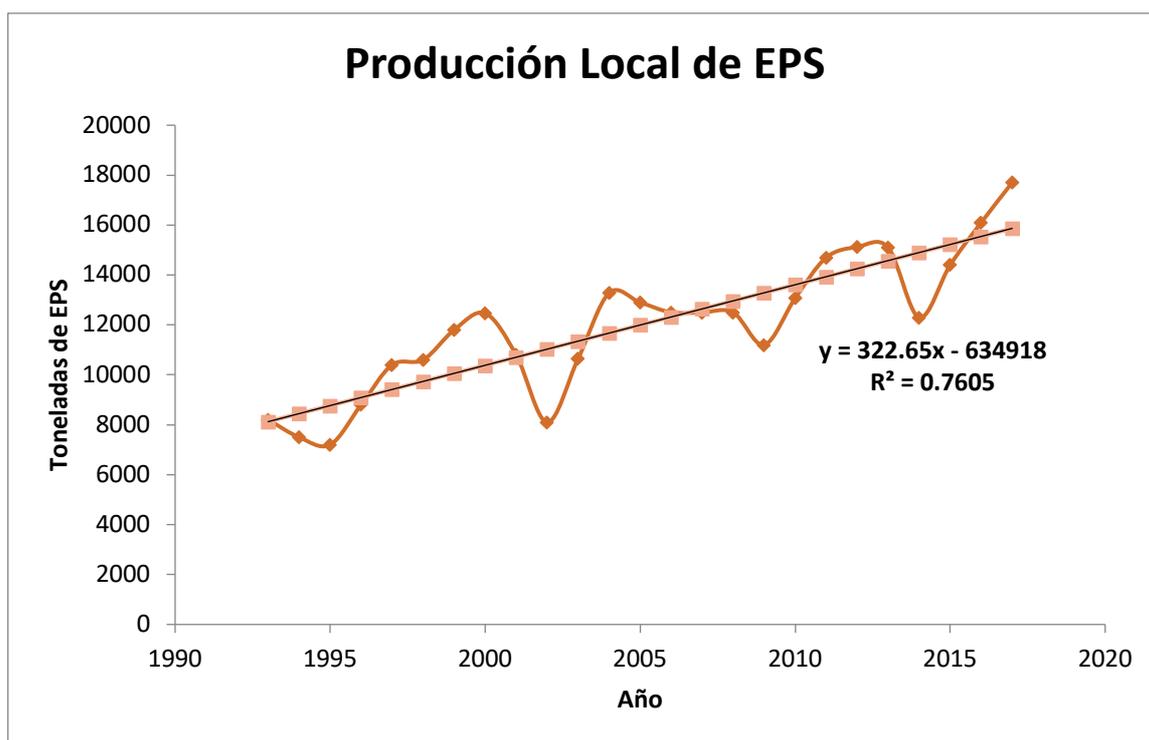


Figura 1.25: Regresión lineal oferta EPS en Argentina vs tiempo

A su vez, se compararon los valores reales con los proyectados por el modelo y se hizo un estudio de la distribución de los errores en la **Tabla 1.16**.

| Año  | Errores  |
|------|----------|
| 1993 | 76.52    |
| 1994 | -946.13  |
| 1995 | -1568.78 |
| 1996 | -291.43  |
| 1997 | 985.92   |
| 1998 | 863.27   |
| 1999 | 1740.62  |
| 2000 | 2084.97  |
| 2001 | 95.32    |
| 2002 | -2927.33 |
| 2003 | -699.98  |
| 2004 | 1607.37  |
| 2005 | 904.72   |
| 2006 | 182.07   |
| 2007 | -140.58  |
| 2008 | -463.23  |
| 2009 | -2085.88 |
| 2010 | -538.53  |
| 2011 | 763.82   |
| 2012 | 866.17   |
| 2013 | 523.52   |
| 2014 | -2599.13 |
| 2015 | -821.78  |
| 2016 | 555.57   |
| 2017 | 1832.92  |

Tabla 1.16: Distribución de errores producción local de EPS

Para el estudio de los errores se utilizó la herramienta Minitab que arrojó los siguientes resultados:

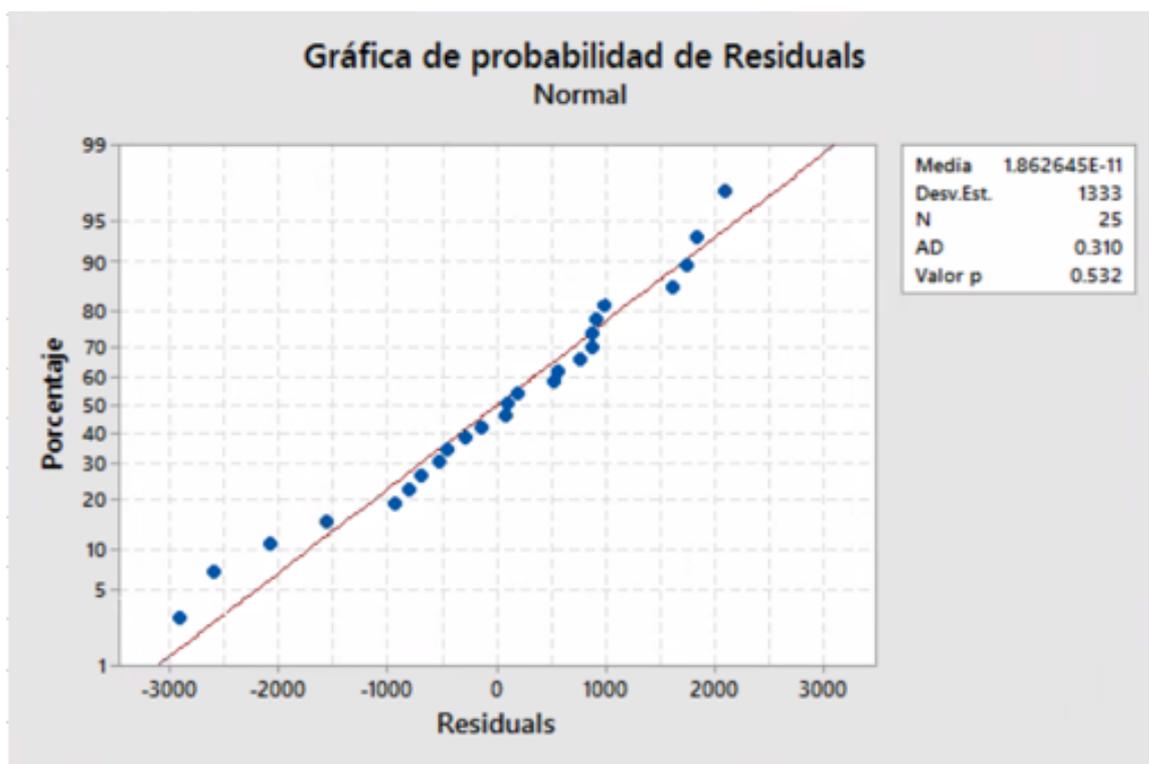


Figura 1.26: Test de Anderson-Darling

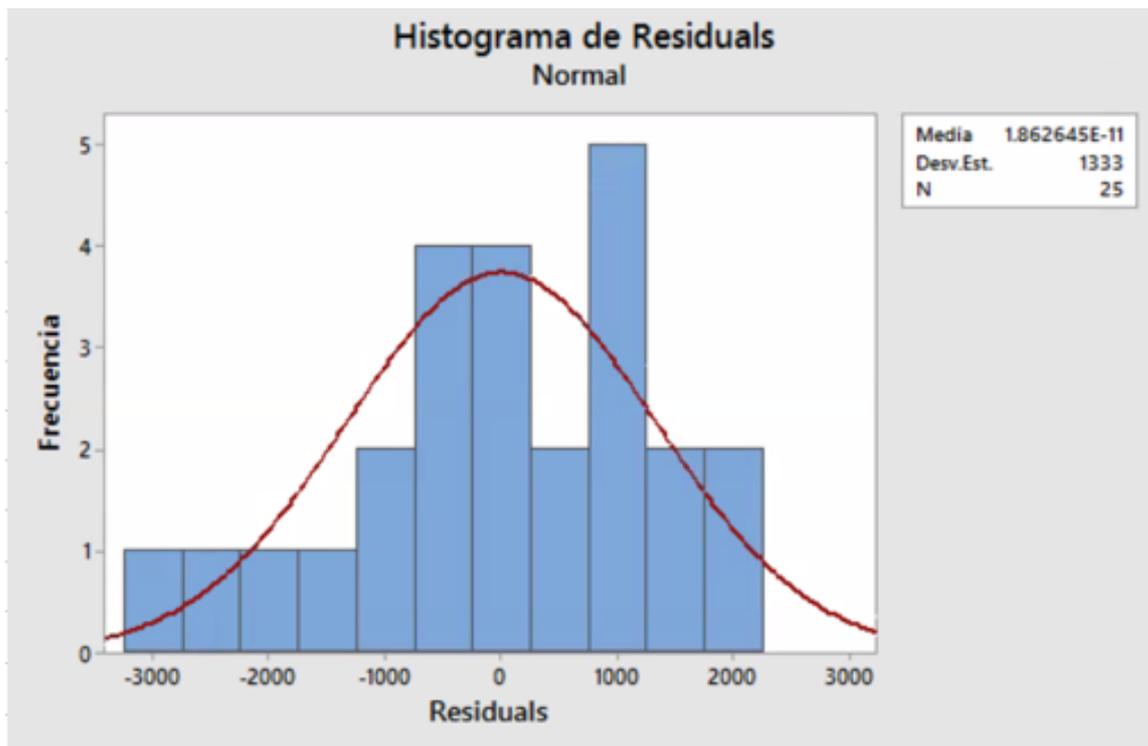


Figura 1.27: Test de Anderson-Darling

Como se puede observar en las **Figuras 1.26 y 1.27**, los errores siguen una distribución normal con media igual a 1.862645E-11.

Es por esto por lo que se prosiguió a proyectar la producción en la **Tabla 1.17** y la **Figura 1.28**.

| Año  | Producción |
|------|------------|
| 2018 | 16189.73   |
| 2019 | 16512.38   |
| 2020 | 16835.03   |
| 2021 | 17157.68   |
| 2022 | 17480.33   |
| 2023 | 17802.98   |
| 2024 | 18125.63   |
| 2025 | 18448.28   |
| 2026 | 18770.93   |
| 2027 | 19093.58   |
| 2028 | 19416.23   |
| 2029 | 19738.88   |

Tabla 1.17: Proyección de la producción de EPS

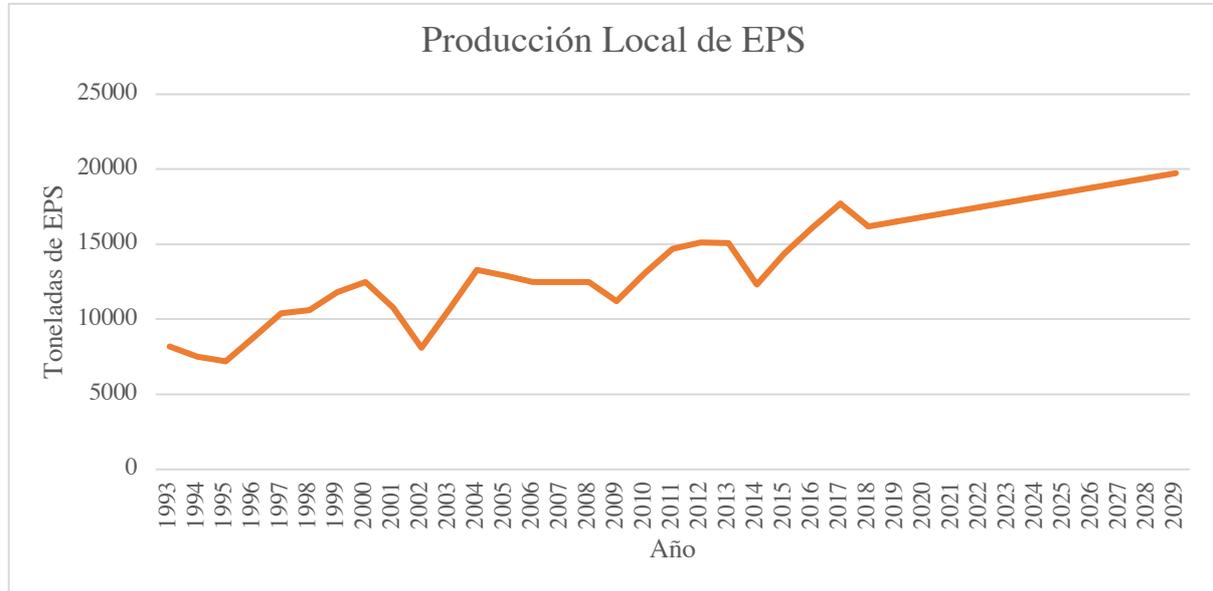


Figura 1.28: Proyección de la producción de EPS

Cabe aclarar que esta es la producción de EPS proyectada sin el proyecto en el mercado.

A continuación, en la **Figura 1.29** y la **Figura 1.30**, se puede ver la proyección de la producción de EPS con la oferta del proyecto incluida, también se analizó la capacidad instalada del mercado y la producción locales a lo largo del tiempo:

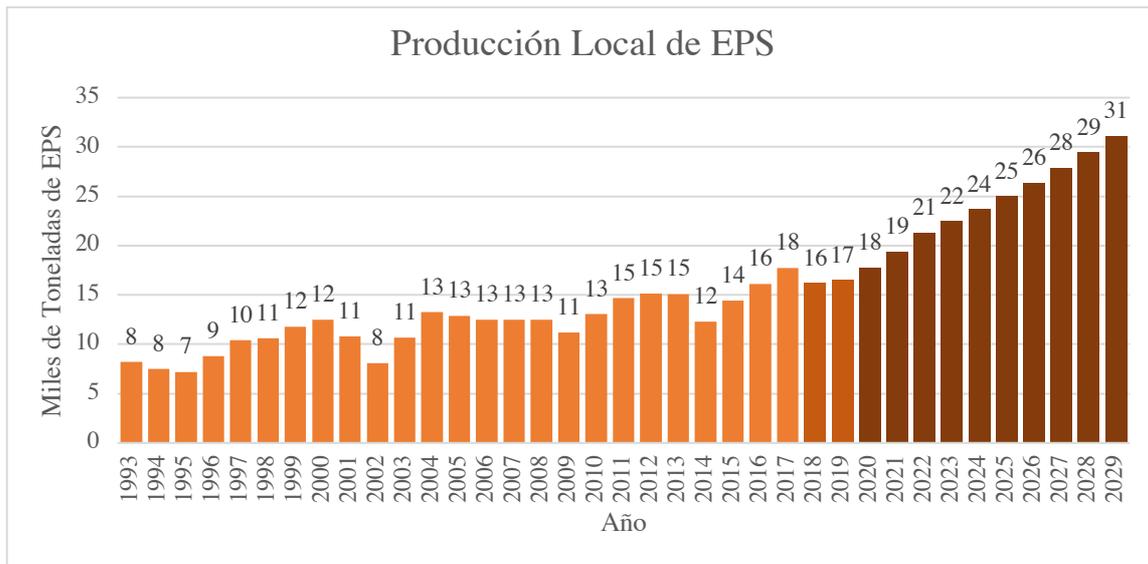


Figura 1.29: Proyección de producción local con proyecto incluido



Figura 1.30: Capacidad instalada vs Producción local histórica

Se asume que no hay nuevos entrantes ya que el capital inicial requerido es alto y deberían conseguir economías de escala para poder llegar a competir. Además, como el producto no es diferenciable y la demanda del producto está fuertemente relacionada con la economía de la Argentina (muy volátil) pueden presentarse grandes dificultades para entrar al mercado.

A su vez, se considera que los competidores locales no van a aumentar su capacidad en los próximos años ya que la inversión en maquinaria es muy alta y la volatilidad de la economía es muy elevada. Cabe destacar que tanto Styropek como International Plastic no están trabajando a su capacidad máxima de producción. Además, hay que tener en cuenta que para que los competidores aumenten la capacidad, no solo se debería invertir en maquinaria, sino que también en comprar terrenos, construir una nueva fábrica y sumar empleados, entre otras inversiones. Esto hace que crezca la inversión para aumentar la capacidad y por lo tanto baje la probabilidad de que aumenten su capacidad instalada.

Una vez asumida la no entrada de nuevos actores, se prosiguió a proyectar la capacidad instalada del mercado en conjunto a la producción local (con el proyecto), representada en la **Figura 1.31**.

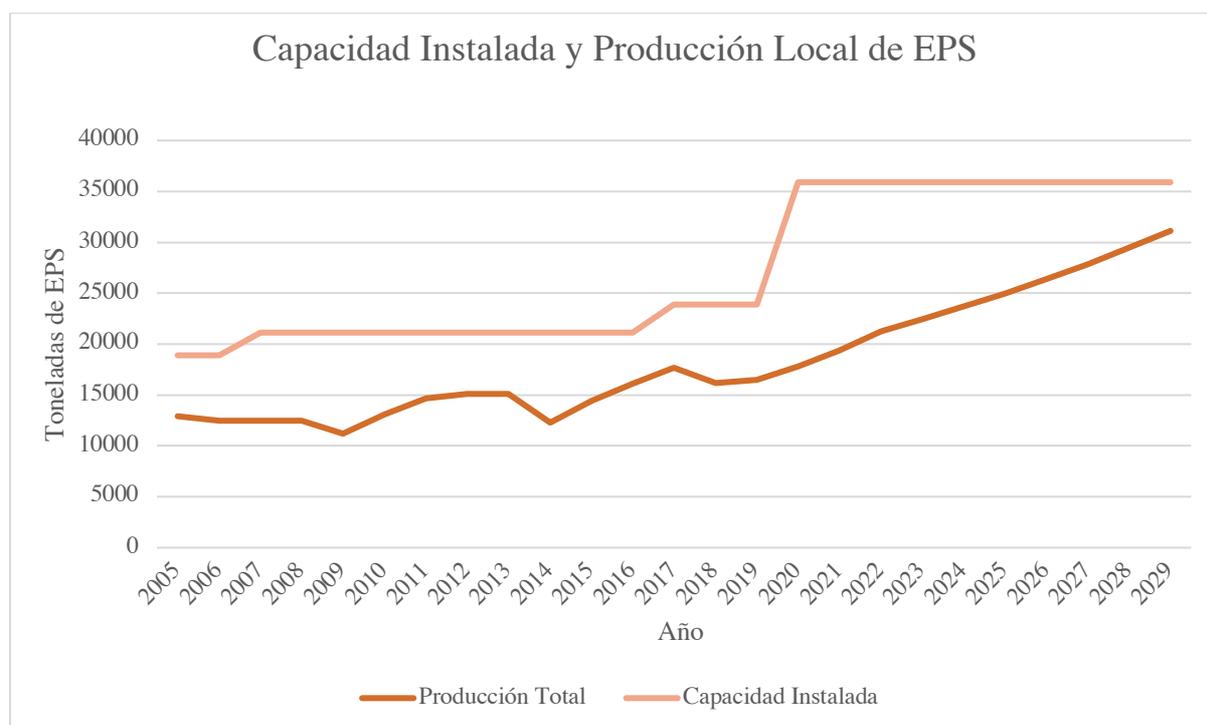


Figura 1.31: Capacidad Instalada vs Producción local proyectada

A partir de la demanda total proyectada y de la producción local total proyectada se puede proyectar la importación con la siguiente fórmula:

$$\text{Importación} = \text{Demanda} - \text{Producción} \quad (1.5)$$

Se decidió no utilizar la exportación ya que luego de un análisis realizado se pudo observar que la exportación representa una cantidad despreciable de la demanda total, representado en la **Tabla 1.18**.

| Año  | Exportación | Demanda | Porcentaje exportación |
|------|-------------|---------|------------------------|
| 2005 | 1045        | 18356   | 5.69%                  |
| 2006 | 822         | 16946   | 4.85%                  |
| 2007 | 928         | 19197   | 4.83%                  |
| 2008 | 395         | 20582   | 1.92%                  |
| 2009 | 1241        | 17176   | 7.23%                  |
| 2010 | 1175        | 23524   | 4.99%                  |
| 2011 | 434         | 26708   | 1.62%                  |
| 2012 | 115         | 27560   | 0.42%                  |
| 2013 | 211         | 28798   | 0.73%                  |
| 2014 | 322         | 25833   | 1.25%                  |
| 2015 | 166         | 25728   | 0.65%                  |
| 2016 | 780         | 24629   | 3.17%                  |
| 2017 | 221         | 27181   | 0.81%                  |

Tabla 1.18: Porcentaje de exportación histórica

Luego se realizó la proyección para la exportación de EPS en la Argentina mediante un triple suavizamiento exponencial que proporciona Excel para realizar pronósticos.

A continuación, en la **Figura 1.32**, se presentan los porcentajes que representan la exportación del consumo aparente total.

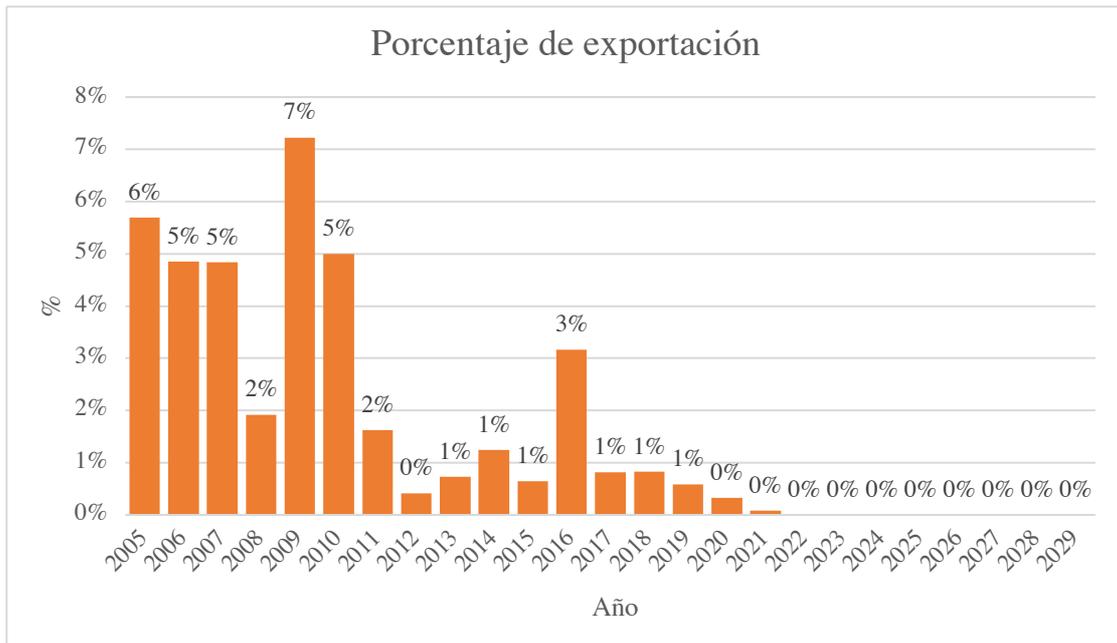


Figura 1.32: Porcentaje de exportación adoptado

Además de que las cantidades exportadas son despreciables frente a la demanda, se investigó al respecto y la mayoría de las exportaciones se realizaron por situaciones muy especiales y poco comunes. Por estas razones se decidió despreciar las exportaciones.

A continuación, en la **Figura 1.33**, se muestra la importación con y sin el proyecto:

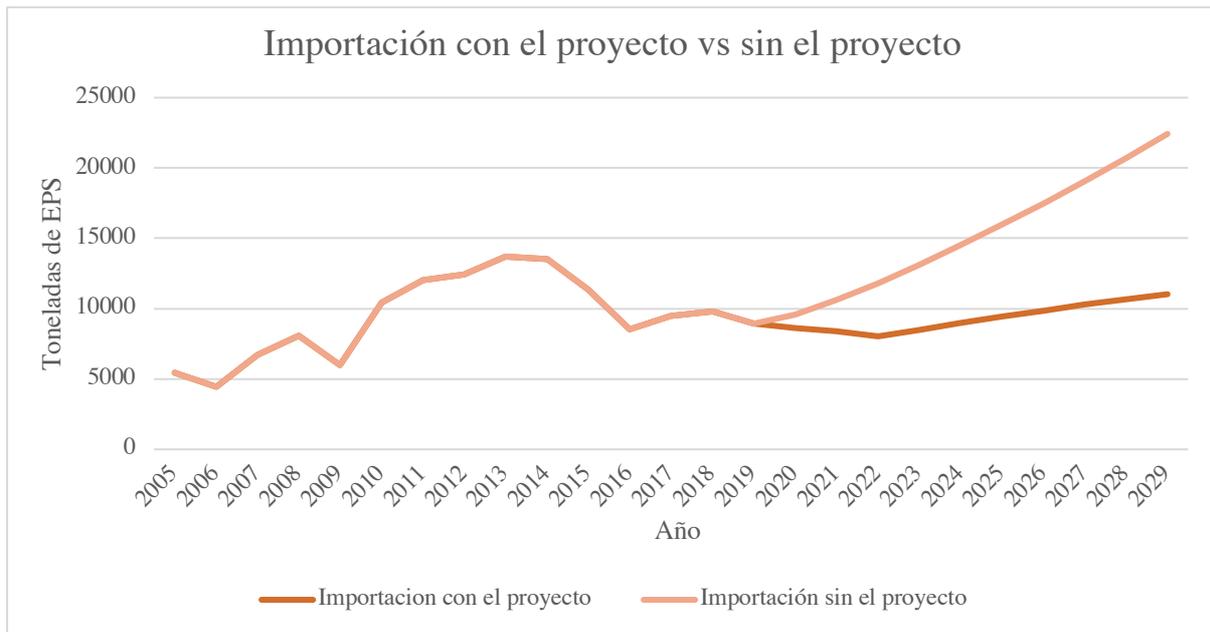


Figura 1.33: Importación con el proyecto vs sin el proyecto

Con las proyecciones de la demanda, la producción y la importación se puede mostrar cómo se comporta todo el mercado.

A continuación, en la **Figura 1.34** y en la **Figura 1.35**, se puede observar cómo evolucionaría el mercado de EPS sin y con el proyecto:

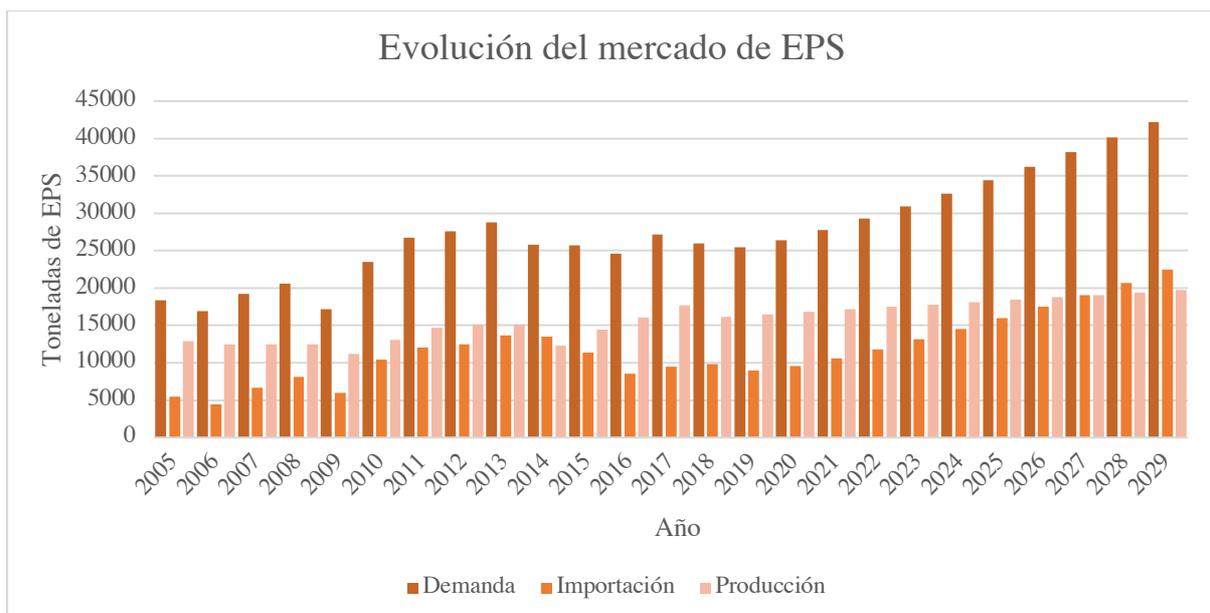


Figura 1.34: Evolución del mercado de EPS sin el Proyecto



Figura 1.35: Evolución del mercado de EPS con el Proyecto

Se puede observar como a partir del año 2020 la importación crece fuertemente hasta el 2028 que supera la producción local en el primer caso. En el segundo caso incluyendo el proyecto se puede ver claramente como a partir del año 2020 hasta el 2029 la producción supera a la importación.

Una vez obtenida la importación local total se utilizaron los porcentajes de la importación total destinados a la construcción. (Stolar, 2019), representados en la **Tabla 1.19**.

| Año  | %   |
|------|-----|
| 2005 | 44% |
| 2006 | 44% |
| 2007 | 45% |
| 2008 | 46% |
| 2009 | 46% |
| 2010 | 47% |
| 2011 | 47% |
| 2012 | 52% |
| 2013 | 46% |
| 2014 | 51% |
| 2015 | 56% |
| 2016 | 53% |
| 2017 | 51% |

Tabla 1.19: Porcentajes de importación destinados a la construcción

A partir de estos datos se decidió utilizar una serie de tiempo para proyectar el porcentaje de la importación total que se destina a la construcción.

Para esto se realizó el triple suavizamiento exponencial que proporciona Excel para realizar pronósticos. Se obtuvieron los siguientes valores proyectados presentados en la **Tabla 1.20**.

| Año  | %   |
|------|-----|
| 2018 | 49% |
| 2019 | 53% |
| 2020 | 54% |
| 2021 | 54% |
| 2022 | 55% |
| 2023 | 55% |
| 2024 | 56% |
| 2025 | 56% |
| 2026 | 57% |
| 2027 | 57% |
| 2028 | 58% |
| 2029 | 58% |

Tabla 1.20: Valores proyectados de importación dedicados a construcción

A continuación, en la **Figura 1.36**, se muestran los datos obtenidos graficados hasta el 2029.

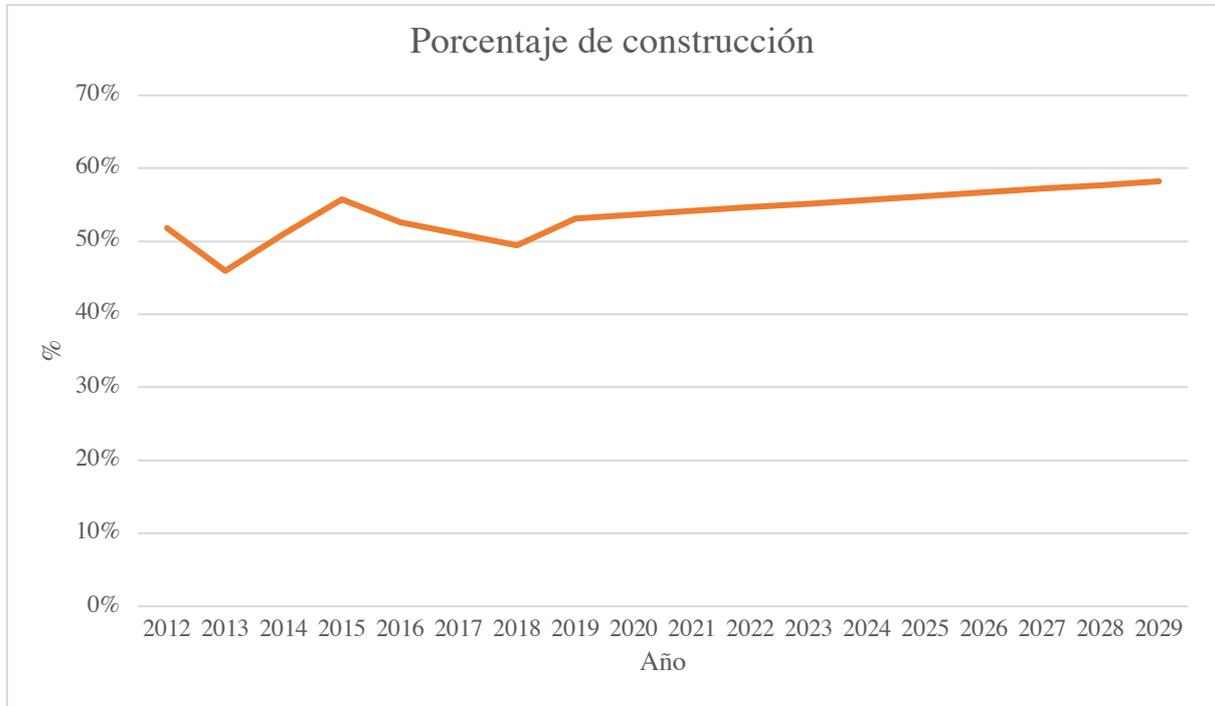


Figura 1.36: Porcentaje de importación destinado a la construcción

Se obtiene la importación destinada a la construcción, haciendo el producto entre los porcentajes mencionados, y la importación total. A continuación, en la **Figura 1.37**, se muestra la importación destinada a la construcción proyectada hasta 2029.

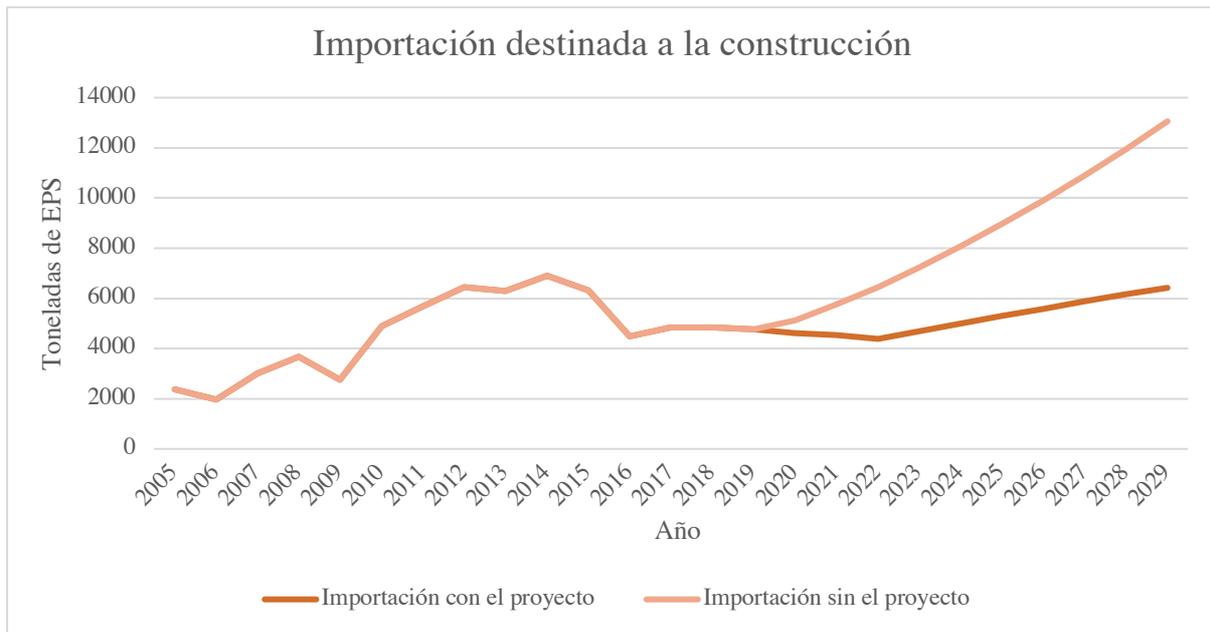


Figura 1.37: Importación de EPS destinada a la construcción con y sin el proyecto

Luego se obtiene la producción local destinada al mercado de la construcción con la siguiente fórmula:

$$\text{Producción local destinada a la construcción} = \text{Demanda destinada a la construcción} - \text{Importación destinada a la construcción} \quad (1.6)$$

Esto nos devuelve la **Figura 1.38** presentada a continuación.

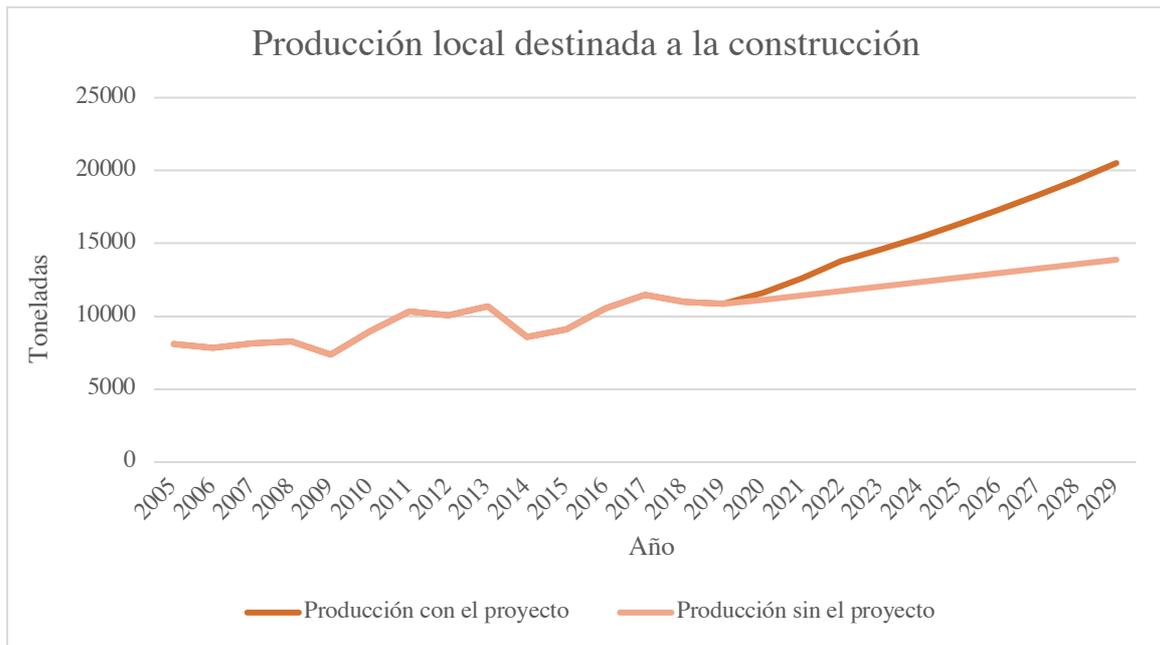


Figura 1.38: Producción local de EPS dedicada a la construcción con y sin el proyecto

Primero se muestra cómo evoluciona el mercado si el proyecto no se pone en marcha en la **Figura 1.39**.

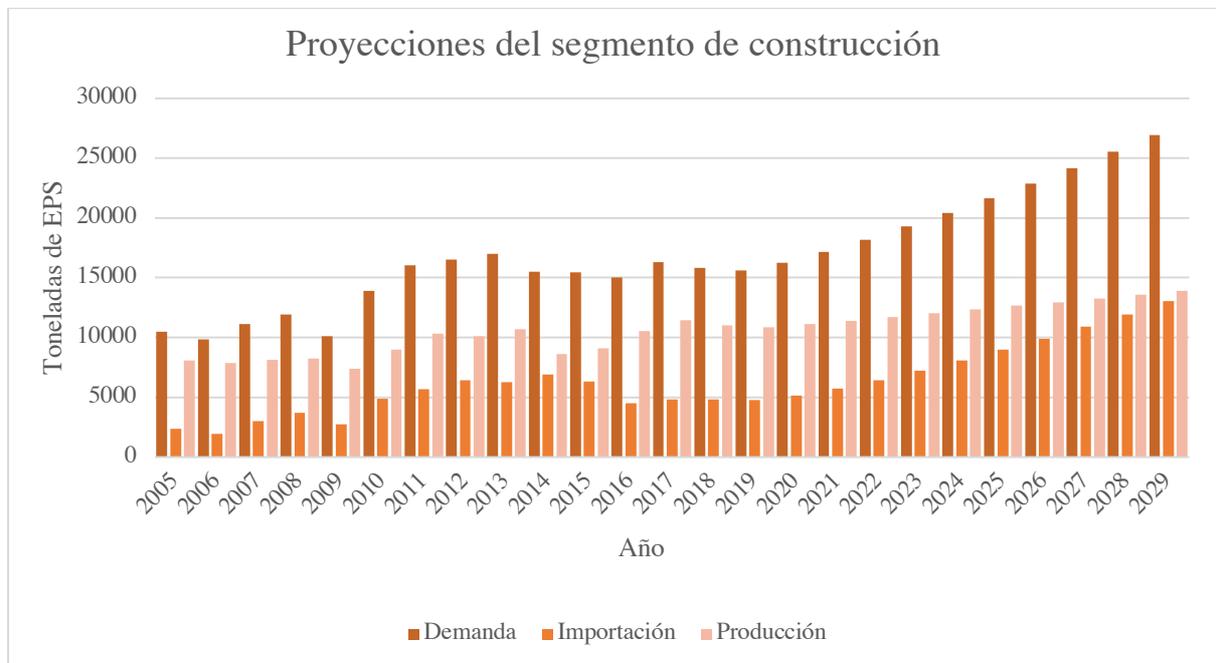


Figura 1.39: Proyecciones del segmento de construcción sin el proyecto

Se puede ver como la importación casi iguala a la producción local en el año 2029. A continuación, en la **Figura 1.40**, se muestra cómo evoluciona el mercado con el proyecto puesto en marcha.

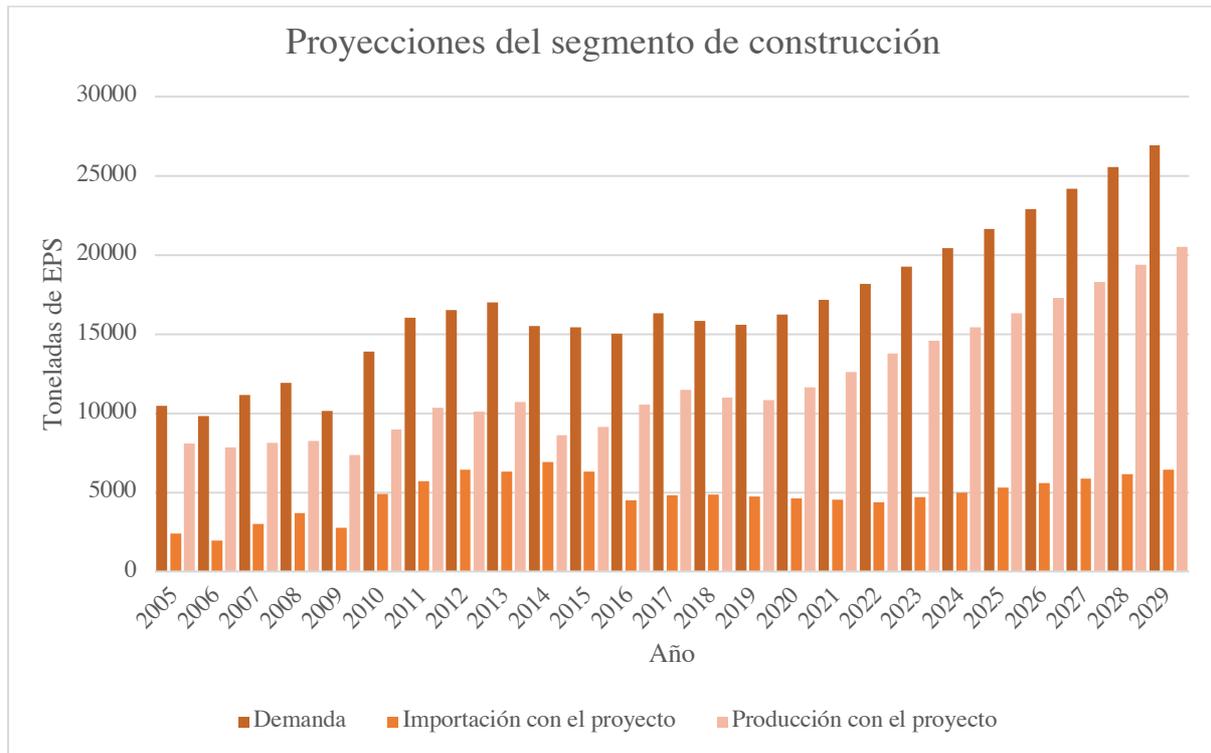


Figura 1.40: Proyecciones del segmento de construcción con el Proyecto

Se puede observar como la producción local claramente supera la importación a lo largo del tiempo a partir del 2020.

### 1.14. Determinación y Proyección del Precio

Se realizó una proyección del precio CIF en dólares. El precio CIF es el precio de venta de los productores del exterior más el flete y el seguro de la mercadería. Este precio mas los gastos de aduana es tomado como la cota inferior a la que se venderá el EPS producido en la planta, ya que existen diversos beneficios de comprar en el mercado local por sobre importar que fueron mencionados anteriormente. No se tuvieron en cuenta el IVA, anticipo de ganancias e ingresos brutos, ya que representan créditos fiscales ante AFIP y no gastos en sí. El IVA de la

importación representa una alícuota mayor, lo que implica mayor costo financiero y agrega otra ventaja competitiva para el EPS de producción nacional.

Para proyectar el precio del producto se realizaron 2 alternativas distintas. La primera fue calcular una proyección directamente sobre el EPS. En la segunda, la proyección fue realizada sobre el estireno (principal materia prima) y posteriormente se calculó la del EPS.

En ambos métodos, teniendo en cuenta que la variable a proyectar es un commodity, se optó por utilizar Mean Reversion. En la segunda alternativa, además, se procedió a realizar una regresión lineal para proyectar a partir del estireno el EPS

Luego de un análisis de las distintas alternativas se concluyó que la mejor manera de proyectar el precio del producto era haciendo primero la proyección del estireno, y mediante ésta, la regresión para finalmente obtener el precio del EPS. Las razones para concluir lo mencionado fueron que se decidió que lo ideal era hacer el análisis desde la materia prima del producto, ya que depende directamente de ésta, y que fue la de los resultados más precisos. El precio del estireno es una variable explicativa coherente ya que es un mercado con mucho mayor volumen que el de EPS y por lo tanto, tiene mayor liquidez y precios más transparentes.

Otras alternativa estudiada fue realizar el Mean Reversion tanto para el benceno, (insumo principal del estireno) como para el petróleo crudo (insumo principal del benceno), ya que ambos también son commodities.

Analizando los datos de estas variables, se encontraron que los valores de datos de 2 o 3 años, debido a sucesos extraordinarios, cambiaban rotundamente, y al no analizar un plazo lo suficientemente largo, no cumplían con los requisitos de Random Walk.

A continuación se desarrollará el método elegido para la proyección del precio.

Para poder aplicar el método de Mean Reversion se debe validar el “Random Walk” e identificar la distribución probabilística del error.

En este caso, la variable analizada será el estireno, dado que comparando precios históricos se puede observar que hay una correlación directa entre el precio de éste y el precio del EPS. El precio tomado para el estireno, es el precio FOB de exportación porque el producto no se importa al país. El precio FOB es representativo de los precios internacionales de este commodity. Estos precios históricos son presentados en la **Figura 1.41**.

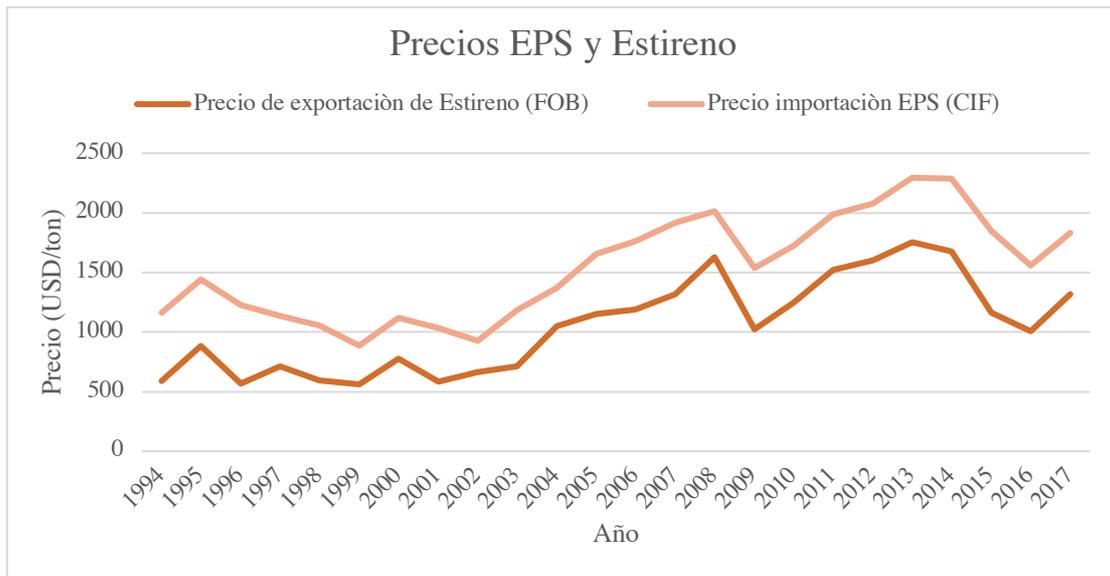


Figura 1.41: Comparación precio histórico EPS y estireno

## **RANDOM WALK**

Tomando los datos de precios del estireno desde 1993, y tomando los datos con los precios de los cuatro años anteriores, se calcularon los cuatro errores respectivos de error obteniendo resultados gratificantes.

Haciendo la regresión de  $Y_t$  respecto de  $Y_{t-1}$  (siendo  $t=0$  el año 1994), proyectándola, y comparándola con los valores de  $Y_t$ , se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.801, mayor a 0.8, por lo que cumple con el primero de los requisitos.

Luego, calculando las autocorrelaciones entre los errores de cada año, los valores obtenidos fueron -0.212, -0.171 y -0.28, siendo los dos primeros mayores a -0.25 y menores a 0.25, cumpliendo con el segundo de los requisitos. El tercer coeficiente, que compara a  $E_{t-3}$  y  $E_{t-4}$ , se lo clasifica como outlier y no se tiene en cuenta. Esto es debido a que existieron dos años, 2009 y 2015, en los cuales los precios sufrieron grandes bajas.

Al investigar que ocurrió en esos años para entender el enorme descenso en el precio del producto, se descubrió que la anomalía fue en consecuencia a grandes bajas en el precio del petróleo. En el 2009, esto ocurrió debido a la crisis hipotecaria mundial, mientras que en el 2015, en los Estados Unidos hubo una sobreproducción, lo que ocasionó que haya demasiado oferta, y por lo tanto, un precio mucho menor.

Analizando estos outliers, se concluyó que lo ocurrido en 2009 muy difícilmente vuelva a ocurrir, debido que fue en consecuencia a un evento que no ocurría desde 1930. Por otro lado, no se puede afirmar lo mismo para los hechos del 2015. Es por esto que la decisión final fue la de no tener en cuenta el precio del insumo en 2009 a la hora de realizar la proyección de precio del estireno con el método Mean Reversion.

Habiendo descartado el outlier, se volvió a realizar un Random Walk, obteniendo nuevos resultados.

Una vez más, los resultados de los cuatro errores iniciales fueron aceptables.

Haciendo la regresión de  $Y_t$  respecto de  $Y_{t-1}$ , proyectándola, y comparándola con los valores de  $Y_t$ , se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.8553, mayor a 0.8, por lo que cumple con el primero de los requisitos.

Luego, calculando las autocorrelaciones entre los errores de cada año, los valores obtenidos fueron -0.0313, 0.0286 y -0.1302, todos mayores a -0.25 y menores a 0.25, cumpliendo con el segundo de los requisitos.

### **DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DEL ERROR**

Como se puede observar en la **Figura 1.42** y en la **Figura 1.43**, realizando el Test de Anderson-Darling, no se puede afirmar que el error no sigue una distribución normal, ya que la media de los errores es aproximadamente el 5% del valor de la media y el valor p es mayor a 0.05. Por lo tanto, se sigue avanzando con el desarrollo del Mean Reversion.

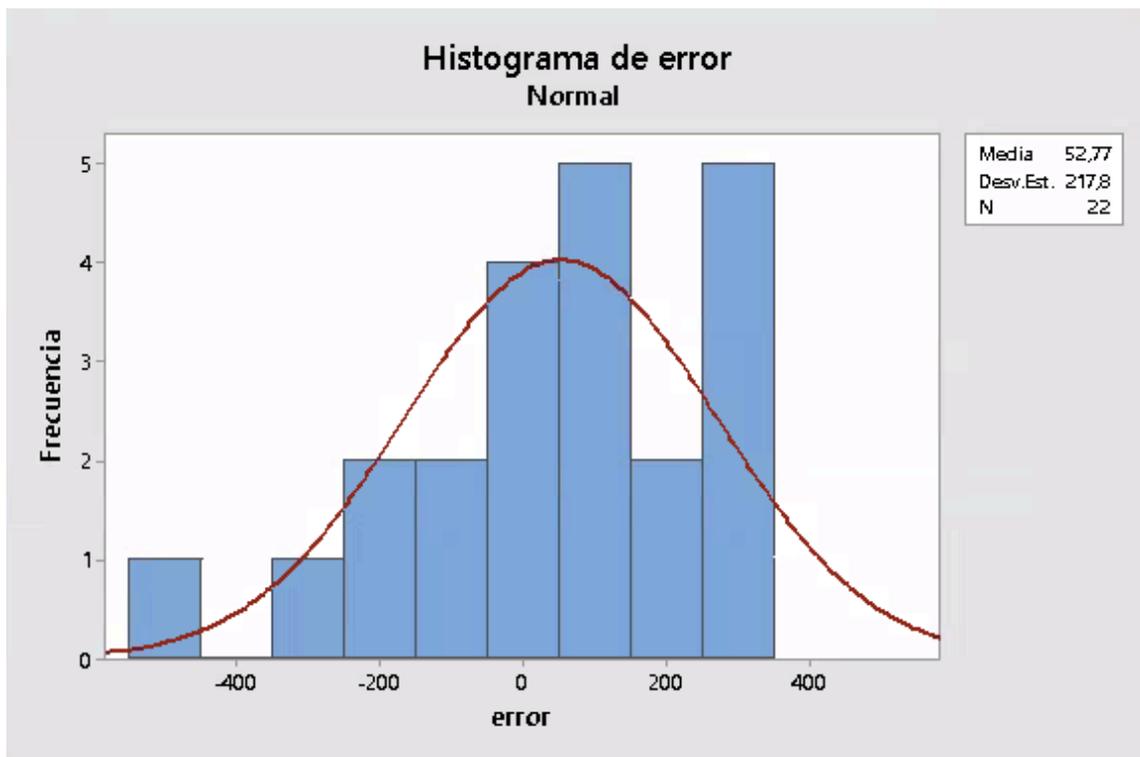


Figura 1.42: Test de Anderson-Darling

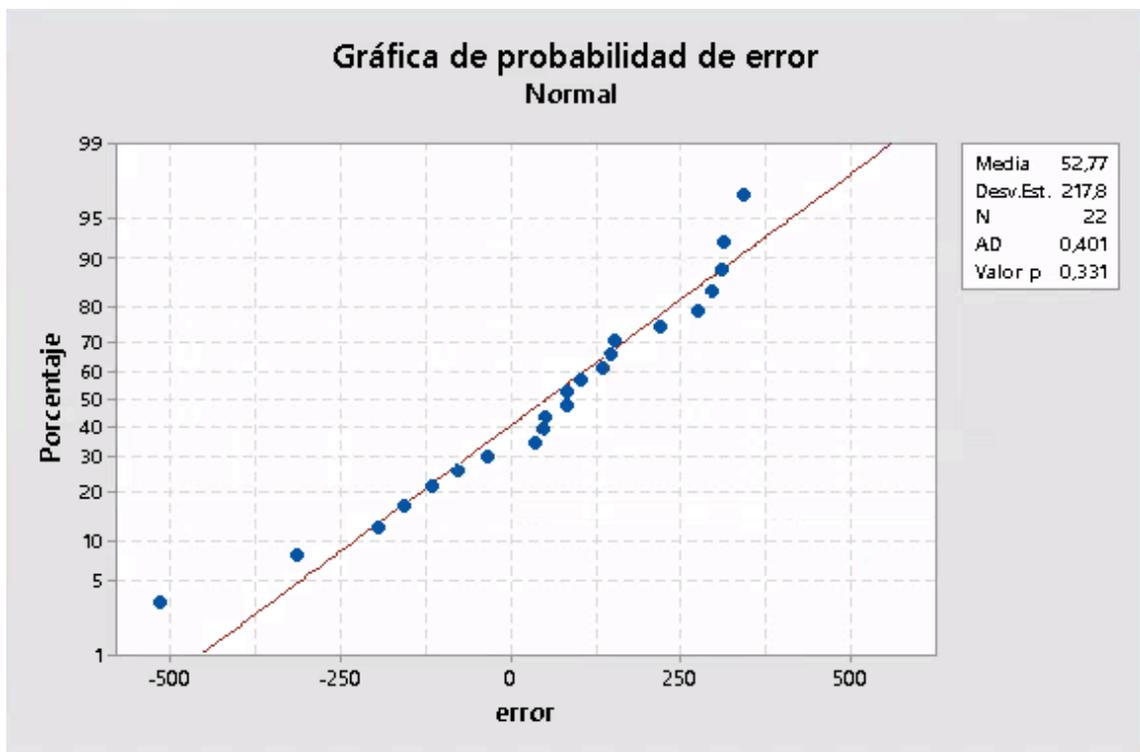


Figura 1.43: Test de Anderson-Darling

### MEAN REVERSION

El primer paso consiste en hacer una regresión entre el error  $E_{t-1}$  e  $Y_{t-1}$ , con el valor  $b$  obtenido de la recta  $y = a + bx$ , se calcula un nuevo valor de  $-\ln(1+b)$ , que en este caso es de 0.1305. Luego para calcular el valor esperado de cada año, se calcula con la siguiente fórmula:  $Y_t = M + ((Y_{t-1}) - M) \times e^{\ln(1+b)}$

Aquí se ve como lentamente el precio de este commodity comienza a tender lentamente hacia el valor medio de los datos analizados de forma asintótica. Con la misma fórmula descripta previamente, pero sumando y restando su respectivo desvío estándar, es decir:  $Y_t = (M \pm \sigma) + ((Y_{t-1}) - (M \pm \sigma)) \times e^{\ln(1+b)}$  también tenderá a un valor, que es al de  $M \pm \sigma$  según corresponda. Esto sirve para mostrar los límites inferior y superior en cada caso.

En la **Figura 1.44** y en la **Figura 1.45**, se puede como varía, en la primera, el precio del estireno hasta el 2029, que es la fecha final elegida para proyectar, y en la segundo, se observa hasta 2060 donde el precio termina en su posición asintótica.

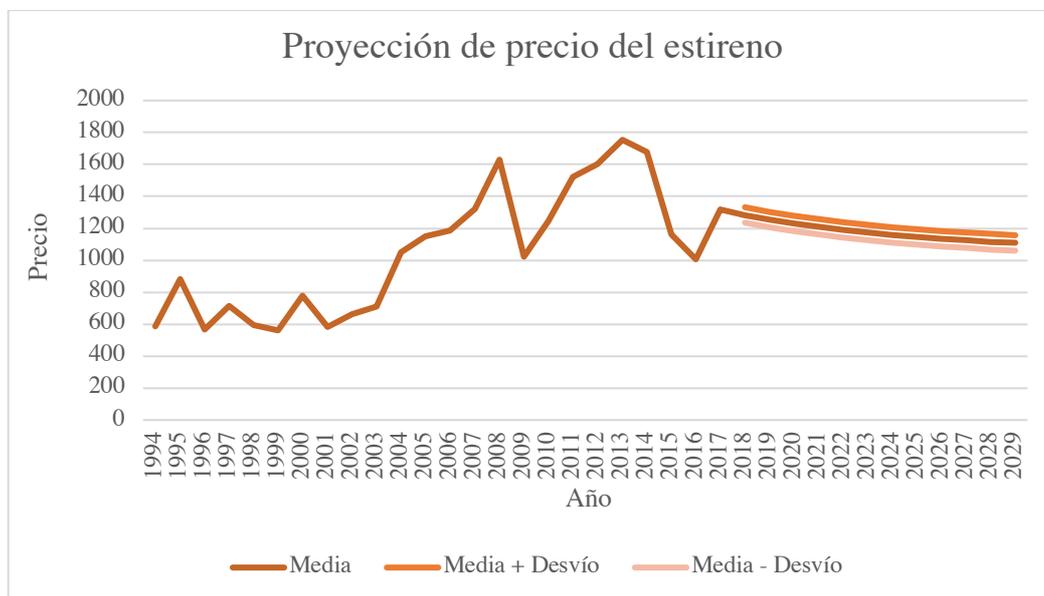


Figura 1.44: Proyección de precio estireno hasta el 2029

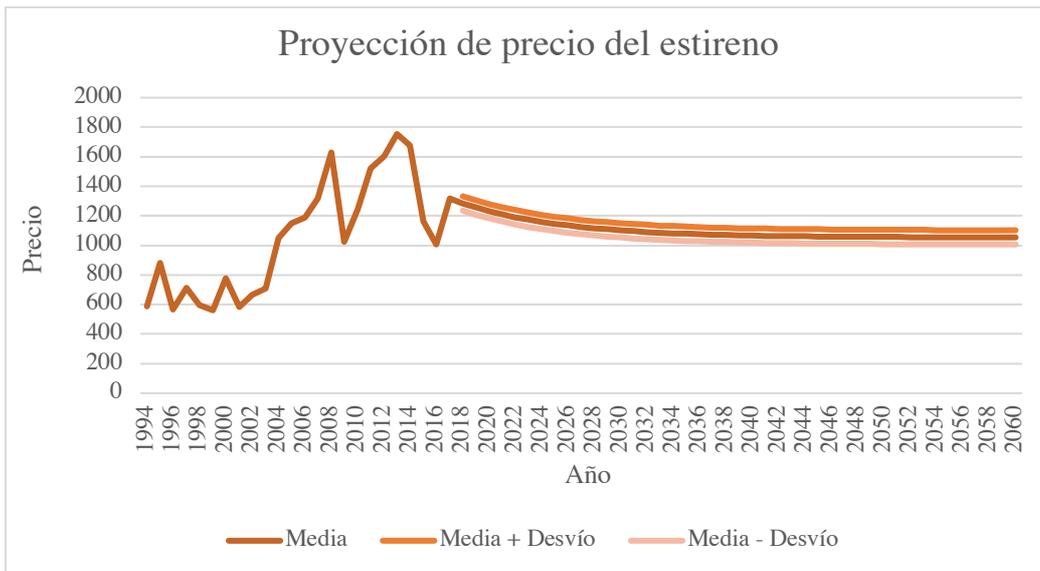


Figura 1.45: Proyección de precio de estireno hasta 2060

Obtenidos estos datos, se realiza una regresión para ver como varía el precio del estireno respecto del EPS. Los resultados obtenidos son representados en la **Tabla 1.21**.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |             |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0,968643646 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0,938270513 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0,935586622 |
| Error típico                                 | 109,5383377 |
| Observaciones                                | 25          |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | 444,2797608          | 2,63E-05            |
| Variable X 1 | 1,048093165          | 2,09E-05            |

Tabla 1.21: Regresión lineal del precio del estireno respecto al EPS

La probabilidad de la intercepción, de la variable X, y el valor crítico de F fueron muy cercanos a 0.

Se comparó el resultado proyectado del EPS contra el resultado real, y los resultados fueron muy acertados, como puede observarse en la **Figura 1.46**.

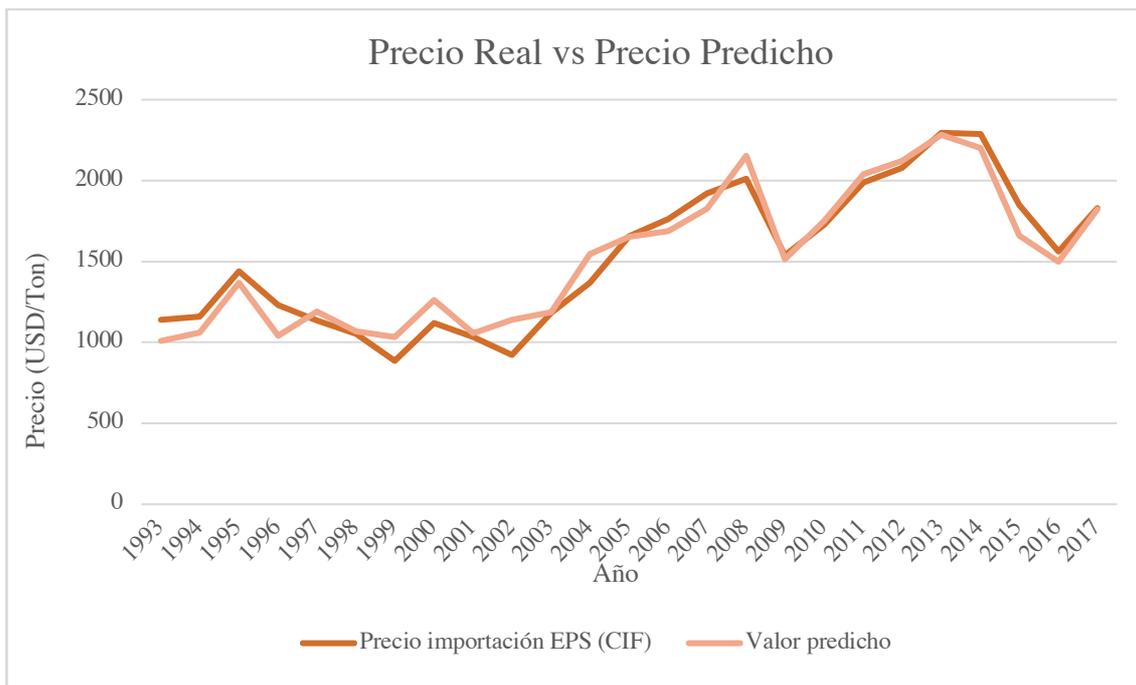


Figura 1.46: Precio real histórico vs Precio predicho

A su vez, se compararon los valores reales con los proyectados por el modelo y se hizo un estudio de la distribución de los errores presentado en la **Tabla 1.22**.

| Año  | Error     | Año  | Error     |
|------|-----------|------|-----------|
| 1993 | 128,79802 | 2006 | 73,633653 |
| 1994 | 100,44146 | 2007 | 92,237262 |
| 1995 | 70,253975 | 2008 | -139,6716 |
| 1996 | 189,40332 | 2009 | 22,569025 |
| 1997 | -54,57019 | 2010 | -23,20384 |
| 1998 | -14,94329 | 2011 | -51,38137 |
| 1999 | -146,26   | 2012 | -43,27692 |
| 2000 | -142,7443 | 2013 | 12,364828 |
| 2001 | -23,31808 | 2014 | 85,068002 |
| 2002 | -216,2136 | 2015 | 187,83598 |
| 2003 | -6,425908 | 2016 | 62,386609 |
| 2004 | -174,7776 | 2017 | 6,4296344 |
| 2005 | 5,3650066 |      |           |

Tabla 1.22: Distribución de errores del precio real contra el predicho

Se analizó si los errores seguían una distribución normal, y no hubo indicios para concluir que esto no fuera así, ya que además de lo mencionado previamente, el valor p obtenido fue de 0.566, por lo que cumple con el requisito de ser mayor a 0.05. Esto se ve reflejado en el análisis desarrollado con Minitab en la **Figura 1.47** y la **Figura 1.48**.

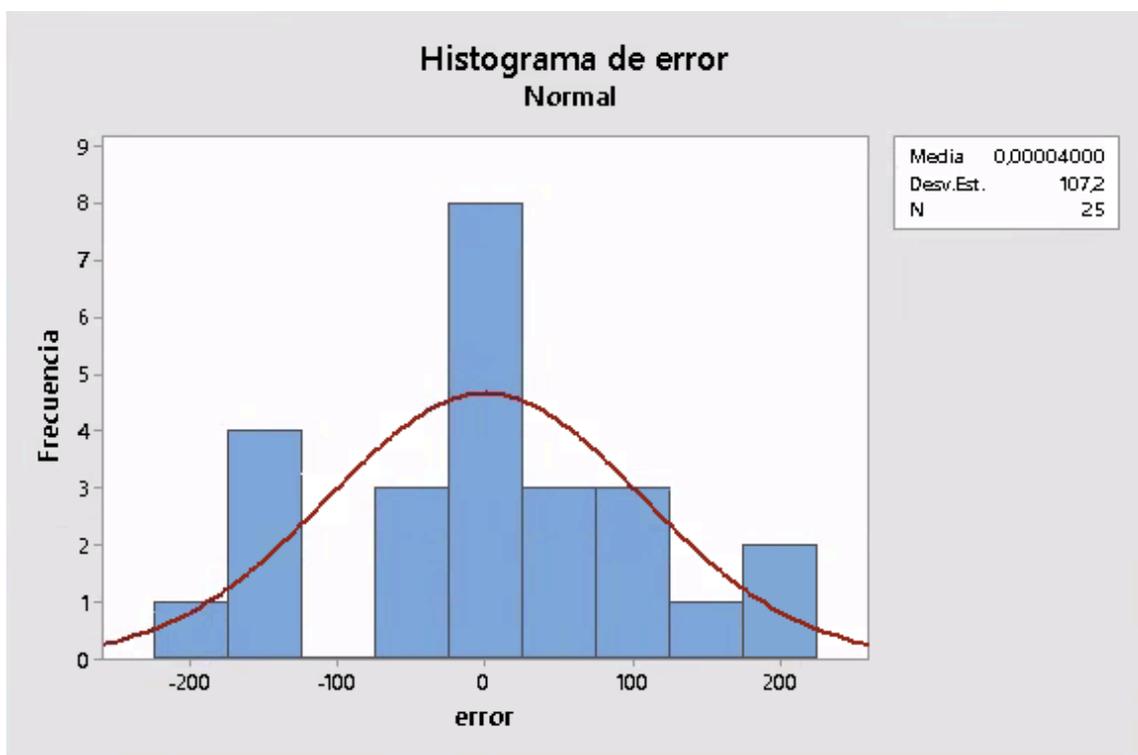


Figura 1.47: Test de Anderson-Darling

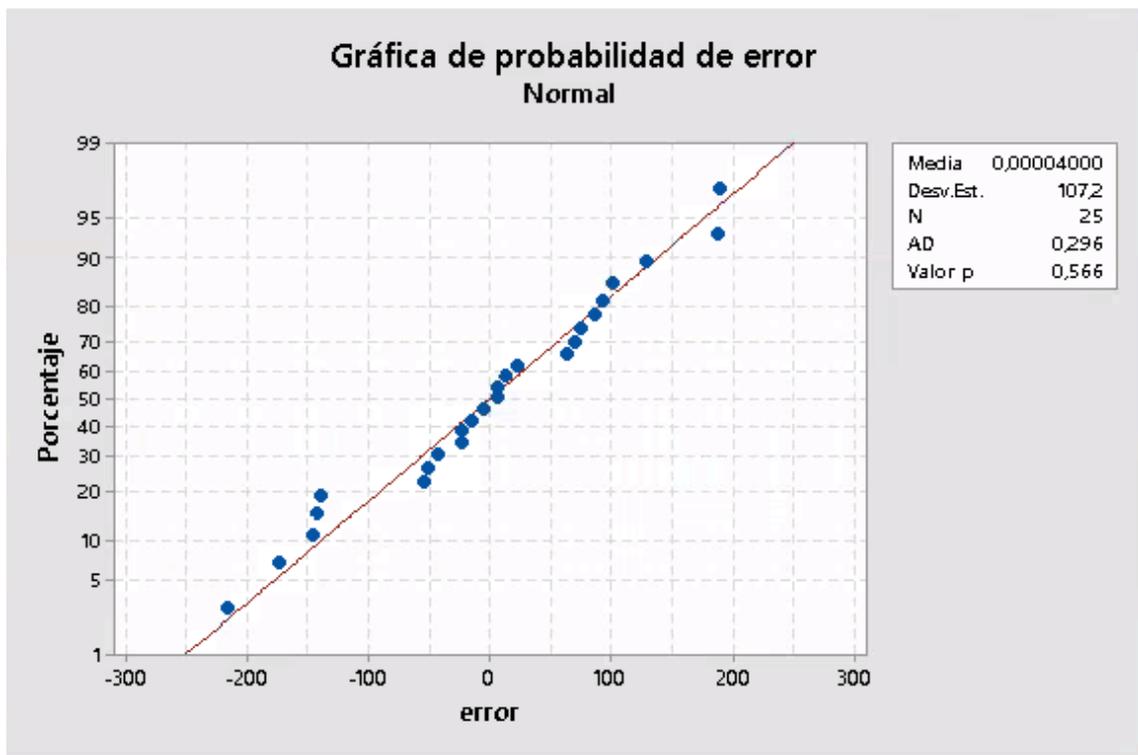


Figura 1.48: Test de Anderson-Darling

Proyectando el precio del EPS de la manera mencionada previamente, y teniendo en cuenta los límites inferiores y superiores, la proyección obtenida se puede observar en la **Figura 1.49**.

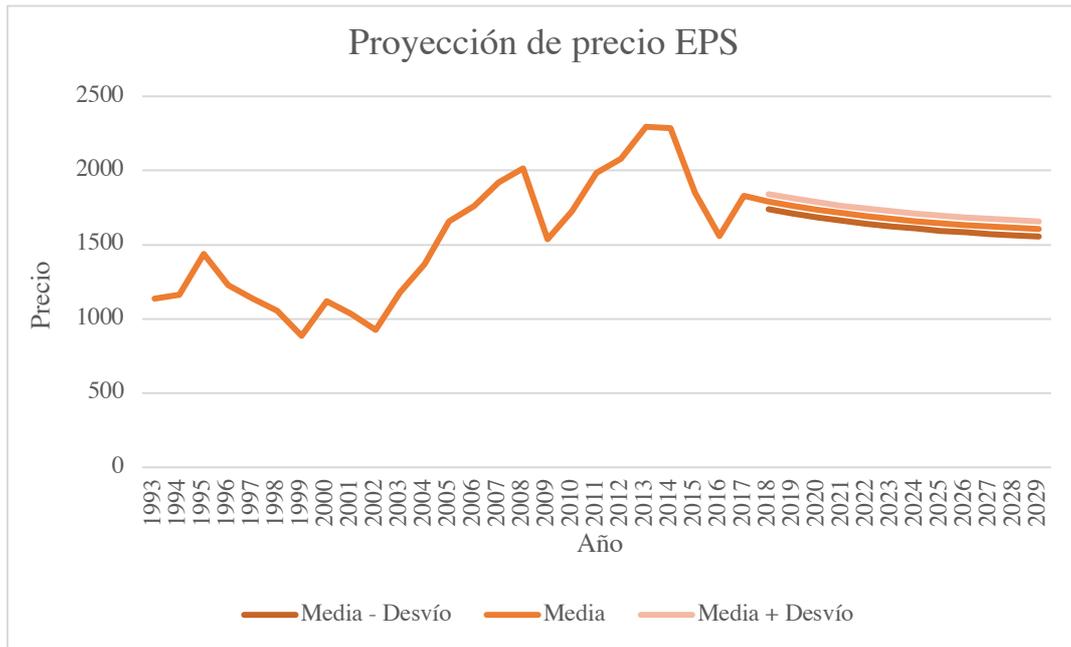


Figura 1.49: Proyección del precio de EPS

En conclusión al análisis realizado, se logró realizar las proyecciones finales para el precio CIF del EPS en USD/ton, estando estos reflejados en la **Tabla 1.23**.

| Año  | Precio CIF (USD/Ton) |
|------|----------------------|
| 2018 | \$ 1.789,93          |
| 2019 | \$ 1.760,41          |
| 2020 | \$ 1.734,49          |
| 2021 | \$ 1.711,75          |
| 2022 | \$ 1.691,79          |
| 2023 | \$ 1.674,27          |
| 2024 | \$ 1.658,89          |
| 2025 | \$ 1.645,39          |
| 2026 | \$ 1.633,55          |
| 2027 | \$ 1.623,15          |
| 2028 | \$ 1.614,02          |
| 2029 | \$ 1.606,01          |

Tabla 1.23: Proyecciones precio CIF de EPS

Al no haber datos históricos sobre el precio final, se proyectó el precio CIF, y luego año a año se le agregaron los gastos correspondientes para obtener el precio final al cual se vendería el producto. El precio CIF es el precio al que se pagó la mercadería en el país del que se importó más los costos de seguro y flete. Sin embargo, se le agregan distintos costos por despacho e impuestos por la importación. Por lo tanto, se considera que el precio al que se importa el bien, es el precio CIF + gastos. Se asume que los gastos se mantendrán constantes, ya que resultaría ilógico predecir cómo van a variar. Los gastos son presentados en la **Tabla 1.24** (Fazio, 2019).

| Gastos  | Porcentaje |
|---|------------|
| Derechos  | 14,00%     |
| Estadística                                       | 2,50%      |
| Depósito fiscal                                   | 1,01%      |
| Acarreo zona aduanera/Depósito importador - Baies | 1,09%      |
| Res. 924/99 / 404/99                              | 0,00%      |
| Agencia marítima/aérea                            | 1,68%      |
| SENASA  | 0,07%      |
| Terminal portuaria                                | 1,78%      |
| Gastos operativos                                 | 0,45%      |
| Honorarios  | 1,49%      |
| Simi  | 0,45%      |
| Verificación                                      | 0,60%      |
| Total   | 25,12%     |

Tabla 1.24: Porcentaje de gastos

Por lo tanto, los precios proyectados para el período 2018-2029 son los reflejados en la **Tabla 1.25**.

| Año  | Precio de venta (USD/Ton) |
|------|---------------------------|
| 2018 | \$ 2.239,56               |
| 2019 | \$ 2.202,62               |
| 2020 | \$ 2.170,20               |
| 2021 | \$ 2.141,74               |
| 2022 | \$ 2.116,77               |
| 2023 | \$ 2.094,84               |
| 2024 | \$ 2.075,60               |
| 2025 | \$ 2.058,72               |
| 2026 | \$ 2.043,89               |
| 2027 | \$ 2.030,88               |
| 2028 | \$ 2.019,47               |
| 2029 | \$ 2.009,44               |

Tabla 1.25: Precios proyectados con gastos considerados

Los puntos analizados para tomar este precio como el precio final fueron los siguientes:

Los precios locales tienden a ser un 15% mayores a los precios de importación, por los beneficios mencionados previamente sobre comprar localmente en lugar de importar.

El precio elegido es igual al precio de importación, que sería la cota inferior, donde se ofrece un precio diferencial, sin dejar de lado el objetivo de maximizar las ganancias.

Con lo mencionado recientemente, se explica el precio final, donde se ofrece un precio similar al que se paga por importar, con los beneficios de que sea producido localmente.

### **1.15. Segmento del Mercado y Proyección de Ventas**

Como la principal estrategia comercial es sustituir importaciones del segmento de la construcción se segmentará el mercado según clientes importadores y clientes locales.

Durante los primeros 3 años se hará principal foco en capturar a los clientes importadores de manera escalonada, aumentando nuestro share del mercado gradualmente. Para esto, en el primer año nos concentraremos en los 2 principales clientes importadores (Estisol e Ixom) que representan alrededor del 21% del mercado importador del segmento de la construcción ofreciendo beneficios en el lead time, el financiamiento y una atención personalizada. De esta

manera obtendríamos un 6% del segmento de la construcción total. Lograr capturar a los 2 máximos importadores del mercado, permitirá lograr posicionar al proyecto como un agente confiable e importante en el mercado de EPS destinado a la construcción. La inversión en ventas para este primer año será mayor que en el resto del período ya que se considera vital el éxito en esta primera etapa para el futuro del proyecto.

Para el año 2021, nos concentraremos en la captura de las empresas que importan un volumen medio de EPS (Zythums, Sanlap, Tecno Aislantes, Chilan y Aislaciones Patagónicas). Logrando así obtener alrededor del 49% del mercado importador el cual representa un 13% del segmento de la construcción total.

Finalmente, en el 2022 finalizaremos capturando una gran cantidad de empresas importadoras entre las cuales se encuentran Cerámicas salteñas, Novapol, Horn & Cia, Inca Industria de conglomerados y aislaciones, Orica Quemicals y Brenntag. Por lo que llegaríamos a obtener un 86% del mercado de importación de la construcción el cual representa el 21% del mercado total de la construcción.

A partir de 2023, la empresa ya estará establecida en el mercado, por lo que se comenzará a intentar capturar clientes del mercado local. Se entiende que el crecimiento va a ser menor, debido a la mayor competencia ofrecida por los competidores locales. Se estima un crecimiento anual del 3% del share (de la demanda del segmento de la construcción).

Durante todo este tiempo, no se espera la entrada de nuevos competidores al mercado, debido a las grandes barreras de entrada que este tiene. También, durante el plazo analizado, pueden ocurrir distintas situaciones que hagan cambiar la perspectiva. Por ejemplo, un cambio de gobierno que decida directamente cerrar las importaciones, generando un enorme aumento de demanda en el mercado local.

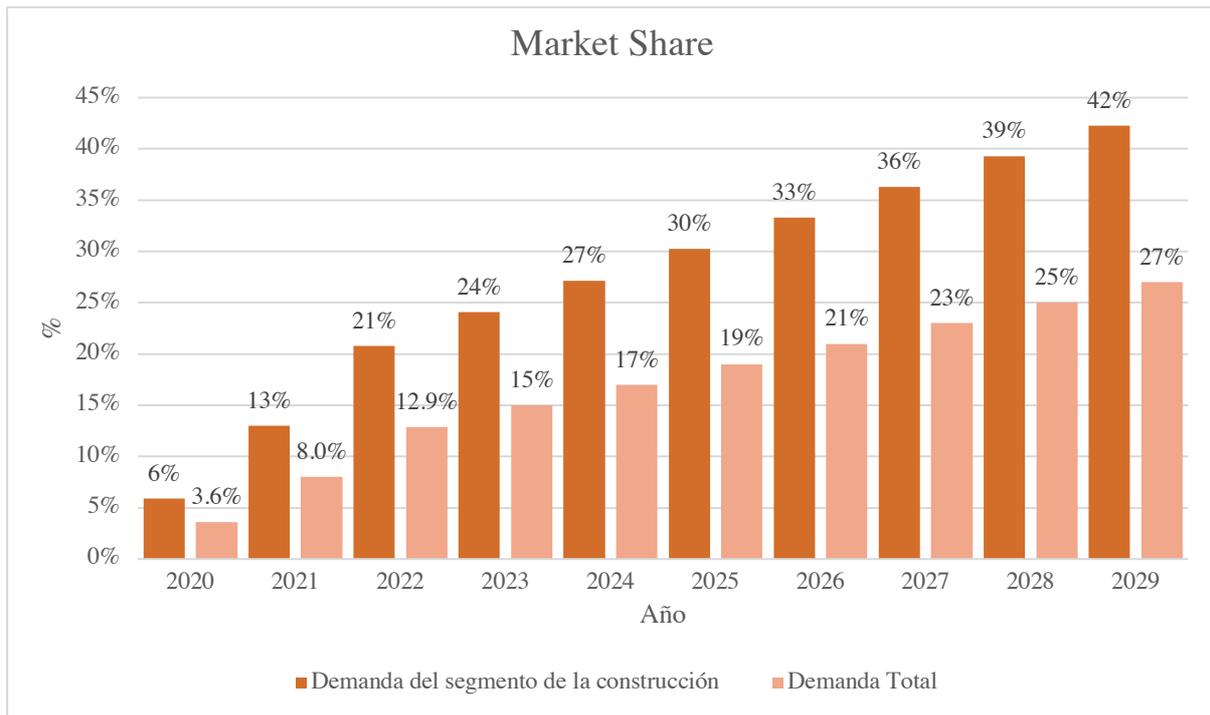


Figura 1.50: Market Share proyectado

Se muestra en la **Figura 1.50** las proyecciones del market share para los siguientes años. En un color, el market share sobre la demanda total de EPS, y en otro, market share de la demanda de EPS cuyo uso es destinado a la construcción. Mientras que en la **Figura 1.51**, dentro del mercado importador, en un color el market share sobre la importación total, y en otro, el market share sobre la importación de EPS cuyo uso es destinado a la construcción (Stolar, 2019).

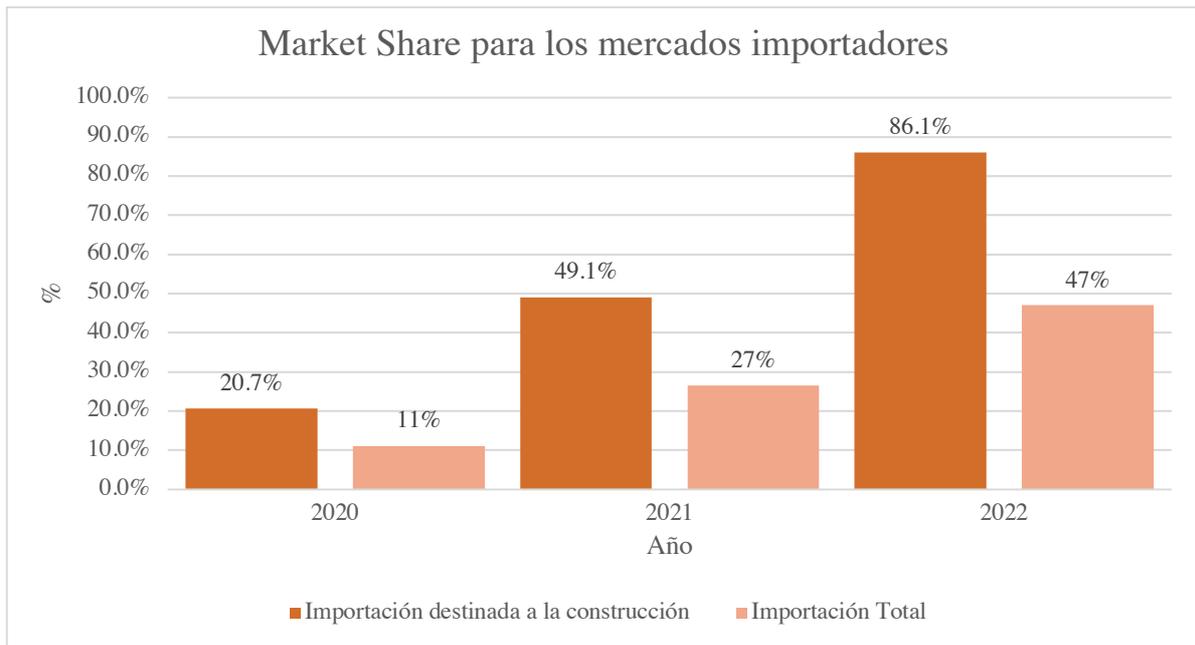


Gráfico 1.51: Market Share proyectado para los mercados importadores

Teniendo en cuenta el objetivo de obtención del mercado, la proyección de la oferta que logrará ser vendida del proyecto será la ilustrada en la **Figura 1.52**.

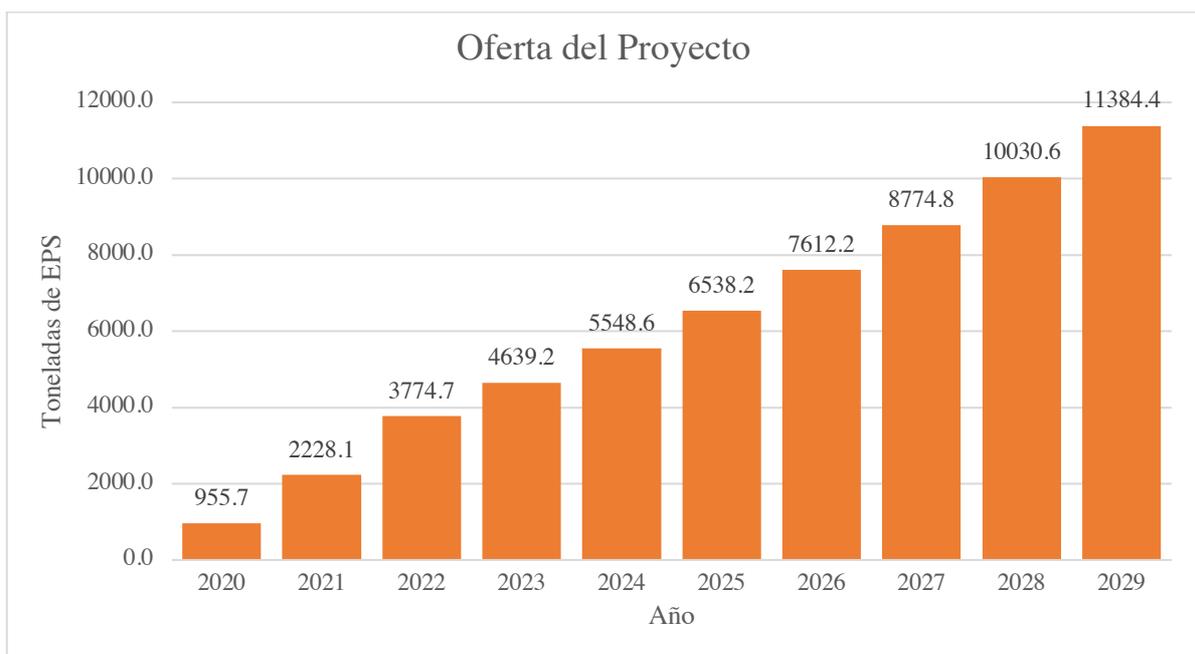


Figura 1.52: Oferta del Proyecto

Por último, haciendo el producto entre el precio y la cantidad ofertada se obtiene como resultado la cantidad de facturación que tendrá el proyecto año a año, como se puede ver en la siguiente **Figura 1.53**.



Figura 1.53: Facturación proyectada

### 1.16. Canales y Estrategias de Distribución

Al tratarse de ventas business to business, se entiende que se está frente a un escenario de venta compleja en el que la estrategia de ventas tiene un rol fundamental en el éxito del proyecto.

Al ser un proyecto con inversión de Pampa, se plantea una estrategia de venta directa con vendedores propios de Pampa Energía S.A. Los ejecutivos de cuenta deben tener la habilidad de lograr convertir a los sospechosos en prospectos a través de una atención y venta personalizada. Se evaluará a los equipos de ventas por sus resultados en ventas, satisfacción de los clientes y fidelización de los mismos a lo largo del tiempo.

## Planta de EPS

Para lograrlo, se distribuirá a los vendedores según el volumen de venta. De esta manera, tendremos vendedores que podrán darle la atención necesaria a cada cliente. Se dotará con un cliente por cada 3000 toneladas anuales de EPS vendido y un gerente de ventas.

Siguiendo esta estrategia y en línea con las proyecciones de venta, el primer año se necesitará un vendedor, el quinto 3 y así sucesivamente manteniendo siempre en foco el objetivo de lograr una atención personalizada con ellos.

Para la distribución de los productos se utilizarán los métodos habituales conocidos en el mercado:

Bolsones de rafia plástica de una tonelada.

Distribución en camiones del tipo chasis (capacidad de volumen entre 80 y 120 m<sup>3</sup>, capacidad de carga máxima: 80 toneladas.)

Por cuestiones volumétricas cada camión podrá transportar hasta 24 toneladas de EPS. Los pedidos actuales del mercado varían entre 15 y 24 toneladas siendo el pedido promedio de 18 toneladas.

Actualmente Pampa Energía terceriza el servicio de distribución de Estireno y Poliestireno con Expreso Cargo S.A. La misma, distribuye mercadería a lo largo de todo el país. Para aprovechar la estrategia logística y comercial establecida entre Pampa y Expreso Cargo se utilizará esta misma empresa para la distribución de EPS expandible.

Los costos de distribución actuales de Expreso Cargo S.A. son de 16 dólares por tonelada cada 100 kilómetros aproximadamente.

En caso de que el cliente tenga su propio método de distribución, se le dará la posibilidad de utilizar su propio servicio.

## II. ANÁLISIS DE INGENIERÍA

Se realizó un análisis de los dos procesos productivos existentes para producir EPS, por batch y continuo. Se tuvieron en cuenta los aspectos económicos, ambientales y de calidad del producto final para realizar una comparación entre ambos. Finalmente, se decidió elegir el proceso continuo debido a la calidad superior del producto final, la capacidad de producción sin tiempos muertos y el ahorro de energía. El proceso continuo está patentado por Sulzer AG y la maquinaria del mismo también.

Tras realizar el balance de masa de acuerdo a las proyecciones de la demanda, se efectuó un balance de línea para determinar la cantidad de máquinas necesarias. El resultado fue que se debe instalar una máquina Sulzer de 700 ton/h en el 2019 y una segunda en el 2024. Además, con la estructura de tiempos y las características de operación de la máquina, se definieron la cantidad de empleados de planta a contratar.

Con el fin de definir la localización de la planta se efectuó un análisis de macro y micro localización. Para el análisis de macrolocalización, se halló un baricentro entre las ubicaciones geográficas de los proveedores y clientes del proyecto. Se tomó un radio de 100 km del baricentro para ubicar la planta. Tras el análisis de la microlocalización, se decidió instalar la planta en el Parque Industrial Agua Profunda donde actualmente se encuentra la planta de Pampa Energía S.A.

### 2.1. Introducción

En el presente capítulo, el cual tiene el carácter de la segunda entrega del Proyecto Final de la carrera Ingeniería Industrial, se hará un análisis profundo y desarrollado del aspecto ingenieril del proyecto “Instalación de una planta elaboradora de Poliestireno Expandible”. Entre los cuales se destacarán la descripción del proceso productivo, lay-out, balance de línea y localización de la planta.

### 2.2. Proceso

Como se mencionó anteriormente, existen dos tipos de tecnologías para la producción de poliestireno expandible:

Proceso discontinuo (Batch)

Planta de EPS

Proceso continuo (Sulzer)

A continuación, se desarrollarán ambos procesos con mayor profundidad.

## **2.2.1. Descripción**

### **2.2.1.1. Proceso Batch**

El proceso batch, consta de múltiples etapas. Las materias primas que se utilizan en este proceso son agua, estireno (líquido), pentano, un agente estabilizador (fosfato trisódico), un catalizador (peróxido de benzoilo), un retardante de llama (hexabromo) y cera.

A continuación, se describirá el proceso de producción de EPS de tipo batch según la **Figura 2.1** (Warburg, 2019) (Scheirs & Priddy, 2003):

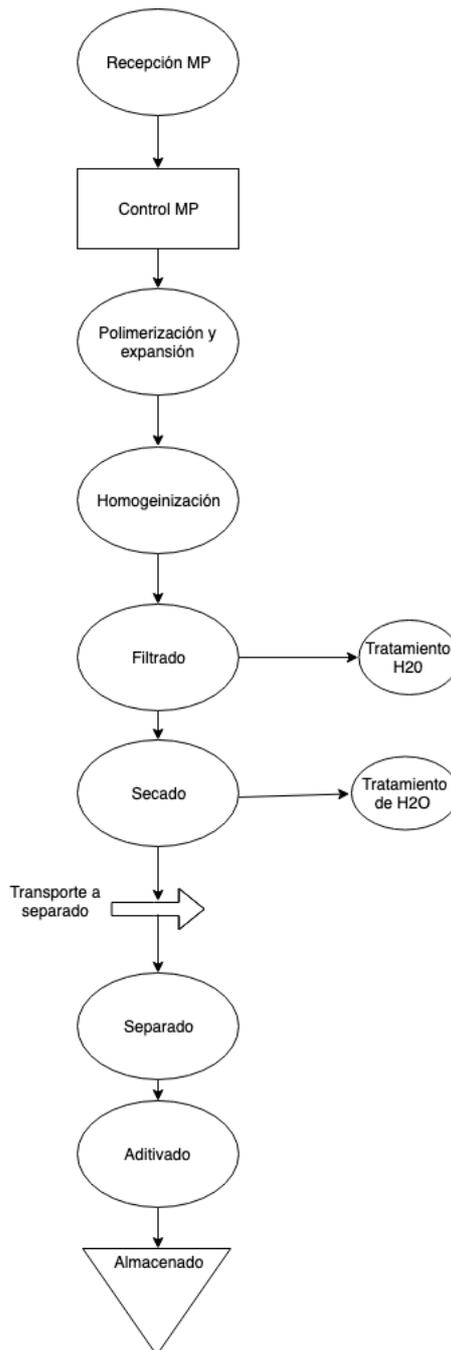


Figura 2.1: Proceso de producción Batch

### Recepción de materia prima y control

El proceso comienza con la recepción de la materia prima, estireno (líquido), en camiones cisterna de 12000 litros que vienen del proveedor local (Pampa Energía S.A.). El mismo descarga su contenido en tanques de acero inoxidable que pasan por un proceso de control de

calidad. Para el control de la materia prima se utiliza un sistema de muestreo y examinación en laboratorio.

### Transporte de Estireno al Reactor

El transporte del estireno, en estado líquido, se hace a través de tubos de acero inoxidable mediante bombeo.

### Polimerización

El primer proceso de la producción de EPS es la polimerización dentro de un reactor. La misma se realiza mediante suspensión en agua en unos reactores equipados con mecanismos agitadores que producen la división del estireno en pequeñas gotas de 0,1 a 1 mm suspendidas en agua. Se utiliza un catalizador soluble en fase orgánica (tipo azo- o peróxidos como el peróxido de benzoílo / laurolio) para iniciar la polimerización. Además, se utiliza una mezcla de fosfato tricálcico y cloruro de sodio para obtener fosfato trisódico (agente dispersante para evitar la coalescencia de las gotas). El sistema de dos fases (líquido/sólido) es inestable, en el sentido que no se mantiene la polimerización en suspensión en ausencia de agitación. Tanto los monómeros utilizados, como los polímeros producidos, son poco solubles en el medio de dispersión.

Como se menciona en el párrafo anterior, una de las claves de este proceso es la agitación permanente dentro del reactor para mantener la separación de las gotas de monómero como se muestra en la **Figura 2.2**. Este factor, en conjunto con la concentración del agente de dispersión, la temperatura, la relación de volúmenes (fase líquida/sólida) y la viscosidad de ambas fases definen el tamaño de las gotas en el reactor.

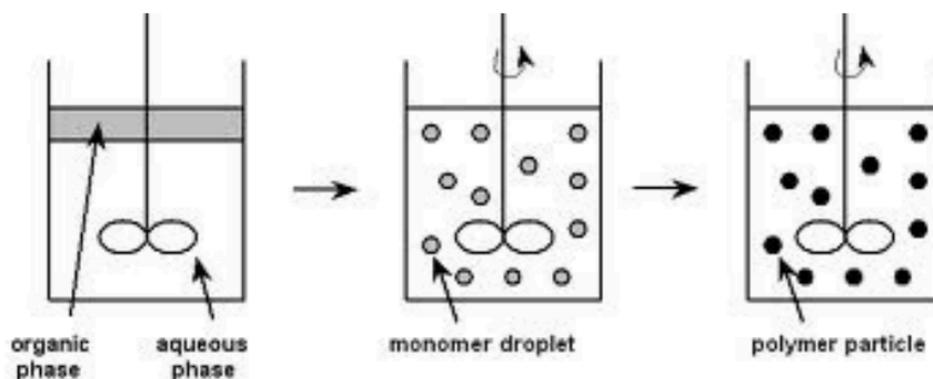


Figura 2.2: Agitado en reactor

La reacción de polimerización es exotérmica y se desarrolla siguiendo un programa de temperaturas definido. El reactor se calienta mediante una camisa en cuyos tubos circula vapor a presión. Cuando se alcanza la tasa de conversión adecuada, el agente de expansión se introduce a presión. El agente de expansión más utilizado es el pentano.

Al finalizar esta etapa, se obtiene una mezcla de EPS, agua y fosfatos que es enviada a un tanque de homogeneización.

### **Homogeneización**

En el tanque de homogeneización la mezcla se enfría y se le agrega ácido clorhídrico para neutralizarla.

### **Filtrado**

El filtrado es la primera operación de separación líquido-sólido utilizada en este proceso. Es una técnica que permite separar los sólidos presentes en una fase fluida en función de su tamaño de partícula, haciendo pasar ésta a través de un medio poroso (denominado medio filtrante) que permite separar dichos sólidos. En este caso, el sólido es la perla de EPS y el líquido es el H<sub>2</sub>O de la mezcla obtenida a la salida del reactor.

### **Tratamiento H<sub>2</sub>O líquido**

A pesar del agregado de ácido clorhídrico en la homogeneización, se debe agregar una mayor cantidad del mismo para poder neutralizar completamente la mezcla y obtener agua con un PH neutro que se pueda reutilizar. El agua contiene restos de agente dispersante que debe ser eliminado.

### **Secado**

Como sigue existiendo humedad contenida en la perla después del filtrado, se realiza una operación de secado llamada centrifugado. En el centrifugado, se utiliza la fuerza centrífuga generada por la alta velocidad de rotación del centrifugador para separar el líquido del sólido aprovechando las distintas densidades de los mismos.

### **Separación**

El proceso de separación empieza por un ciclón y luego se realiza la operación de tamizado. El tamizado consiste en introducir las perlas por una serie de tamices (o cribas) que separan distintos tamaños de partículas. El tamaño de partículas sigue una distribución normal y se tamizan para conseguir las granulometrías del mercado. Se obtienen también partículas de tamaño inadecuado.

### **Aditivado**

Para evitar la formación de grumos en la fabricación de poliestireno expandido se le agrega 1 kg de Poliestarato de Zinc cada 1000 kg de EPS. La mezcla se realiza en una mezcladora bicónica.

### **Almacenamiento**

El producto se almacena en bigbags de 1000 kg. El producto debe conservarse en un lugar fresco ya que el pentano contenido en la perla se volatiliza.

## **2.2.1.2. Proceso Continuo**

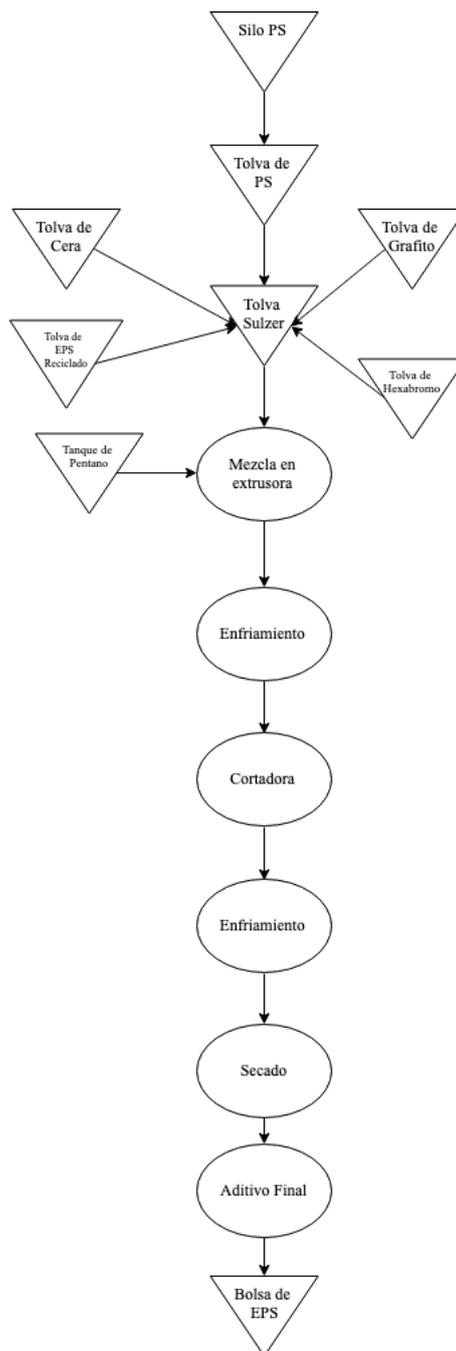


Figura 2.3: Diagrama de bloques del proceso continuo de producción de EPS

En este apartado se explicará el proceso ilustrado en la **Figura 2.3**. En una primera etapa se encuentra el poliestireno (PS) cristalizado almacenado en silos de 100 ton, que es transportado por tubos a un almacenamiento intermedio en un cajón de acero a nivel del suelo cercano a la Sulzer. De dicho cajón se alimenta la tolva de PS de la Sulzer mediante mangueras.



Figura 2.4: Silos de cristal de poliestireno (izq), Cajón de acero de poliestireno (der)

Por otro lado, se encuentran almacenados hexabromo cera y grafito en tachos a nivel del suelo, mostrados en la **Figura 2.5**. Todos alimentan a sus respectivas tolvas de Sulzer mediante mangueras succionadoras idénticas a la que conecta el cajón de PS con la tolva de PS.



Figura 2.5: Tachos de almacenamiento de hexabromo, cera y grafito

La máquina cuenta también con una quinta tolva en donde se agrega EPS (que no cumplió con las especificaciones o tuvo algún otro defecto) que se reciclará.

Cada una de las cinco tolvas, mostradas en la **Figura 2.6**, cuentan con una dosificadora controlada por un PLC (programmable logic controller) que decide cuánta materia prima ingresará a la extrusora doble tornillo que se encuentra debajo de las tolvas. Se debe especificar previamente las cantidades de cada material que se desea para el proceso.



Figura 2.6: Tolvas alimentadoras de la máquina Sulzer

### **Mezcla en extrusora**

El poliestireno es inyectado y fundido junto con los materiales aditivos en una extrusora doble tornillo. En este proceso se le inyecta a la cámara de extrusión pentano líquido (agente de soplado), previamente almacenado en un tanque, a alta presión. Se logra la homogeneización de la mezcla, en donde se consigue una alta dispersión del pentano y los aditivos en el poliestireno. La temperatura alcanzada deberá superar los 180°C, punto en el que los cristales de poliestireno se funden. (Sulzer AG, 2018).

La extrusora doble tornillo cuenta con una serie de resistencias para calentar la mezcla. A su vez, se regula la temperatura mediante la circulación de aceite de enfriamiento y agua. Tanto el aceite, como el agua, siguen un circuito cerrado por lo que no se presentan pérdidas. La

cantidad de aceite usada es de entre 20 y 45 litros según las condiciones de operación (Sulzer AG, 2018).

### Mixer

Luego, la mezcla se enfría en un mezclador-enfriador “SMR” mostrado en la **Figura 2.7**. Consiste en un intercambiador de calor de tubos flexionados de acero inoxidable. La flexión de los tubos, además, crea el efecto de mezclado para asegurar aún más la homogeneidad de la fase. Como fluido de intercambio de calor se usa aceite “Cauquén” de YPF. El sistema no posee puntos calientes ni zonas muertas. Tampoco tiene partes rotativas y requiere escaso mantenimiento. (Sulzer AG, 2018).

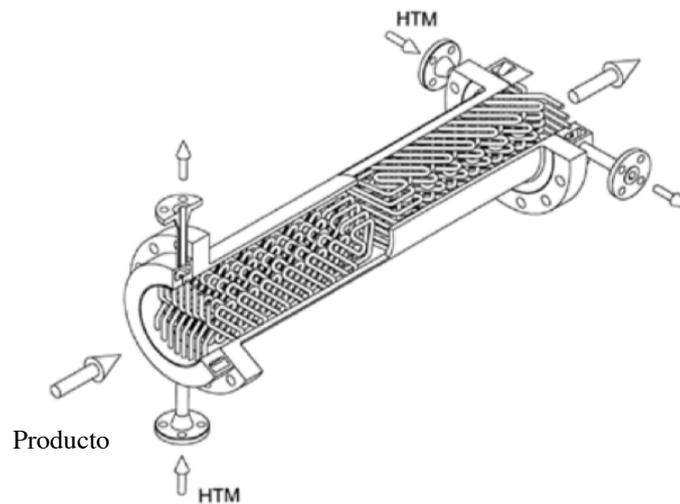


Figura 2.7: Esquema del intercambiador SMR

### Filtrado

El sistema cuenta con una malla metálica que separa las impurezas sólidas (mayormente provenientes de EPS reciclado o suciedad en el PS). Hay dos filtros que se alternan entre sí. Esto permite que se pueda limpiar un filtro mientras que el otro este trabajando.

### Cañería auxiliar

Existe una cañería paralela a la principal, que se utiliza para controlar la calidad del producto a la salida del filtrado durante la puesta en marcha. El flujo se desvía antes de la extrusión hacia

la cañería auxiliar hasta que se compruebe que la calidad del mismo es la deseada. Este desvío es producido por el accionamiento de una válvula. El material obtenido en esta rama se reingresa en su totalidad posteriormente como EPS reciclado.

### **Extrusión**

Luego de enfriarse, el EPS se extruye por un plato de extrusión circular, como el mostrado en la **Figura 2.8**, que contiene 480 agujeros dejando la mezcla en forma de “fideos”. El tamaño de los agujeros del plato define el tamaño de la perla de EPS.



Figura 2.8: Foto del plato de extrusión con agujeros y la cuchilla

### **Cortado**

Una cuchilla rotatoria subacuática se utiliza para cortar el EPS que sale de la extrusora formando las perlas. Su velocidad de rotación define también el tamaño de perla. El cortado con este método asegura alta esfericidad y precisión en el tamaño. Luego de esta operación, las perlas se encuentran a una temperatura de 63°C.

### **Enfriado y secado**

Luego del pelletizado, el material pasa junto con el agua por tubos en forma de serpentina donde se va enfriando naturalmente. Luego se transporta hasta una máquina de centrifugado para secarla. Antes del secado las perlas ya se encuentran a 45°C. Dicho secado se realiza con una centrifugadora donde las perlas se separan del agua, que vuelve a la pelletizadora formando un circuito cerrado.

### **Aditivado final**

Se le agrega al producto estearato de zinc en un tornillo de mezclado. La función principal del aditivo es evitar la formación de grumos en la expansión del EPS al fabricar telgopor. Se añade en una proporción de 1 kg de aditivo cada 1000 kg de EPS.

### **Almacenamiento**

La máquina de secado deposita el EPS en bolsas de tejido de polipropileno de 1000 kg cada una. Se debe procurar no exponerlas al sol debido a que el pentano contenido dentro de la perla se volatiliza. Las bolsas cuentan con liners internos de plástico que son usados para prolongar el tiempo de vida del producto, logrando mantener por más tiempo el agente expansor. Las propiedades físicas no tendrán variaciones en un periodo de 180 días después de la fecha de fabricación, siempre y cuando el producto sea almacenado en lugares a temperatura ambiente, esté protegido de lluvia, nieve, escarcha, exposición directa a la luz del sol y daños físicos. Los envases que han sido abiertos se sugieren usar a la brevedad. De no ser así, deberán cerrarse herméticamente, ya que en caso contrario podrán cambiar sus propiedades físicas y/o químicas.

### 2.2.2. Elección

Se compararon ambas tecnologías según factores económicos y tecnológicos que serán mencionados a continuación:

#### **Homogeneidad del producto y forma de la perla**

En el proceso Batch, las perlas de EPS que se obtienen tienen distintos tamaños debido a que la agitación produce distintos tamaños de gotas en la polimerización. Los distintos tamaños siguen una distribución normal (campana de Gauss), lo que produce que se deba realizar una tamización para segmentar las perlas según su tamaño para obtener las granulometrías utilizadas en el mercado. Por lo tanto, hay una dificultad agregada de tener que comercializar tamaños muy distintos de perlas, y por lo tanto encontrar al cliente que necesite las perlas de esos tamaños, que en algunos casos el tamaño de perla solo se puede usar para aplicaciones muy especiales y poco comunes. De hecho, para el mercado de la construcción se utiliza principalmente (casi únicamente) la perla de 0,8-1mm de diámetro ya que es la que se usa para hacer los bloques que se utilizan en la construcción. A su vez, algunas perlas quedan de un tamaño muy pequeño que no tienen utilidad. Las mismas deben reciclarse y volver a insertarlas al proceso.

En cambio, el proceso continuo es muy preciso. El tamaño de la perla es definido por el plato de extrusión y la perla obtenida ya tiene una granulometría apta para ser comercializada directamente en el mercado. Por lo tanto, al tener un proceso que pueda producir este rango de tamaño de perla significa que todo lo producido se comercializa en el mercado sin problemas

y por lo tanto no hay que comercializar otro tipo de perla que prácticamente no tiene demanda, como pasa en el caso batch.

Además, la perla obtenida en el proceso Sulzer, representada en la **Figura 2.9** presenta una forma esférica constante mientras que en el proceso batch la forma de las mismas varía. Esto genera un poliestireno expandido menos quebradizo y con mayor resistencia a la compresión, ya que la forma uniforme garantiza una expansión ideal.

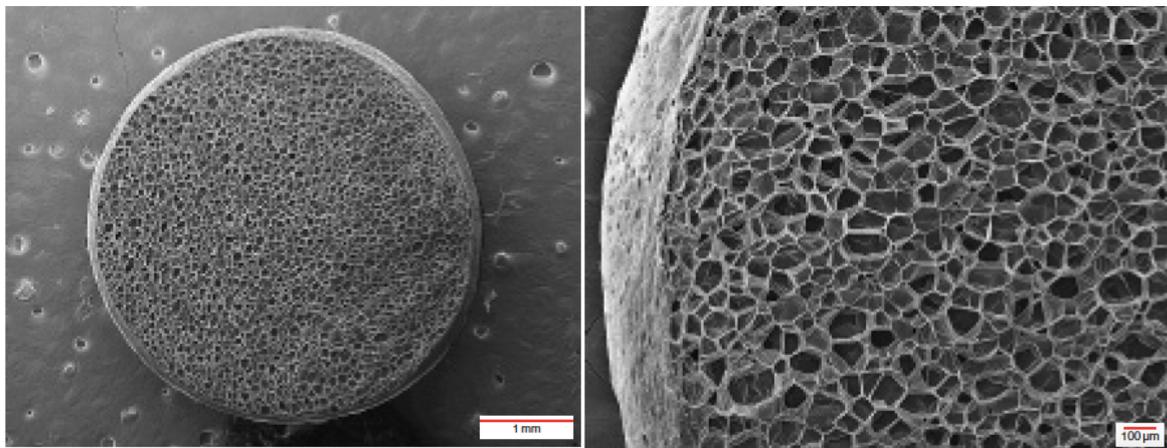


Figura 2.9: Imágenes microscópicas de una perla de EPS obtenida por proceso continuo

### **Continuidad del proceso**

La reacción del proceso Batch tarda entre 7 hs (en las plantas más avanzadas) y 11 hs (Stolar, 2019). Posteriormente, se debe frenar la operación del reactor y realizar una puesta en marcha para el próximo lote. Además, si existen defectos en la polimerización, la mezcla de estireno-poliestireno se puede adherir a las paredes del reactor requiriendo limpieza manual.

En cambio, en el proceso Sulzer se puede trabajar en forma continua durante períodos superiores a un año después de la puesta en marcha inicial. Esto reduce los tiempos muertos y permite un mayor aprovechamiento de la energía.

### **Materias primas**

Si la polimerización del mismo no se realiza en forma completa, quedará parte dentro del EPS. El estireno es un monómero altamente peligroso para la salud y contaminante. Al ingresar poliestireno en el proceso Sulzer, se continúa eliminando monómero de estireno en la extrusora. Además, el proceso batch utiliza mayor cantidad de materias primas debido a que se requieren agentes dispersantes como el fosfato trisódico y catalizadores como el peróxido de Benzoilo que resultan en una perla de menor calidad. (Warburg, 2019)

### **Contaminación y ahorro de agua**

La utilización de grandes cantidades de agua en la reacción de tipo Batch para generar la suspensión del monómero y las distintas materias primas utilizadas requieren que la misma sea tratada posteriormente debido a su alta contaminación. En el proceso Sulzer, el agua solo está en contacto con EPS en estado semi fluido que no resulta contaminante para la misma y puede ser reutilizada. El proceso Sulzer consume cantidades despreciables de agua para la pelletización y agua para el enfriamiento en la extrusora.

### **Energía**

El proceso Batch requiere una mayor cantidad de energía debido a que requiere un motor de gran tamaño para accionar el agitador durante el tiempo de reacción (7 a 11 hs). Además, se requiere energía para generar el vapor para calentar el reactor.

Los motores requeridos en el proceso continuo para accionar los rotores tienen consumos mucho menores y no se frenan en cada lote. La mayor parte del consumo de energía en el proceso continuo se debe a la utilización de resistencias para calentar el poliestireno en la extrusora.

### **Know-how**

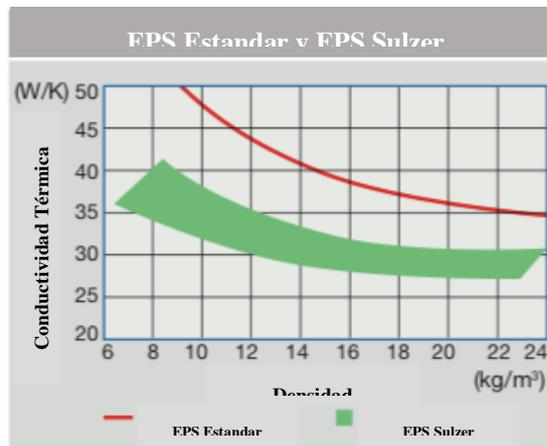
El proceso Batch fue desarrollado por BASF a principios de los años 40 y tiene una larga trayectoria en Argentina. Actualmente, no existe ninguna planta en Argentina que utilice el proceso continuo para la producción de EPS. Esto es una desventaja para su elección debido a que no existe personal en el país con experiencia en la instalación y operación de este tipo de máquinas. En cambio, existe gran experiencia con el proceso de tipo Batch debido a la cantidad de plantas que cuentan con esta tecnología en el país.

### **Facilidad de operación**

La mayor complejidad en el proceso continuo se encuentra en la puesta en marcha. Posteriormente, se requiere un correcto suministro de materiales para que funcione en régimen continuo. En cambio, en el proceso Batch, se debe acondicionar el reactor en cada lote, lo que significa en mayor complejidad de operación. La capacitación de operarios en el proceso continuo para la puesta en marcha será crítica, pero durante la operación no se realizan procesos de alta complejidad.

### Aditivos y flexibilidad de operación

El proceso continuo permite agregar aditivos al producto final que no podían ser agregados en el proceso batch. Por ejemplo, se puede utilizar grafito para disminuir la conductividad térmica del material. El agregado del grafito y la mejora en la homogeneidad de la perla permite obtener



un producto final de mayor calidad y mejores propiedades como muestra la **Figura 2.10**.

Figura 2.10: Comparación de conductividad térmica por distintos procesos de EPS

### Comparación

Debido a los distintos puntos mencionados anteriormente, la elección de la tecnología es instalar un proceso continuo. El proceso desarrollado por Sulzer produce menos contaminación y nula agua residual. A diferencia del proceso batch, este proceso permite reciclar scrap de otros procesos como la fabricación de poliestireno y el scrap de la puesta en marcha de la máquina misma. Es un proceso más moderno que permite la utilización de nuevos aditivos que logran materiales con menor conductividad térmica y con menos densidad. La calidad de la perla es superior y aumenta la satisfacción del cliente final.

La característica clave por la cual se decide por el proceso Sulzer, es que permite obtener la granulometría específica del producto elegido para el sector de la construcción, sin tener que vender otros tipos de productos.

### **2.2.3. Puesta en Marcha**

La puesta en marcha del proceso es crítica. La misma tiene una duración de 6 horas y 15 minutos aproximadamente. El primer paso es el calentamiento de la máquina, sobre todo de la extrusora doble tornillo. Para ello se enciende la máquina, sin inyectar el material. El calentamiento de las bobinas, aceites y cañerías dura aproximadamente 6 horas. Una vez que la máquina ya se encuentra a la temperatura adecuada, se comienza a inyectar el material.

Como método de control, inicialmente la válvula que abre/cierra la salida del material hacia la pelletizadora se encuentra cerrada. Esto genera que el material extruido se desvíe por una tubería auxiliar que desemboca en un tacho plástico. En dicho sector se hace el control de calidad del producto intermedio. De esta manera, se asegura que el producto cumpla con los estándares de calidad. El tiempo promedio que se tarda en producir una extrusión que cumpla con las condiciones requeridas es de 15 minutos aproximadamente.

Una vez que se observa que el material tiene el color y la textura adecuada se procede a la conexión de la cortadora. Esta parte de la puesta en marcha es crítica y hay que realizarla en los tiempos determinados; de haber alguna falla en esta etapa se podría tener que parar la producción y volver a comenzar desde el principio. La puesta en marcha consta de las siguientes etapas (Lamela, 2019):

**Engrasado:** un operario engrasa la abertura posterior al plato de extrusión. Esto se hace para que el material fluya por el pasaje.

**Apertura de la válvula:** una vez finalizado el engrasado, el operario le indica a un segundo operario que se encuentra en el tablero de control que proceda a abrir la válvula. En este momento, el material extruido comienza a pasar por el plato de extrusión.

**Obstrucción de la salida:** El mismo operario que produjo el engrase, ingresa su puño en el caño para obstruir la salida del material. Esto se produce para lograr el calentamiento de dicha sección de la máquina. En caso de que el calentamiento no se logre adecuadamente, puede ocurrir que se obstruyan los “agujeros” del plato afectando así las dimensiones y propiedades

de la perla final. El operario cuenta con los guantes de seguridad necesarios para realizar dicha tarea.

Cierre de la válvula: se produce el cierre de la válvula, de esta manera el material vuelve a salir por la cañería auxiliar.

Expulsión del material extruido: se procede a quitar el material que el operario contuvo en la obstrucción de la salida. Para esto, la máquina tiene una pieza metálica móvil que al quitarla de la máquina retira el material obstruido en el paso 3. Esto produce que esta sección del caño quede limpia y a la temperatura adecuada para la posterior conexión de la cortadora. Este paso debe realizarse rápidamente para que no se produzca una disminución en la temperatura de la sección.

Conexión de la pelletizadora: un tercer operario, procede a la conexión de la cortadora. Para esto, empuja la cortadora que se encuentra sobre unos rieles con ruedas. Una vez insertada, se procede al ajuste de la misma. Una vez ajustada, el segundo operario debe ingresar una llave de seguridad en el tablero de control para proceder con la abertura de la válvula, iniciando así el proceso de producción. El mecanismo de la llave de seguridad se utiliza para evitar accidentes durante la puesta en marcha del mismo. Este paso debe realizarse rápidamente para que no se produzca una disminución en la temperatura de la sección.

Todo el material que fue desviado por la cañería auxiliar es reutilizable. El mismo se puede triturar y reingresar como EPS reciclado o se lo puede ingresar en una extrusora para obtener PS reciclado. Se puede apreciar como luce el material descartado en la **Figura 2.11**.



Figura 2.11: EPS descartado durante la puesta en marcha.

#### 2.2.4. Análisis de Renovación de Equipos

El mantenimiento de los equipos consiste en un control donde se busca asegurar el correcto funcionamiento del proceso. Este control será para realizar un análisis interno de las máquinas y sus condiciones en los determinados momentos. El mismo se llevará a cabo de la siguiente manera:

A partir del año 2022, este control se realizará una vez cada dos años, es decir, los años 2024, 2026, y 2028.

En el año 2024, se adquiere la segunda Sulzer, la cual también será parada por mantenimiento una vez cada dos años, es decir, los años 2025, 2027 y 2029. De esta manera, al pararse una máquina los años pares, y otra los años impares, no se sufre el inconveniente de parar dos máquinas el mismo año.

Lo ideal será realizar este control la menor cantidad de veces posible, ya que cada vez que se lleva a cabo el mismo, la máquina se ve obligada a estar parada durante un plazo de siete días, además del tiempo que se pierde en la posterior puesta en marcha.

Los principales puntos a analizar son: los filtros, el aceite, las resistencias y las cuchillas.

En los filtros hay que verificar que sigan funcionando a su plenitud, ya que eliminan las impurezas, y de no hacerlo de manera eficiente, se verían defectos en la perla al salir de la máquina.

En el aceite, se debe asegurar que este mantenga las mismas condiciones que al principio, para que logre generar el efecto deseado. Una vez que este empieza a quemarse, deja de hacerlo. Se estima que cada carga de aceite tiene una vida útil de diez años.

En las resistencias, hay que confirmar que ninguna de estas se haya descompuesto o quemado, ya que, en este caso, se cambiaría el perfil de temperaturas, por lo que la mezcla saldría de la máquina en un estado inadecuado.

Las cuchillas, son fundamentales para el tamaño final de la perla. Por tanto, a la hora de analizarlas, hay que verificar que estén en buen estado. Para esto, no deberían estar gastadas, ni tampoco deberían tener grietas superficiales.

### **2.2.5. Tratamiento de Desperdicios**

El proceso genera tres desperdicios. El primero es la suciedad que se captura por los filtros entre el SMR Static Mixer y la pelletizadora, esta suciedad proviene de la materia prima, como por ejemplo, el poliestireno. El segundo desperdicio que se produce son, las perlas de EPS que no se pudieron separar en la secadora. Estas perlas son arrastradas por el agua y terminan en el filtro del tanque de agua del sistema de la pelletizadora. Por último, el tercer desperdicio que genera el proceso son las perlas que caen al piso cuando se realiza el proceso de empaque. Hay que aclarar que estos desperdicios son insignificantes en relación al peso de producto terminado. Para el 2029 que es el año que se produce la mayor cantidad de EPS, la suciedad capturada por los filtros entre el SMR Static Mixer y la pelletizadora equivale a 11,4kg, un 0,0001% del EPS que ingresa (Sulzer AG, 2018). El desperdicio generado por el secado en 2029 equivale a 285,1kg de EPS y para el empaque unos 114,2kg de EPS. Como máximo, hay una generación de desperdicio de EPS de aproximadamente 1,1kg por día. Mientras que, como máximo, se genera por día 0,03kg de suciedad. Lo que se pierde de EPS en el secado, por día, en el peor de los casos, es de 0,8kg que representa un 72,7% de las pérdidas de EPS, mientras que en el empaque es de 0,3kg que representa el 27,3%. Estos datos provienen del Balance de Línea que se desarrollará más adelante. Las perlas que se caen al piso en el empaque se pueden barrer, lavar y secar para poder usarlas como producto terminado. Las perlas que terminan en el filtro del tanque de agua del secado, se pueden recoger y secar para poder usarlas como producto terminado. Como la cantidad generada de estos dos desperdicios es extremadamente baja, no justifica la compra de un equipo de lavado y secado auxiliares. Por lo tanto, por la extremadamente baja generación de desperdicios que produce el proceso, se decide descartar los tres desperdicios generados.

### **2.3. Ingeniería**

A continuación, se desarrollará el análisis de ingeniería del proyecto.

### 2.3.1. Balance de Masa

Se calculó de forma anual las necesidades de materia prima y producto terminado acorde a los pronósticos de ventas y la política de stocks elegida. Se decidió tener un stock de seguridad de 2 días de ventas de producto terminado, debido a que el producto debe reposar idealmente 48 hs antes de su expansión para la formación de telgopor. A continuación, se muestra la **Tabla 2.1** con las ventas y stock de seguridad entre 2020 y 2029:

| Año  | Necesidad Ventas (Kg EPS) | Stock de Seguridad (Kg EPS) | Necesidad Total (Kg EPS) |
|------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 2020 | 955.700,0                 | 5.222,4                     | 960.922,4                |
| 2021 | 2.228.100,0               | 6.986,4                     | 2.235.086,4              |
| 2022 | 3.774.700,0               | 13.696,9                    | 3.788.396,9              |
| 2023 | 4.639.200,0               | 11.723,3                    | 4.650.923,3              |
| 2024 | 5.548.600,0               | 18.596,9                    | 5.567.196,9              |
| 2025 | 6.538.200,0               | 17.228,9                    | 6.555.428,9              |
| 2026 | 7.612.200,0               | 24.481,8                    | 7.636.681,8              |
| 2027 | 8.774.800,0               | 23.599,3                    | 8.798.399,3              |
| 2028 | 10.030.600,0              | 31.212,7                    | 10.061.812,7             |
| 2029 | 11.384.400,0              | 31.167,5                    | 11.415.567,5             |

Tabla 2.1: Necesidades de EPS por año

A partir de estas necesidades se realizó el balance de masa. Se consideró que el scrap generado durante las puestas en marcha de cada año no generan necesidades adicionales de materia prima

ya que este es 100% reutilizado en el mismo año (no se descarta, como ya fue mencionado anteriormente). En cada una de las puestas en marcha se produce durante 15 minutos producto rechazado que representa aproximadamente 175 kg. La cantidad de puestas en marcha anuales (entre 2 y 8) dependerá de otras variables como paros gremiales, paros por mantenimiento y ritmo de trabajo elegido.

El proceso tiene tres etapas que generan pérdidas de material: el mezclador, el secado y el empaque. En el primer caso, se asocia a suciedades e impurezas que provienen de la materia prima o producto reciclado. El mismo es descartado a través del filtro y representa un 0,0001% en masa del total procesado (Sulzer AG, 2018). Este tipo de pérdidas se descartan (no son reutilizables) y no representan peligros para el medio ambiente. En el caso del secado, puede ocurrir que las perlas de EPS no se logren separar del agua. Este desperdicio se recoleta en un contenedor metálico con un filtro. Debido al bajo volumen de scrap producido (285,1kg en el último año, un 0,003% del volumen total procesado), el mismo se desechará (no se realizará una inversión de tiempo y dinero para su recuperación) (Sulzer AG, 2018). Por último, en el empaque un 0,001% de las perlas cae al suelo y no en las bolsas debido a movimientos aleatorios y/o bruscos (Warburg, 2019). Debido a la suciedad que se junta al recolectarlo del suelo, se descarta y no se reingresa a la máquina para prevenir posibles daños a la misma.

A modo de ejemplo, se muestra el balance de masa para el año 2020 en la **Figura 2.2**.

|                        |         |                           | Año       |
|------------------------|---------|---------------------------|-----------|
|                        |         |                           | 2020      |
| <b>Empaque</b>         | %       | Out (Kg EPS PT)           | 960.922,4 |
|                        | 0,001%  | Scrap Kg EPS PT           | 9,6       |
|                        |         | In                        | 960.932,0 |
| <b>Aditivado final</b> | %       | Out                       | 960.932,0 |
|                        | 0,0999% | In (kg estearato de zinc) | 960,0     |
|                        | 99,90%  | In (kg EPS)               | 959.971,1 |
| <b>Secado</b>          | %       | Out (Kg EPS)              | 959.971,1 |
|                        | 0,003%  | Scrap                     | 24,0      |
|                        |         | In (Kg EPS)               | 959.995,1 |
| <b>Enfriamiento</b>    | %       | Out (Kg EPS)              | 959.995,1 |
|                        | 0%      | Scrap                     | -         |
|                        |         | In (Kg EPS)               | 959.995,1 |
| <b>Pelletizadora</b>   | %       | Out (KG EPS)              | 959.995,1 |
|                        | 0%      | Scrap                     | -         |
|                        |         | In KG masa EPS            | 959.995,1 |

|                     |              |                    |           |
|---------------------|--------------|--------------------|-----------|
| <b>Mixer</b>        | %            | Out (Kg masa EPS)  | 959.995,1 |
|                     | 0,0001%      | Scrap              | 1,0       |
|                     |              | In (Kg masa EPS)   | 959.996,0 |
| <b>Extrusora</b>    | %            | Out (Kg masa EPS)  | 959.996,0 |
|                     | 93,3%        | In PS (Kg)         | 895.676,3 |
|                     | 5,50%        | In Pentano (Kg)    | 52.799,8  |
|                     | 0,4%         | In Hexabromo (Kg)  | 3.840,0   |
|                     | 0,4%         | In Grafito (Kg)    | 3.840,0   |
|                     | 0,4%         | In cera (Kg)       | 3.840,0   |
| <b>Dosificadora</b> | %            | Out PS (Kg)        | 895.676,3 |
|                     |              | Out Hexabromo (Kg) | 3.840,0   |
|                     |              | Out Grafito (Kg)   | 3.840,0   |
|                     |              | Out cera (Kg)      | 3.840,0   |
|                     | 0%           | Scrap              | -         |
|                     |              | In PS (Kg)         | 895.676,3 |
|                     |              | In Hexabromo (Kg)  | 3.840,0   |
|                     |              | In Grafito (Kg)    | 3.840,0   |
|                     | In cera (Kg) | 3.840,0            |           |

Tabla 2.2: Balance de masa del año 2020

En cuanto a la política de stock de seguridad elegida para el poliestireno, se eligió un lapso de siete días de producción. Esto genera una necesidad de materia prima adicional al balance de masa presentado en la **Tabla 2.2**. Dichas necesidades son representadas en la **Tabla 2.3**.

| Año  | Stock de seguridad PS (Kg PS) | Necesidad extra PS (kg) |
|------|-------------------------------|-------------------------|
| 2020 | 34.848                        | <b>34.848</b>           |
| 2021 | 54.073                        | <b>19.225</b>           |
| 2022 | 69.586                        | <b>15.513</b>           |
| 2023 | 83.718                        | <b>14.132</b>           |
| 2024 | 101.972                       | <b>18.254</b>           |
| 2025 | 136.249                       | <b>34.278</b>           |
| 2026 | 152.325                       | <b>16.076</b>           |

## Planta de EPS

|      |         |               |
|------|---------|---------------|
| 2027 | 159.992 | <b>7.666</b>  |
| 2028 | 184.231 | <b>24.239</b> |
| 2029 | 207.583 | <b>23.352</b> |

Tabla 2.3: Necesidad extra de poliestireno asociado al stock de seguridad

La elección del stock de seguridad de 7 días de producción se basó en que este es el tiempo máximo que puede llegar a tardar la reparación de la cañería que alimenta al silo de PS destinado al proyecto.

Este mismo procedimiento se realizó para determinar la cantidad de grafito y cera necesaria para generar los stocks de seguridad correspondientes mostrado en la **Tabla 2.4**. En estos casos, el Lead Time de los proveedores es de 1 día, por lo cual el stock de seguridad elegido es de 1 día de producción.

| Año  | Stock de seguridad<br>grafito y cera (Kg) | Necesidad extra de<br>grafito y cera (Kg) |
|------|---|---|
| 2020 | 21  | <b>21</b>                                 |
| 2021 | 33  | <b>12</b>                                 |
| 2022 | 43  | <b>10</b>                                 |
| 2023 | 51  | <b>9</b>                                  |
| 2024 | 62  | <b>11</b>                                 |
| 2025 | 83  | <b>21</b>                                 |
| 2026 | 93  | <b>10</b>                                 |
| 2027 | 98  | <b>5</b>                                  |
| 2028 | 113                                       | <b>15</b>                                 |
| 2029 | 127                                       | <b>14</b>                                 |

Tabla 2.4: Necesidades extra de grafito y cera asociados a los stocks de seguridad

En el caso del Hexabromo, el Pentano y el Estearato de Zinc, el lead time de los proveedores es de 7 días por lo que el stock de seguridad elegido fue de 7 días de producción.

| Año  | Stock de seguridad<br>Hexabromo (Kg) | Necesidad extra<br>Hexabromo (Kg) |
|------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 2020 | 149                                  | <b>149</b>                        |
| 2021 | 232                                  | <b>82</b>                         |
| 2022 | 298                                  | <b>67</b>                         |
| 2023 | 359                                  | <b>61</b>                         |

|      |     |            |
|------|-----|------------|
| 2024 | 437 | <b>78</b>  |
| 2025 | 584 | <b>147</b> |
| 2026 | 653 | <b>69</b>  |
| 2027 | 686 | <b>33</b>  |
| 2028 | 790 | <b>104</b> |
| 2029 | 890 | <b>100</b> |

Tabla 2.5: Necesidad extra de hexabromo asociado al stock de seguridad

| Año  | Stock de seguridad Pentano (Kg) | Necesidad extra de pentano (Kg) |
|------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2020 | 2.054                           | 2054,3                          |
| 2021 | 3.188                           | 1133,3                          |
| 2022 | 4.102                           | 914,5                           |
| 2023 | 4.935                           | 833,1                           |
| 2024 | 6.011                           | 1076,1                          |
| 2025 | 7.709                           | 1698,2                          |
| 2026 | 8.417                           | 707,8                           |
| 2027 | 9.431                           | 1014,2                          |

|      |        |        |
|------|--------|--------|
| 2028 | 10.860 | 1428,9 |
| 2029 | 12.237 | 1376,6 |

Tabla 2.6: Necesidad extra de pentano asociado al stock de seguridad

| Año  | Stock de seguridad<br>Estearato de zinc (Kg ) | Necesidad extra<br>Estearato de Zinc (Kg) |
|------|---|---|
| 2020 | 37  | 37  |
| 2021 | 58  | 21  |
| 2022 | 75  | 17  |
| 2023 | 90  | 15  |
| 2024 | 109   | 20  |
| 2025 | 146   | 37  |
| 2026 | 163   | 17  |
| 2027 | 171   | 8   |
| 2028 | 197   | 26  |
| 2029 | 222   | 25  |

Tabla 2.7: Necesidad extra de estearato de zinc asociado al stock de seguridad

Finalmente, se presenta la necesidad total de materia prima por año en la **Tabla 2.8**.

| Año  | PS (Kg)    | Pentano (Kg) | Hexabromo (Kg) | Cera (Kg) | Grafito (Kg) | Estearato de Zinc (Kg) |
|------|------------|--------------|----------------|-----------|--------------|------------------------|
| 2020 | 930524,3   | 54854,1      | 3989,0         | 3861,0    | 3861,0       | 997,0                  |
| 2021 | 2102550,2  | 123944,5     | 9013,7         | 8943,7    | 8943,7       | 2253,9                 |
| 2022 | 3546679,9  | 209075,5     | 15206,0        | 15149,0   | 15149,0      | 3801,7                 |
| 2023 | 4349260,2  | 256387,3     | 18646,8        | 18594,8   | 18594,8      | 4661,3                 |
| 2024 | 5207441,3  | 306976,7     | 22325,3        | 22258,3   | 22258,3      | 5581,7                 |
| 2025 | 6144596,9  | 361899,2     | 26343,4        | 26217,4   | 26217,4      | 6585,9                 |
| 2026 | 7134231,3  | 420320,4     | 30586,3        | 30527,3   | 30527,3      | 7646,1                 |
| 2027 | 8208658,9  | 484459,7     | 35192,7        | 35164,7   | 35164,7      | 8797,7                 |
| 2028 | 9402860,2  | 554295,1     | 40312,5        | 40223,5   | 40223,5      | 10077,9                |
| 2029 | 10663808,9 | 628627,5     | 45718,3        | 45632,3   | 45632,3      | 11429,3                |

Tabla 2.8: Necesidad total de materia prima

Cabe destacar que ninguna de las materias primas tiene fecha de vencimiento.

El balance de masa para todos los años se encuentra en el **Anexo A - Balance de Masa**.

### 2.3.2. Estructura de Tiempos

La estructura de tiempos elegida variará año a año de acuerdo al ritmo de trabajo y políticas de mantenimiento programado elegido (**Anexo C - Estructura de tiempos**).

A modo de referencia se muestra la estructura de tiempos del año 2020 en la **Tabla 2.9**.

|                        | 2020        |               |
|------------------------|-------------|---------------|
|                        | hs/año      | %             |
| Tiempo Calendario (TC) | 8784        | 100,00%       |
| Turnos no programados  | 4368        | 49,73%        |
| Paros gremiales        | 48          | 0,55%         |
| <b>Tiempo Posible</b>  | <b>4368</b> | <b>49,73%</b> |
| Setups programado      | 50          | 0,569%        |
| Setups no programado   | 0           | 0,000%        |
| Setup scrap            | 0           | 0,000%        |

|                               |                 |        |
|-------------------------------|-----------------|--------|
| Mantenimiento programado      | 0               | 0,000% |
| <b>Tiempo Disponible (TD)</b> | <b>4318</b>     | 49,16% |
| Demoras operativas            | 0,000           | 0,00%  |
| Demoras eléctricas/mecánicas  | 0,000           | 0,00%  |
| <b>Tiempo Neto (TN)</b>       | <b>4318,000</b> | 49,16% |
| Indice Neto (TN/TD)           | 1,000           | 1,000  |
| Utilización total (TN/TC)     | 0,492           | 0,492  |

Tabla 2.9: Estructura de tiempos en el año 2020

A continuación, se explica de qué manera se realizó la estructura de tiempos durante cada año en el intervalo de tiempo analizado (2020-2029):

2020: Para el primer año y teniendo en cuenta que será el año de menor cantidad de ventas, ya que es cuando se introduce el proyecto al mercado, la máquina funcionará a un muy bajo grado de aprovechamiento. Para que esta no esté funcionando a un 15% de su capacidad, se decidió que funcione solamente la mitad de los meses. Es decir, funcionará los meses de enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre. Se toma esta decisión en base a que la máquina tiene un alto nivel de consumo energético y un bajo porcentaje de aprovechamiento aumentaría considerablemente el gasto de electricidad por kilogramo. Al no dejar pasar más de dos meses con la máquina Sulzer fuera de actividad, el producto final estará constantemente en condiciones de ser entregado al cliente. A su vez, esto permitirá tener un período de adaptación al funcionamiento de la máquina y capacitación de los operarios. Analizando el comportamiento de la industria en los últimos años, se estima que habrá dos paros gremiales por año, durante todos los años en el plazo analizado. Para el 2020 se tomó un caso pesimista, donde ambos paros ocurren durante los meses que la máquina está en funcionamiento. Se tiene

en cuenta para el cálculo de horas, el tiempo que se pierde durante cada puesta en marcha. Se tomó en cuenta que 2020 es un año bisiesto y tiene 366 días.

2021: Este año, como la máquina aún tiene bajas necesidades respecto a las cantidades que puede producir, se decidió nuevamente que no funcione todo el año. Igualmente, en este caso funcionará tres de cada cuatro meses, es decir, la máquina estará parada los meses de abril, agosto y diciembre. Al igual que en el 2020, se estima que habrá dos días de paro, que ocurrirán durante los meses donde la máquina está en funcionamiento.

2022: A partir de este año, la máquina ya estará funcionando con normalidad. Los días que no estará en funcionamiento serán durante la semana de mantenimiento, y los dos días de paro gremial.

2023: En el transcurso de este año, solo se perderán los dos días de paro, y las horas que se dedican a la puesta en marcha.

2024: Funcionará de la misma manera que el año 2022, con la excepción de que es un año bisiesto y tendrá 366 días. Este año se realiza la adquisición de la segunda maquina (Sulzer B).

2025: Este año se realiza la primera puesta en marcha de la segunda máquina (Sulzer B), la cual tendrá el mismo proceso que sufrió la Sulzer A durante el primer año (2020), donde funcionará solo la mitad de los meses. Mientras que la máquina A funcionará de la misma manera que en 2023.

2026: La Sulzer B funcionará de la misma manera que la Sulzer A en 2021, mientras que la Sulzer A funcionará de la misma manera que en 2022.

2027: La Sulzer B ya estará funcionando con normalidad, parando ese año solo una vez por mantenimiento, y otras dos por paro gremial. La Sulzer A funcionará de la misma manera que en el año 2023.

2028: La Sulzer A funcionará de la misma manera que en 2024, mientras que la Sulzer B solo se detendrá por los paros gremiales. Habrá 366 días ya que es un año bisiesto.

2029: Tanto la Sulzer A como la Sulzer B funcionará cada una respectivamente de la misma manera que lo hicieron en 2027.

### **2.3.3. Cronograma de Ejecución del Proyecto**

## Planta de EPS

Se realizó un diagrama de Gantt para la ejecución del proyecto en el tiempo estipulado representado en la **Figura 2.12**.

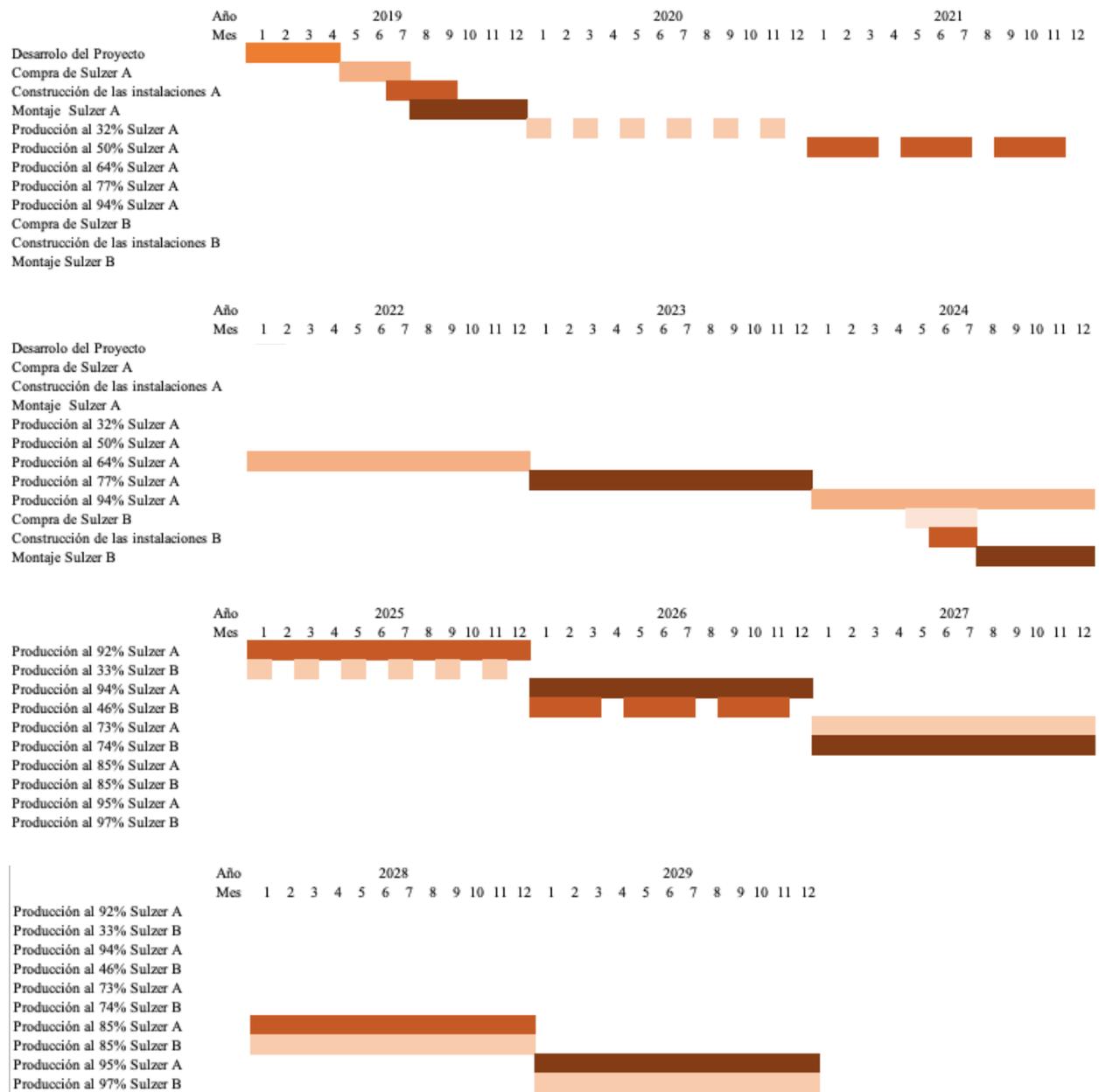


Figura 2.12: Cronograma de ejecución del Proyecto

### 2.3.4. Balance de Línea

Tras obtener los resultados del balance de masa año a año, se eligió el tamaño de la o las máquinas Sulzer a utilizar. Entre las opciones disponibles (1400 kg/h, 1000 kg/h y 700 kg/h), se optó por una inicial de 700 kg/h a la que sumará una segunda máquina idéntica en el comienzo del año 2025. La compra de una máquina de mayor capacidad hubiera representado una mayor inversión inicial con un muy bajo grado de aprovechamiento para los primeros años (16% en el primer año). A su vez, el contar con 2 máquinas de menor capacidad en vez de una única de mayor capacidad, permite que ante la falla de una de las dos no se deba frenar completamente la producción.

La Sulzer se desglosa en los siguientes elementos con sus respectivas capacidades teóricas y rendimientos mostrados en la **Tabla 2.10**.

| Máquina                | Capacidad teórica | Unidad | Tipo       | Rendimiento | Capacidad real x hs |
|------------------------|-------------------|--------|------------|-------------|---------------------|
| <b>Dosificadora</b>    | 0,90              | Ton/hs | Automático | 98%         | 0,88                |
| <b>Extrusora</b>       | 0,80              | Ton/hs | Automático | 95%         | 0,76                |
| <b>Mixer</b>           | 0,85              | Ton/hs | Automático | 100%        | 0,85                |
| <b>Pelletizadora</b>   | 0,70              | Ton/hs | Automático | 99%         | 0,69                |
| <b>Enfriamiento</b>    | 0,75              | Ton/hs | Automático | 99%         | 0,74                |
| <b>Secado</b>          | 0,90              | Ton/hs | Automático | 98%         | 0,88                |
| <b>Aditivado Final</b> | 0,85              | Ton/hs | Automático | 98%         | 0,83                |

|                |      |           |                |     |      |
|----------------|------|-----------|----------------|-----|------|
| <b>Empaque</b> | 0,80 | Bolsas/Hs | Semiautomático | 99% | 0,79 |
|----------------|------|-----------|----------------|-----|------|

Tabla 2.10: Máquinas, capacidades y rendimientos

A continuación, se muestra la cantidad de máquinas calculada para los años 2020, 2025 y 2029 en la **Tabla 2.11**, la **Tabla 2.12** y la **Tabla 2.13**.

| 2020                   |                |         |                 |         |                           |                          |
|------------------------|----------------|---------|-----------------|---------|---------------------------|--------------------------|
| Máquina                | Capacidad real | Unidad  | Necesidad Anual |         | Cantidad máquinas Teórica | Cantidad de máquina real |
| <b>Dosificadora</b>    | 3.808,5        | Ton/año | 907,2           | Ton/año | 0,28                      | 1                        |
| <b>Extrusora</b>       | 3.281,7        | Ton/año | 960,0           | Ton/año | 0,29                      | 1                        |
| <b>Mixer</b>           | 3.670,3        | Ton/año | 960,0           | Ton/año | 0,26                      | 1                        |
| <b>Pelletizadora</b>   | 2.992,4        | Ton/año | 960,0           | Ton/año | 0,32                      | 1                        |
| <b>Enfriamiento</b>    | 3.206,1        | Ton/año | 960,0           | Ton/año | 0,30                      | 1                        |
| <b>Secado</b>          | 3.808,5        | Ton/año | 960,0           | Ton/año | 0,25                      | 1                        |
| <b>Aditivado Final</b> | 3.596,9        | Ton/año | 960,9           | Ton/año | 0,29                      | 1                        |

|                |         |            |       |            |      |   |
|----------------|---------|------------|-------|------------|------|---|
| <b>Empaque</b> | 3.419,9 | Bolsas/año | 960,9 | Bolsas/año | 0,28 | 1 |
|----------------|---------|------------|-------|------------|------|---|

Tabla 2.11: Cantidad de máquinas necesarias en el 2020

| 2025                   |                |            |                 |            |                           |                          |
|------------------------|----------------|------------|-----------------|------------|---------------------------|--------------------------|
| Máquina                | Capacidad real | Unidad     | Necesidad Anual |            | Cantidad máquinas Teórica | Cantidad de máquina real |
| <b>Dosificadora</b>    | 7.673,0        | Ton/año    | 6.188,9         | Ton/año    | 0,81                      | 1                        |
| <b>Extrusora</b>       | 6.611,6        | Ton/año    | 6.522,9         | Ton/año    | 0,99                      | 1                        |
| <b>Mixer</b>           | 7.394,6        | Ton/año    | 6.549,1         | Ton/año    | 0,89                      | 1                        |
| <b>Pelletizadora</b>   | 6.028,8        | Ton/año    | 6.549,1         | Ton/año    | 1,09                      | 2                        |
| <b>Enfriamiento</b>    | 6.459,4        | Ton/año    | 6.549,1         | Ton/año    | 1,01                      | 2                        |
| <b>Secado</b>          | 7.673,0        | Ton/año    | 6.549,1         | Ton/año    | 0,85                      | 1                        |
| <b>Aditivado Final</b> | 7.246,7        | Ton/año    | 6.555,5         | Ton/año    | 0,90                      | 1                        |
| <b>Empaque</b>         | 6.890,0        | Bolsas/año | 6.555,5         | Bolsas/año | 0,95                      | 1                        |

Tabla 2.12: Cantidad de máquinas necesarias en el 2025 (Con la necesaria incorporación de una segunda Sulzer)

| 2029                |                |        |                 |         |                           |                          |
|---------------------|----------------|--------|-----------------|---------|---------------------------|--------------------------|
| Máquina             | Capacidad real | Unidad | Necesidad Anual |         | Cantidad máquinas Teórica | Cantidad de máquina real |
| <b>Dosificadora</b> | 7.673,0        | Ton/hs | 10.777,3        | Ton/año | 1,40                      | 2                        |

|                        |         |           |          |            |      |   |
|------------------------|---------|-----------|----------|------------|------|---|
| <b>Extrusora</b>       | 6.611,6 | Ton/hs    | 11.358,9 | Ton/año    | 1,72 | 2 |
| <b>Mixer</b>           | 7.394,6 | Ton/hs    | 11.404,6 | Ton/año    | 1,54 | 2 |
| <b>Pelletizadora</b>   | 6.028,8 | Ton/hs    | 11.404,6 | Ton/año    | 1,89 | 2 |
| <b>Enfriamiento</b>    | 6.459,4 | Ton/hs    | 11.404,6 | Ton/año    | 1,77 | 2 |
| <b>Secado</b>          | 7.673,0 | Ton/hs    | 11.404,6 | Ton/año    | 1,49 | 2 |
| <b>Aditivado Final</b> | 7.246,7 | Ton/hs    | 11.415,7 | Ton/año    | 1,58 | 2 |
| <b>Empaque</b>         | 6.890,0 | Bolsas/Hs | 11.415,7 | Bolsas/año | 1,66 | 2 |

Tabla 2.13: Cantidad de máquinas necesarias en el 2020

Cabe aclarar que cada Sulzer cuenta con solo una máquina para cada operación (mencionadas en las tablas anteriores). Es decir, no se puede comprar de ser necesario una segunda máquina Pelletizadora en el año 2025 en lugar de una Sulzer completa.

A partir de los resultados obtenidos, se decidió utilizar una primera Sulzer de 700 kg/hs para los primeros 4 años. Luego, a partir de 2025, se utilizarán 2 Sulzers de 700 kg/hs. El grado de aprovechamiento de la Sulzer A en el año 2024 es del 93,8%. Para 2025 y 2026, con ambas máquinas en actividad, el volumen total ingresado a la Sulzer “A” será igual al volumen ingresado en 2024. El alto grado de aprovechamiento se prefiere para evitar los altos consumos eléctricos y scraps de las puestas en marcha. A su vez, esto permite más tiempo de capacitación en la Sulzer “B” en su ingreso.

Como se mencionó en el apartado “estructura de tiempos”, a partir de 2027 ambas máquinas trabajarán las 24 hs del día los 7 días de la semana. El volumen a procesar se dividirá en ambas máquinas por partes iguales para lograr un ritmo de trabajo parejo entre ambas máquinas y entre los operarios.

En el año 2029 se obtiene un grado de aprovechamiento del 94,58% para la Sulzer “A” y un 96,52% para la Sulzer “B”. El cuello de botella se da siempre en la pelletizadora. En la **Tabla 2.14** se pueden observar los grados de aprovechamiento.

| <b>Sulzer A</b>        | <b>2020</b>                     | <b>2025</b>                     | <b>2029</b>                     |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Máquina</b>         | <b>Grado de aprovechamiento</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> |
| <b>Dosificadora</b>    | 23,82%                          | 68,50%                          | 70,23%                          |
| <b>Extrusora</b>       | 29,25%                          | 83,79%                          | 85,90%                          |
| <b>Mixer</b>           | 26,16%                          | 75,22%                          | 77,11%                          |
| <b>Pelletizadora</b>   | 32,08%                          | 92,25%                          | 94,58%                          |
| <b>Enfriamiento</b>    | 29,94%                          | 86,10%                          | 88,28%                          |
| <b>Secado</b>          | 25,21%                          | 72,49%                          | 74,32%                          |
| <b>Aditivado Final</b> | 26,72%                          | 76,82%                          | 78,76%                          |
| <b>Empaque</b>         | 28,10%                          | 80,80%                          | 82,84%                          |

| <b>Sulzer B</b> | <b>2020</b>                     | <b>2025</b>                     | <b>2029</b>                     |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Máquina</b>  | <b>Grado de aprovechamiento</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> |

|                        |   |               |               |
|------------------------|---|---------------|---------------|
| <b>Dosificadora</b>    | - | 24,63%        | 71,66%        |
| <b>Extrusora</b>       | - | 30,13%        | 87,66%        |
| <b>Mixer</b>           | - | 27,05%        | 78,69%        |
| <b>Pelletizadora</b>   | - | <b>33,18%</b> | <b>96,52%</b> |
| <b>Enfriamiento</b>    | - | 30,97%        | 90,08%        |
| <b>Secado</b>          | - | 26,07%        | 75,84%        |
| <b>Aditivado Final</b> | - | 27,63%        | 80,37%        |
| <b>Empaque</b>         | - | 29,06%        | 84,54%        |

Tabla 2.14: Grados de aprovechamiento 2020, 2025 y 2029

Para determinar la cantidad de dispositivos de almacenamiento de materia prima se tuvieron en cuenta los stocks de seguridad mencionados en el balance de masa y la política de abastecimiento de cada uno de ellos.

En cuanto al poliestireno, se tomaron 2 políticas de abastecimiento posibles dependientes de la localización de la planta. En caso de que la planta esté situada en la misma localización que la productora de poliestireno, el lead time es inmediato ya que la planta productora de poliestireno tiene stock permanente de producto terminado igual a la demanda de los próximos 21 días de su mercado. Es decir, a principio del día Pampa entregará la cantidad necesaria para la producción de ese día. Cabe mencionar que el plan de producción anual estará a disposición del proveedor para mejorar el flujo de trabajo y evitar inconvenientes en la entrega del material.

| Año  | Stock de seguridad PS (Kg PS) | Stock pedido (kg PS) | Stock total (kg PS) | Cantidad de silos |
|------|-------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 2020 | 34.848                        | 4.978                | 39.826              | 1                 |
| 2021 | 54.073                        | 7.725                | 61.797              | 1                 |

Planta de EPS

|      |         |        |         |   |
|------|---------|--------|---------|---|
| 2022 | 69.586  | 9.941  | 79.527  | 1 |
| 2023 | 83.718  | 11.960 | 95.677  | 1 |
| 2024 | 101.972 | 14.567 | 116.539 | 2 |
| 2025 | 136.249 | 19.464 | 155.714 | 2 |
| 2026 | 152.325 | 21.761 | 174.086 | 2 |
| 2027 | 159.992 | 22.856 | 182.848 | 2 |
| 2028 | 184.231 | 26.319 | 210.549 | 3 |
| 2029 | 207.583 | 29.655 | 237.237 | 3 |

Tabla 2.15: Cantidad de silos de poliestireno dentro de planta de PS

En caso contrario, el lead time máximo de Pampa Energía es de 2 días por lo que la cantidad a pedir en cada pedido equivale a 2 días de producción. En la **Tabla 2.16** se reflejan los resultados.

| Año  | Stock de seguridad (Kg PS) | de PS | Stock pedido kg PS | Stock total kg PS | Cantidad de silos |
|------|----------------------------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 2020 | 34.848                     |       | 9.957              | 44.805            | 1                 |
| 2021 | 54.073                     |       | 15.449             | 69.522            | 1                 |
| 2022 | 69.586                     |       | 19.882             | 89.467            | 1                 |
| 2023 | 83.718                     |       | 23.919             | 107.637           | 2                 |
| 2024 | 101.972                    |       | 29.135             | 131.107           | 2                 |
| 2025 | 136.249                    |       | 38.928             | 175.178           | 2                 |

|      |         |        |         |   |
|------|---------|--------|---------|---|
| 2026 | 152.325 | 43.522 | 195.847 | 2 |
| 2027 | 159.992 | 45.712 | 205.704 | 3 |
| 2028 | 184.231 | 52.637 | 236.868 | 3 |
| 2029 | 207.583 | 59.309 | 266.892 | 3 |

Tabla 2.16: Cantidad de silos de poliestireno fuera de planta de PS

En ambos casos, la cantidad de silos de almacenamiento de PS (100 ton por silo) necesarios es la misma.

Para el caso del Pentano, se decidió realizar un pedido por mes para poder acumular una cantidad de materia prima requerida que justifique el viaje del camión. Hacer muchos pedidos chicos aumenta el costo de los viajes. En la **Tabla 2.17** se presentan los resultados para cada año con la cantidad de tanques de 35000 kilos de capacidad requeridos para el proyecto.

| Año  | Stock de seguridad Pentano (Kg) | Stock pedido Pentano (Kg) | Stock max de Pentano (Kg) | Cant. de tanques max |
|------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| 2020 | 2.054,3                         | 4400,0                    | 6454,3                    | 1                    |
| 2021 | 3.187,6                         | 10234,3                   | 13421,8                   | 1                    |
| 2022 | 4.102,1                         | 17346,7                   | 21448,8                   | 1                    |
| 2023 | 4.935,1                         | 21296,2                   | 26231,3                   | 1                    |
| 2024 | 6.011,2                         | 25491,7                   | 31502,9                   | 1                    |
| 2025 | 7.709,4                         | 29341,4                   | 37050,8                   | 2                    |
| 2026 | 8.417,2                         | 34180,9                   | 42598,2                   | 2                    |
| 2027 | 9.431,4                         | 40287,1                   | 49718,6                   | 2                    |

|      |          |         |         |   |
|------|----------|---------|---------|---|
| 2028 | 10.860,3 | 46072,2 | 56932,5 | 2 |
| 2029 | 12.236,9 | 52270,9 | 64507,8 | 2 |

Tabla 2.17: Cantidad de tanques de pentano

En cuanto a la cera, grafito, hexabromo y estearato de zinc los mismos se proveen en bolsas. Estos almacenamientos se encontrarán en el depósito de materias primas por lo que no se hará un análisis en profundidad de la necesidad de equipos.

El balance de línea completo se encuentra en el **Anexo B - Balance de línea**.

### 2.3.5. Consumo Energético de Agua y Aceite

Se analizó el consumo energético para el período analizado según las especificaciones del fabricante. El consumo es un parámetro sensible de la máquina ya que tiene una alta influencia en los costos operativos. Existe una diferencia de un 20% en el consumo durante el setup y la operación. En la **Tabla 2.18** y la **Tabla 2.19** se refleja el consumo energético por año por máquina

| Sulzer A |                         |
|----------|-------------------------|
| Año      | Consumo anual (KWh/año) |
| 2020     | 212261                  |
| 2021     | 438149                  |
| 2022     | 669936                  |
| 2023     | 743072                  |
| 2024     | 768565                  |
| 2025     | 779600                  |
| 2026     | 766656                  |
| 2027     | 726704                  |
| 2028     | 753711                  |
| 2029     | 782005                  |

Tabla 2.18: Consumo eléctrico Sulzer A

| Sulzer B |                         |
|----------|-------------------------|
| Año      | Consumo anual (KWh/año) |
| 2020     | -                       |
| 2021     | -                       |
| 2022     | -                       |

|      |        |
|------|--------|
| 2023 | -      |
| 2024 | -      |
| 2025 | 216885 |
| 2026 | 415646 |
| 2027 | 718841 |
| 2028 | 753456 |
| 2029 | 768365 |

Tabla 2.19: Consumo eléctrico Sulzer B

El cálculo del consumo eléctrico completo se encuentra en el **Anexo D - Consumo eléctrico**.

El agua utilizada en el proceso (en ambos circuitos de refrigeración) representa dos circuitos cerrados por el cual circulan un total de 1000 litros de agua corriente. No se presentan pérdidas pero se revisará en los mantenimientos programados las condiciones del fluido. El aceite sigue un comportamiento similar, usándose entre 20 y 45 l en el circuito cerrado dependiendo de la cantidad de material procesado. Su vida útil es de 10 años por lo que se estima que no se deberá requerir de una cantidad mayor a la teórica. Igualmente, se revisará las condiciones del aceite en cada mantenimiento programado.

## 2.4. Marco Legal

Para la producción de EPS se utilizan ciertos materiales que son peligrosos para el medio ambiente y las personas. Uno de ellos es el pentano.

El pentano es un líquido incoloro extremadamente inflamable y combustible a temperatura ambiente. A su vez, es nocivo para el ser humano; en caso de ingesta puede causar daño pulmonar. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Es tóxico para los organismos acuáticos y puede tener a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Por estas razones hay que tener un especial cuidado en el tratamiento de este material. La maquinaria del proceso continuo (Sulzer) cuenta con una gran cantidad de detectores de fuga de pentano distribuidos a lo largo del proceso. Al ser un compuesto inflamable con el que se trabaja a altas temperaturas, se debe mantener una alta presión para inhibir la combustión del mismo. Esto se logra de dos maneras, por un lado es almacenado en tanques de alta presión preparados para el pentano. Por otro lado, la Sulzer también está preparada para mantener la alta presión del mismo y se encuentra con medidores (manómetros) a lo largo de la máquina para alertar cualquier cambio indeseado en la presión del pentano.

Por otro lado, se deben cumplir con todas las normativas de seguridad e higiene que sean pertinentes de la Provincia de Buenos Aires, entre ellas cabe destacar:

Ley N°19587 Capítulo 9, Contaminación Ambiental: Todo lugar de trabajo en el que se efectúan procesos que produzcan la contaminación del ambiente (...) deberá de disponer de dispositivos destinados a evitar que dichos contaminantes alcancen niveles que puedan afectar la salud del trabajador.

Ley N°19587 Capítulo 11, Ventilación: Asegurar la limpieza del aire respirable. Asegurar la salubridad del aire.

Ley N°24557 Lineamientos: Propender a la reducción de la siniestralidad laboral a través de la prevención. Reparar los daños derivados de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Todas las empresas deben contratar un seguro con operadores privados, las ARTs.

De dichas leyes se establecen las condiciones de seguridad de los operarios al tratar con el pentano:

La utilización de ropa de protección adecuada y gafas de seguridad para prevenir el contacto con la piel y los ojos y protección respiratoria para evitar la exposición por inhalación.

En las áreas de manejo, uso o almacenamiento del producto, mantener alejadas las posibles fuentes de ignición y no fumar.

El transvase de productos se debe hacer mediante conexiones estancas y conectadas a tierra.

Utilizar equipos correctamente conectados a tierra y herramientas antideflagrantes. Sistema de ventilación local eficiente antideflagrante.

## Planta de EPS

Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores.

Se debe comprobar que los tanques han sido adecuadamente purgados antes de realizar cualquier operación de limpieza o mantenimiento en ellos.

Contenedores correctamente cerrados y etiquetados, situados en lugares frescos y ventilados, en áreas clasificadas como eléctricamente seguras y con un sistema seguro de protección contra incendios.

Eliminar fuentes de ignición y oxidantes fuertes en zonas de manejo y almacenamiento del producto.

A su vez, se deben cumplir con las recomendaciones y especificaciones del tratamiento del pentano dadas por el proveedor del mismo (YPF). Estas recomendaciones se encuentran detalladas en el **Anexo E - Cuidados del Pentano**.

Por otro lado, el EPS debe cumplir con las normas de calidad de ASTM, IRAM e ISO 9000. A su vez, atiende los reglamentos de comportamiento al fuego conforme a norma UNE 23727-M1, DIN4102-B1 (difícilmente inflamable) para utilizar como material aislante, y Din 53438, parte 3, clase F1.

También, se deben seguir las normas comerciales descriptas en el “Código civil y comercial de la República Argentina”. Donde más se describe el actuar que debe tener la empresa es en el Libro Tercero, Título IV (contratos en particular), Capítulo I, Sección 6ª (compraventa de cosas muebles). (Código Civil y Comercial de la República Argentina, 2014).

### 2.4.1. Patentes

El proceso continuo se encuentra patentado por la empresa Sulzer Chemtech Ltd. La misma patentó la tecnología el 29 de enero de 2013 (Patents Online, 2013).

En cuanto al pago, Sulzer Chemtech ofrece distintos precios y métodos de pago según el tipo de servicio brindado. Estos pueden incluir o no, el armado y la puesta en marcha de la máquina (contrato llave en mano).

Por lo general, el contrato de la máquina incluye la puesta en marcha de la misma con un período de garantía. Para el otorgamiento de la misma, Sulzer Chemtech exige que la planta en

la que se coloque la misma cuenta con un piso especial, sistema de ventilación y jabalinas de descarga a tierra.

Sulzer Chemtech no cobra un porcentaje por las ventas o producción de EPS realizadas.

### **2.4.2. Estudio de Impacto Ambiental**

Como se mencionó anteriormente, el EPS es un material plástico derivado del petróleo. Es por esto que no es biodegradable, lo que genera un impacto negativo en el medio-ambiente.

La producción del poliestireno expandible utiliza productos derivados del petróleo. Sin embargo, la cantidad de petróleo destinado a la producción de materiales plásticos a nivel mundial es del 4%, y dentro del conjunto de materiales plásticos, el EPS representa solo un 2,5% del total.

A su vez, para la fabricación de EPS no se utiliza ningún gas de la familia de los CFCs o HCFCs, gases contaminantes de la capa de ozono.

Dentro del ámbito de la gestión ambiental y con el objetivo de reducir el impacto ambiental, se identifican cuatro alternativas potenciales para evitar o reducir el uso de los desperdicios de EPS. (Ramírez Flores & Plettner Rutishauser, s.f.)

**Reducir:** reducir la cantidad de residuos generados por el proceso de fabricación de EPS. El hecho de producir EPS con el método continuo reduce considerablemente la cantidad de residuos generados en su fabricación.

**Reusar:** El EPS ya producido, y sus residuos, pueden servir como materia prima para la generación del mismo.

**Reciclar:** Es un material 100% reciclable. Para reciclarlo, se lo tritura para reducir su tamaño, luego se pelletiza, y finalmente se utiliza como materia prima para nuevos productos en la industria plástica

### **2.5. Localización**

Con el fin de decidir donde debería estar ubicada la planta, a continuación, se realizará un análisis de macro y microlocalización en los cuales se utilizarán distintos métodos para analizar cuál será la ubicación óptima de la planta de EPS.

### 2.5.1. Macrolocalización

A continuación, se realizará un análisis comparativo de distintas regiones en donde podría ser ubicada la planta del proyecto.

#### 2.5.1.1. Punto Óptimo por Centro de Gravedad

Un método utilizado para tener una idea macro de en qué región debería estar ubicada la planta fue el de encontrar una región óptima tomando un radio de 100km de un punto óptimo hallado un baricentro. Para lograr esto, se localizaron a todos los clientes y al proveedor de poliestireno (Pampa Energía) en un mapa, se anotaron sus respectivas coordenadas y se calcularon las coordenadas óptimas de la nueva planta ponderando por volumen y costo de transporte.

Teniendo un costo de 0,16 dólares por tonelada por cada kilómetro, se tomó la proyección de producción y market share para el 2029 para poder calcular el costo por kilómetro de distribución para cada cliente/proveedor. Luego se calcularon las coordenadas del punto óptimo utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Latmedia} = \frac{\sum \text{Lat} * \text{Volumen} * \text{Costo}}{\sum \text{Volumen} * \text{Costo}} \quad (2.1)$$

$$\text{Longmedia} = \frac{\sum \text{Long} * \text{Volumen} * \text{Costo}}{\sum \text{Volumen} * \text{Costo}} \quad (2.2)$$

A continuación en la **Tabla 2.20** se pueden ver los resultados.

| Empresa             | Porcentaje | Volumen (tn) | Costo (usd/tn*km) | Lat       | Long      | V*C*Lat    | V*C*Long   | V*C    |
|---------------------|------------|--------------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------|--------|
| Pampa               |            | 12000,0000   | 0,16              | -34,12760 | -59,01123 | -65524,992 | -113301,56 | 1920   |
| Estisol             | 23%        | 2622         | 0,16              | -34,40124 | -58,85125 | -14432,008 | -24689,276 | 419,52 |
| Estisol San Luis    | 7%         | 798          | 0,16              | -33,31877 | -66,36527 | -4254,1406 | -8473,5177 | 127,68 |
| Estisol Tucuman     | 5%         | 570          | 0,16              | -27,02293 | -65,38344 | -2464,4912 | -5962,9697 | 91,2   |
| Mastropor           | 14%        | 1596         | 0,16              | -34,65929 | -58,49487 | -8850,5963 | -14937,25  | 255,36 |
| Novapol             | 3%         | 342          | 0,16              | -34,39487 | -58,98038 | -1882,0873 | -3227,4064 | 54,72  |
| Zythums             | 4%         | 456          | 0,16              | -32,94784 | -60,69200 | -2403,8744 | -4428,0883 | 72,96  |
| Tecno Aislantes     | 5%         | 570          | 0,16              | -34,74131 | -58,48610 | -3168,4075 | -5333,9323 | 91,2   |
| Aislaciones Patago  | 6%         | 684          | 0,16              | -38,95940 | -67,91401 | -4263,7167 | -7432,5093 | 109,44 |
| Ixom                | 12%        | 1368         | 0,16              | -33,79188 | -59,62948 | -7396,3667 | -13051,701 | 218,88 |
| Sanlap              | 6%         | 684          | 0,16              | -34,60113 | -58,62344 | -3786,7477 | -6415,7493 | 109,44 |
| Ceramicas Salteña   | 3%         | 342          | 0,16              | -24,82271 | -65,40982 | -1358,2987 | -3579,2254 | 54,72  |
| Horn & cia          | 2%         | 228          | 0,16              | -31,60818 | -60,70428 | -1153,0664 | -2214,4921 | 36,48  |
| Inca industria de c | 2%         | 228          | 0,16              | -34,55079 | -59,12687 | -1260,4128 | -2156,9482 | 36,48  |
| Chilan              | 4%         | 456          | 0,16              | -34,64771 | -60,47684 | -2527,8969 | -4412,3902 | 72,96  |
| Orica Chemicals     | 3%         | 342          | 0,16              | -31,53471 | -68,53381 | -1725,5793 | -3750,1701 | 54,72  |
| Brenntag            | 1%         | 114          | 0,16              | -34,51178 | -58,72589 | -629,49487 | -1071,1602 | 18,24  |
|                     | 100%       |              |                   |           |           | -127082,18 | -224438,35 | 3744   |

|           |           |
|-----------|-----------|
| Latmedia  | -33,94289 |
| Longmedia | -59,94614 |

Tabla 2.20: Cálculo de coordenada óptima de localización

En la **Figura 2.13** se puede ver la localización de los clientes (en violeta), la de Pampa Energía (en azul) y el punto óptimo calculado (en naranja).



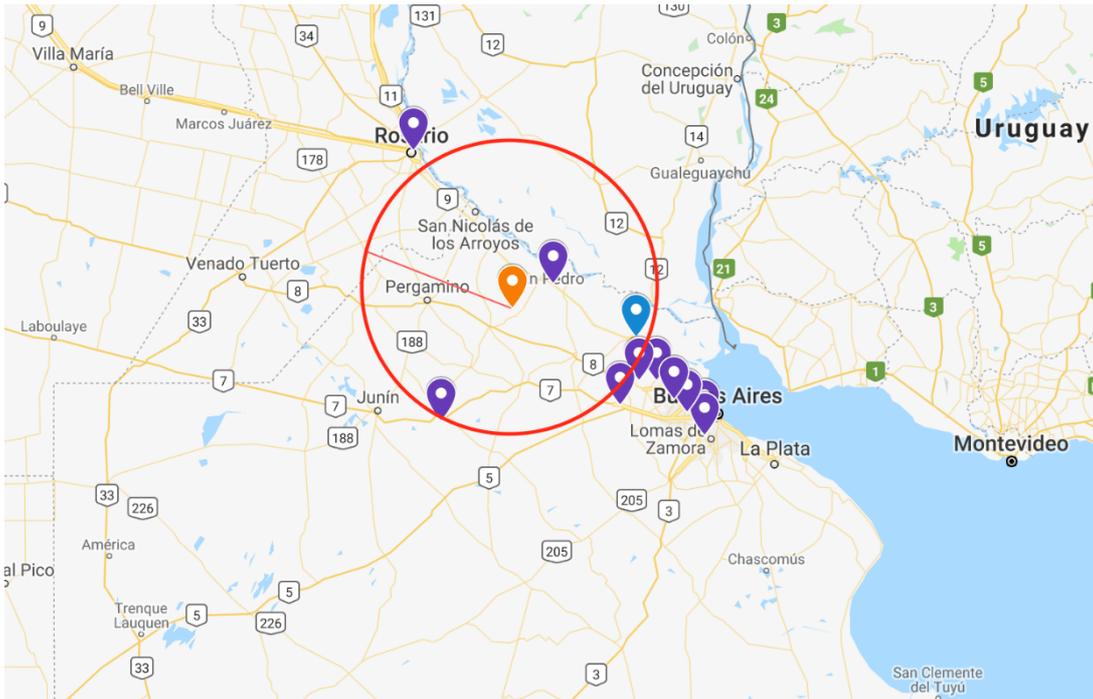


Figura 2.14: Región óptima

Por último, en la **Figura 2.15**, también se puede observar la cercanía que tiene la región óptima a los dos competidores (en rojo) más grandes, Styropek e International Plastic, que da un indicio de cuál sería un buen lugar para ubicar la planta.

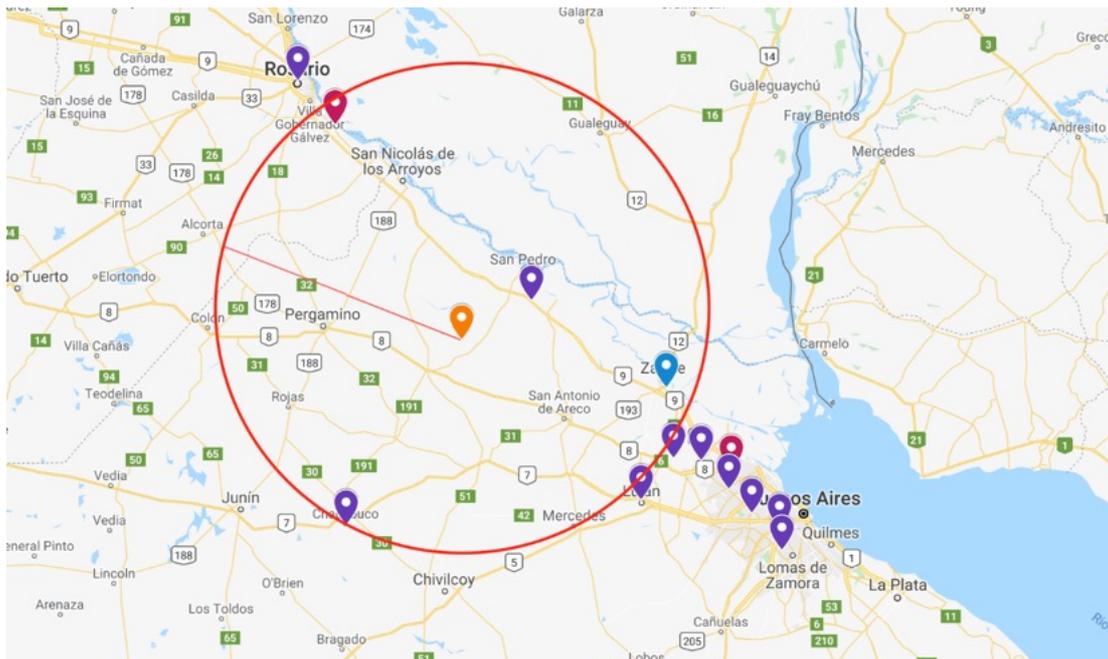


Figura 2.15: Comparación con competencia

## 2.5.2. Microlocalización

Zárate es uno de los 135 partidos de la Provincia de Buenos Aires ubicada a orillas del río Paraná de las Palmas. A continuación, se analizarán distintos factores de la región con el fin de definir donde estará ubicada la planta.

Dentro de la región se priorizará el acceso a rutas, el precio del terreno y la posibilidad de estar ubicado en un parque industrial.

### 2.5.2.1. Promoción Industrial

En la región de Zárate se encuentran dos parques industriales distintos que brindarían ciertos beneficios a la planta. Estos son el Parque Industrial y Logístico Paraná de las Palmas y el Parque Industrial Agua Profunda. Los beneficios que le brindarían al proyecto son los mismos y se mencionan a continuación.

- Acceso a financiación
- Energía eléctrica
- Gas
- Bomberos
- Agua
- Beneficios impositivos
- Desagües pluviales e industriales

Uno de los más importantes es la promoción industrial impositiva provincial, esta le da a la planta hasta 7 años de exención a impuesto brutos, impuestos inmobiliarios, impuestos de sellos e impuestos a los automotores según la Ley N°13.656 (Nación).

Estos beneficios hacen que sea favorable para el proyecto instalarse en uno de estos dos parques industriales.

### **2.5.2.2. Precio y Disponibilidad del Terreno**

La disponibilidad para la instalación de una planta es indiferente entre los dos parques industriales ya que los dos cuentan con espacio disponible. Por otro lado, la diferencia de precio del m<sup>2</sup> entre los dos lugares es despreciable y se encuentran muy cercanos uno del otro (11 km de distancia).

### **2.5.2.3. Beneficios de Instalar en Pampa Energía**

Pampa produce un 97% de todo el poliestireno producido en el país. La planta de producción del mismo hoy en día tiene un espacio ocioso techado (anteriormente usado para la producción de poliestireno biorientado, BOPS) que podría ser utilizado para la instalación de la máquina para el proceso de producción de EPS. Esto no solo trae el beneficio de una inversión inicial menor, si no que permite ahorrar gastos de movimiento de materia prima, ya que el transportado del silo de PS a la máquina es automático y dentro de la misma planta. (Greter, 2019)

Esto, sumado a que la planta actual de Pampa Energía se encuentra dentro de la región óptima de localización, hace que instalar la planta de EPS dentro de la planta de poliestireno tenga muchos beneficios para el proyecto.

Un beneficio importante es el poder compartir costos fijos, mano de obra y know-how con la actual planta. La planta de Pampa realiza todos los controles de calidad que son necesarios para el poliestireno que producen y estos mismos pueden ser utilizados para el EPS. Además, evita tener que hacer una inversión inicial grande para poner la planta en marcha, ya que es simplemente adjuntar la planta del proyecto a la de ellos

Por último, Pampa Energía se encuentra ubicada en el Parque Industrial Agua Profunda lo que termina haciendo que este sea el lugar óptimo para instalar la planta.

### **2.5.3. Descripción del Lugar Elegido**

El lugar elegido es la actual planta de producción de PS que tiene Pampa Energía en Zárate. Se encuentra próxima a la RP6 y la RN12, a 2.5km del Río Paraná en el Parque Industrial Agua Profunda.

Esta dispone de lugar para instalar la máquina y tiene el beneficio de poder ser instalada con cercanía a los silos de poliestireno (PS). Tiene además la posibilidad de compartir recursos con la actual planta de Pampa, como el laboratorio para el control de calidad. También tiene los beneficios de poder compartir espacios de almacenamiento, costos fijos y mano de obra.

## **2.6. Lay-Out, Suministros e Instalaciones**

En cuanto al dimensionamiento de la planta, hay que tener ciertas consideraciones:

Se debe tener un buen sistema de ventilación, debido a la utilización de pentano en el proceso y al riesgo de fugas.

Debe haber espacio suficiente para la disposición de 2 máquinas Sulzer de procesamiento continuo de 700 kg/hs de capacidad productiva; el espacio requerido por cada máquina es de 25 m x 4,5 m.

Preferentemente se debe tener fácil acceso al almacenamiento de la materia prima (PS) y fácil entrada y salida al depósito de producto terminado.

Debe haber espacio suficiente y cercano en el exterior del galpón para la ubicación de los tanques de pentano.

Debe estar conectado a la red eléctrica y tener acceso a agua.

Debe contar de una propia red de incendio.

A continuación (**Figura 2.16** y **Figura 2.17**), se muestra el esquema general de la planta de PS de Pampa Energía, junto con el espacio utilizado por el proyecto de EPS:



Figura 2.16: Imagen satelital de la planta de poliestireno de Pampa Energía

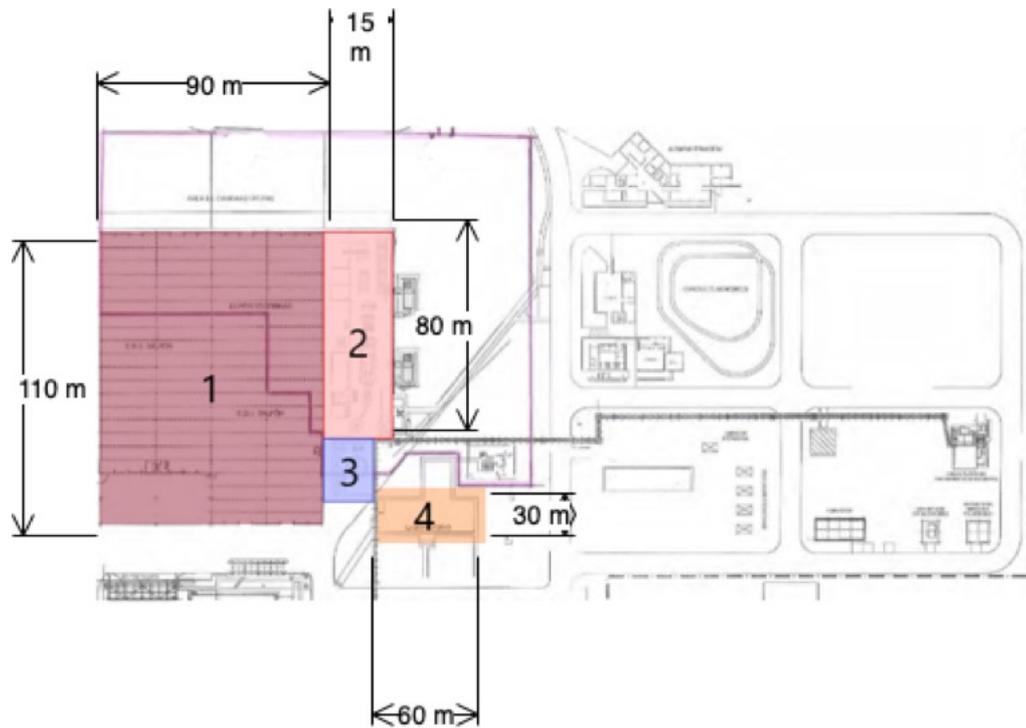


Figura 2.17: Esquema general de la planta ubicada en Zárate

1. Depósito de producto terminado
2. Planta de proceso continuo de producción de EPS
3. Silos de PS
4. Laboratorio

El espacio utilizado por el proyecto de EPS (sector 2) estaba acondicionado para la producción de BOPS y actualmente se encuentra vacío.

A continuación (**Figura 2.18**), se desarrollará en detalle el lay-out de la planta de proceso continuo (sector 2):

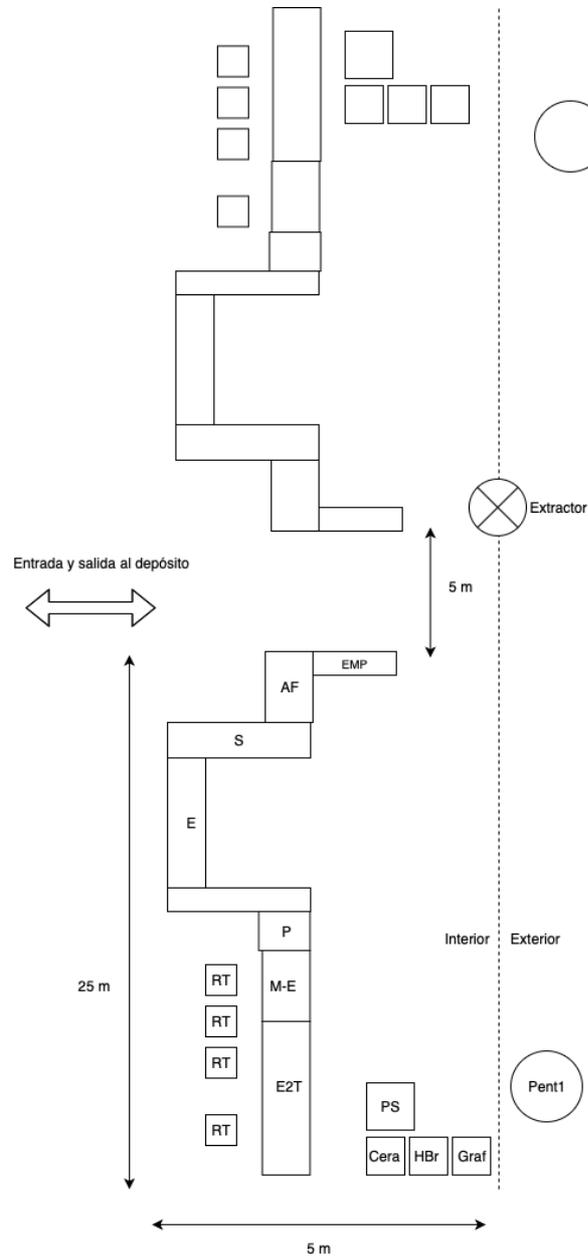


Figura 2.18: Lay-out de las máquinas en el interior del sector 2 (con 2 máquinas Sulzer). E2T (extrusora doble tornillo), M-E (mezclador-enfriador), P (pelletizadora), E (enfriamiento), S (secadora), AF (aditivo final), E (empaquete), Pent1 (tanque de pentano), RT (reguladores de temperatura de agua y aceite)

Se decidió ubicar las máquinas Sulzer de dicha manera (con las salidas en el mismo lugar) para minimizar el movimiento del autoelevador y evitar que este pase cercano a los cables de la

extrusora y la mezcladora. En contraparte, los abastecimientos de materia prima se encuentran en extremos opuestos, pero al ser estos realizados de forma automática mediante mangueras y tubos, se priorizó la cercanía de los extremos de producto terminado.

El piso será de hormigón (con una altura de 3 cm sobre el nivel anterior) y el techo de una altura de 7 m.

Por último, a continuación (**Figura 2.19**) se muestra el flujo de los materiales dentro de la planta en donde se pueden ver todos los espacios mencionados previamente.

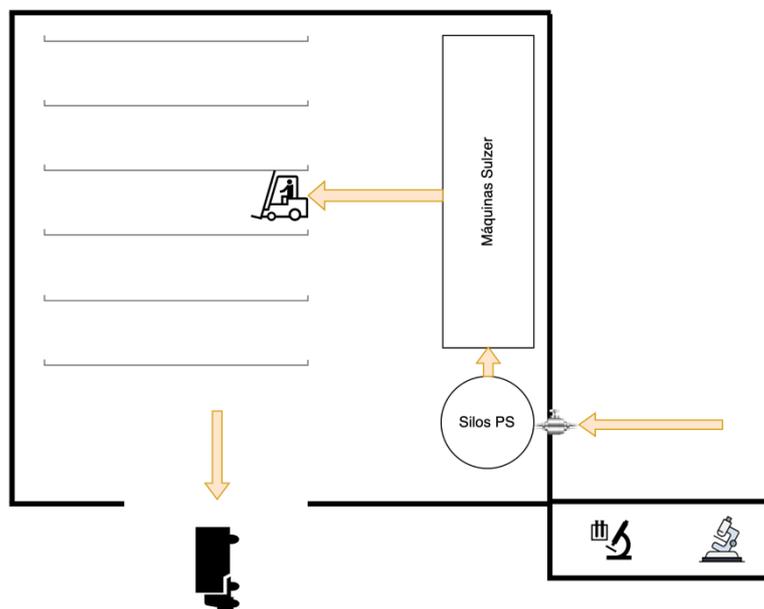


Figura 2.19: Flujo de materiales dentro de la planta

### 2.6.1. Equipos y Procesos Auxiliares

#### Control de calidad del EPS

Proporción de pentano: se toman muestras aleatorias de la producción de EPS que se llevan a una balanza electrónica. Según el valor arrojado por la balanza, se determina si la proporción de pentano presente en el EPS está por debajo (menos de 4,5%) o por encima (mayor a 6%) de la especificación.

Inspección visual: se controla a simple vista el color de las perlas de EPS y su granulometría. Si se observa un color muy opaco/muy brillante y/o tamaños de perlas dispares/no esféricos, se controlan las condiciones de operación para ver dónde se encuentra(n) la(s) falla(s).

### **Triturado de scrap**

El scrap obtenido en la puesta en marcha se debe triturar para reingresarlo en la extrusora de doble tornillo. Este proceso se realiza con una trituradora de plástico convencional.

### **Tanques de pentano**

El pentano utilizado se almacena en dos tanques (uno por cada máquina Sulzer) verticales de 35.000kg (ambos ubicados en el lado exterior de la planta por motivos de seguridad). El mismo es bombeado a través de tubos hacia la extrusora doble tornillo de la Sulzer.

### **Extractor**

Se extrae el aire de la planta mediante ventilación forzada. La extracción se realiza principalmente para evitar el aumento de concentración de pentano en el aire que puede generar el proceso.

### **Detectores de pentano**

Se deben instalar 4 detectores de pentano en la máquina que frenan la operación de la misma cuando se supera la concentración límite. Estos vienen incluidos en el proceso Sulzer.

### **Puestas a tierra**

Existen 7 puestas a tierra instaladas a lo largo de la máquina debido a que la combinación de la estática generada en el proceso y las posibles fugas de pentano pueden resultar en peligro de explosión.

### **Autoelevadores**

Se utilizarán para transportar los pallets con la bolsa de producto terminado desde la salida de la Sulzer hacia el depósito. El elegido es el modelo eléctrico de 4 ruedas marca “Hangcha” (**Figura 2.20**). Capacidad de carga: 1000 kg a 3500 kg. Máxima elevación: 9m.



Figura 2.20: Autoelevador eléctrico “Hangcha”

### **Reguladores del perfil de temperatura**

En las operaciones de extrusión y enfriamiento se debe regular el perfil de temperatura de la mezcla a lo largo de la máquina. Durante la etapa de extrusión se hace circular una corriente de agua alrededor de la extrusora para estabilizar la temperatura a lo largo del proceso. Durante el enfriamiento, se hace circular una corriente de aceite para enfriar la mezcla. Los circuitos de agua y aceite trabajan en sincronización y se utiliza parte del agua del proceso para regular la temperatura del aceite. El sistema de regulación de temperatura con agua utiliza agua externa cuando se sobrecalienta para reducir la temperatura del agua de proceso. Este pequeño intercambiador de calor auxiliar viene incluido dentro de la máquina y utiliza extremadamente poca cantidad de agua por día.

## **2.7. Organización del Personal**

En la siguiente sección se detallará la necesidad de personal para el proyecto y se especificará cómo quedará estructurada la organización.

### **2.7.1. Dimensionamiento de Mano de Obra**

La necesidad de mano de obra se divide según en qué etapa trabajará el empleado.

El proceso se divide en tres etapas distintas: la primera, la de transporte de PS a la Sulzer; la segunda, la del procesado de PS a EPS en la Sulzer; la tercera, la del empaquetado y almacenado del EPS.

Con respecto a la primera etapa, está será un proceso automatizado sin la necesidad de ningún operario ya que la materia prima será transportada por tubos y mangueras directo hasta las tolvas.

La segunda etapa es la del manejo de la máquina en sí. Para esto se necesita un operario por turno por máquina, este debe estar capacitado en el manejo del programa para manejar la máquina. Esta tiene una computadora central en la cual se puede visualizar el funcionamiento de cada etapa, determinar las cantidades de mezcla, parar la máquina de ser necesario, poder determinar cualquier causa de error y solucionarla. A su vez debe asegurarse que la llegada de materia prima funcione de manera adecuada, que las tolvas iniciales de almacenamiento estén siempre en su llenado necesario para poder abastecer la máquina (de vaciarse una, este operario tiene 30 minutos para solucionar el problema, de no lograrlo, la máquina debe ser parada).

La tercera etapa es la de almacenado del EPS a la salida de la mezcladora. Este operario es responsable de supervisar el llenado de las bolsas, el traslado de las mismas al depósito y tener un registro de donde se encuentran una vez almacenadas para luego entregárselas al distribuidor.

Esto da un total de 2 operarios por turno. Sin embargo, teniendo en cuenta la necesidad de rotación por hora de almuerzo, se agregará un operario a la segunda etapa del proceso para brindar asistencia a la máquina y ayudar al operario encargado de la computadora. Los 3 operarios deben saber hacer todo de forma tal que cuando uno esté en su hora libre, otro lo pueda suplantar. A su vez, uno de los tres operarios tendrá la función de ser supervisor de los otros dos, este será el más capacitado y el que mayor entendimiento de la máquina tenga, de forma tal de poder solucionar cualquier eventual problema de la máquina. Al funcionar las 24 horas del día, se fijarán 3 turnos de 8 horas cada uno con 30% de suplemento (como es normal en este tipo de industria). Esto representa un total de 9 operarios por día.

Para la puesta en marcha como se mencionó anteriormente se requerirá de tres operarios que se encargan de la puesta en marcha en sí, donde el que luego será el asistente de la segunda etapa, tendrá la función de ir controlando la calidad del material que sale por la cañería auxiliar

y encargarse del reciclado total de la misma llevando el material a la trituradora y luego a la tolva de reciclado.

Teniendo en cuenta que un mismo operario no puede trabajar los siete días de la semana, se agregará un cuarto turno de operarios para que vaya rotando con los otros tres grupos y de esta manera lograr cumplir con las reglamentaciones. Esto lleva a una necesidad total de 12 operarios contratados operando con una sola máquina, cuando se invierta en una segunda, se necesitarán el doble. Por último, para lograr abastecer la necesidad de empleados cuando estos se tomen vacaciones, se requerirá de un empleado más (cumplirá el rol de supervisor) para suplantar al empleado con días libres. A su vez, se le requerirá a los empleados hacer uso de los días de vacaciones en momentos distintos uno del otro.

Para tener un mejor entendimiento de como es el cronograma de organización a continuación se encuentra el cronograma semanal (**Figura 2.21**), en donde cada grupo se compone por tres empleados (1 supervisor y dos normales).

|                         | Lunes   | Martes  | Miércoles | Jueves  | Viernes | Sábado  | Domingo |
|-------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Turno 1 (00:00 a 08:00) | Grupo 1 | Grupo 4 | Grupo 3   | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 4 | Grupo 3 |
| Turno 2 (08:00 a 16:00) | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 4   | Grupo 3 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 4 |
| Turno 3 (16:00 a 00:00) | Grupo 3 | Grupo 2 | Grupo 1   | Grupo 4 | Grupo 3 | Grupo 2 | Grupo 1 |

Figura 2.21: Cronograma semanal de grupos

Y se puede visualizar como se compone un turno en una semana (**Figura 2.22**), en donde HT y HA significan hora de trabajo y hora de almuerzo respectivamente. Se puede ver como siempre hay dos empleados trabajando en la planta, incluso cuando uno se encuentra en su hora de descanso.

| Cronograma Diario |             |             |             |                 |             |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| Turno:            | 2           |             |             | Inicio: 8:00 AM |             |             |             |
|                   | Lun         | Mar         | Mie         | Jue             | Vie         | Sab         | Dom         |
| 8:00 AM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 8:30 AM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 9:00 AM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 9:30 AM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 10:00 AM          | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 10:30 AM          | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 11:00 AM          | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 11:30 AM          | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 12:00 PM          | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 12:30 PM          | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 1:00 PM           | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 1:30 PM           | 2 HT + 1 HA     | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA | 2 HT + 1 HA |
| 2:00 PM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 2:30 PM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 3:00 PM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |
| 3:30 PM           | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT            | 3 HT        | 3 HT        | 3 HT        |

Figura 2.22: Cronograma semanal de un turno

Por último en la **Figura 2.23** se puede ver el día a día en un mes de un empleado del “Grupo 1”, diferenciando cuantas horas diurnas, nocturnas y de Sábado/Domingo trabajado, ya que esas horas tienen distintos costos.

| Grupo 1 | Horas Diurnas | Horas Nocturnas | Horas Sabado/Domingo | Número de Turno |
|---------|---------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Lu      | 2             | 6               |                      | 1               |
| Ma      | 8             | 0               |                      | 2               |
| Mi      | 5             | 3               |                      | 3               |
| Ju      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Vi      | 2             | 6               |                      | 1               |
| Sa      | 5             | 0               | 3                    | 2               |
| Do      | 8             | 8               |                      | 3               |
| Lu      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Ma      | 2             | 6               |                      | 1               |
| Mi      | 8             | 0               |                      | 2               |
| Ju      | 5             | 3               |                      | 3               |
| Vi      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Sa      | 2             | 8               |                      | 1               |
| Do      | 0             | 0               | 8                    | 2               |
| Lu      | 5             | 3               |                      | 3               |
| Ma      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Mi      | 2             | 6               |                      | 1               |
| Ju      | 8             | 0               |                      | 2               |
| Vi      | 5             | 3               |                      | 3               |
| Sa      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Do      | 0             | 0               | 8                    | 1               |
| Lu      | 8             | 0               |                      | 2               |
| Ma      | 5             | 3               |                      | 3               |
| Mi      | 0             | 0               |                      | Franco          |
| Ju      | 2             | 6               |                      | 1               |
| Vi      | 8             | 0               |                      | 2               |
| Sa      | 0             | 0               | 8                    | 3               |
| Do      | 0             | 0               |                      | Franco          |

Figura 2.23: Horas trabajadas por un empleado en un mes

### 2.7.2. Estructura de la Organización

La organización tendrá como sujeto responsable superior al gerente de la planta de Zárate, este será compartido con Pampa Energía ya que es el responsable de toda la planta. Responsable a este, se encuentra el supervisor por turno del proceso de EPS, quien será el responsable de los otros dos operarios por turno mencionados previamente. Como función de apoyo se compartirá con Pampa Energía el laboratorio y su empleado de control de calidad del producto terminado.

Por otro lado, se encuentra el área de ventas a cargo del gerente comercial de Pampa que estará a cargo de los vendedores de la rama de EPS detallados en la sección de “Canales y Estrategias de distribución”. Esta área será ubicada en las oficinas de Pampa ubicadas en el centro de la Capital Federal.

A continuación (**Figura 2.24**), se puede ver diagramada la organización:

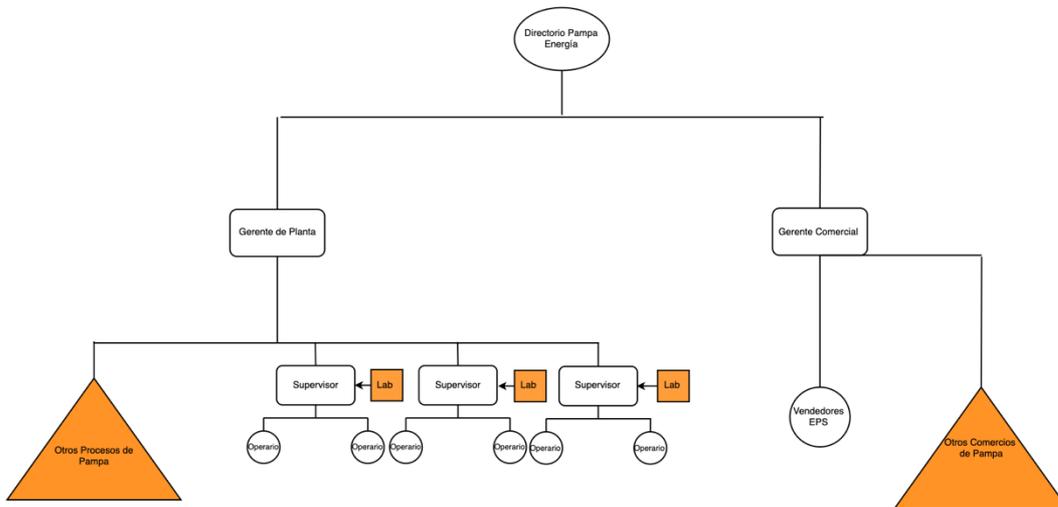


Figura 2.24: Estructura organizacional

### 2.7.3. Tercerizaciones de Funciones

Mientras que el proceso de producción de EPS no contará con funciones tercerizadas, la distribución del mismo si lo será.

Como fue mencionado previamente, la distribución del producto se hará de forma directa al cliente mediante camiones con capacidad de 24 toneladas. El EPS será transportado en bolsones de rafia plástica de una tonelada cada uno. La empresa utilizada de distribución será la misma que utiliza Pampa hoy en día, Expreso Cargo, y su costo ronda los 16 dólares por tonelada cada 100 kilómetros. Se le dará la posibilidad al cliente de utilizar su propio método de distribución si así lo desea.

### **III. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO**

Se realizó un análisis económico y financiero del proyecto con el fin de evaluar la rentabilidad del mismo. Para esto se confeccionó el cuadro de resultados, flujo de fondos, fuentes y usos y balance año a año del proyecto, teniendo en cuenta todos sus costos, proyecciones de venta, inversiones y métodos de financiamiento.

Una vez confeccionado el cuadro de resultados, se analizaron cuatro escenarios distintos con distintas formas de financiamiento del proyecto para evaluar cuál proporcionaba una mejor rentabilidad. La elegida fue el primer año cubrir las compras de bienes de uso con un mix de aporte de capital y deuda, mientras que para cubrir el capital de trabajo se utilizó aporte de capital, siempre intentando de mantener una relación D/E parecida a la que utiliza Pampa hoy en día (90%).

Los resultados no fueron favorables para el proyecto, ya que el VAN resultó ser negativo (-\$1.018.728) con un periodo de repago de 8 años. Esto puede deberse a una proyección del market share muy conservadora y a una duración del proyecto muy corta.

#### **3.1. Introducción**

Se procederá a analizar en el siguiente capítulo, que pertenece a la tercera entrega del Proyecto Final de la carrera Ingeniería Industrial, los aspectos económicos y financieros del proyecto. Se profundizará sobre los costos relacionados con el mismo y la financiación necesaria para cumplir con los objetivos.

#### **3.2. Consideraciones para el Análisis**

Con el fin de mejorar la lectura del escrito, en la presentación de las tablas se presentarán solo algunos años. Las tablas completas se encuentran en el anexo.

A continuación, se presentan distintas consideraciones que se tuvieron en cuenta para el análisis.

##### **3.2.1. Sistema de Costeo**

Para el proyecto se utilizará el sistema de costeo por absorción ya que ese es el utilizado por Pampa hoy en día (Stolar, 2019).

### 3.2.2. Datos Macroeconómico

Argentina es un país que presenta mucha volatilidad en términos económicos y políticos, lo cual genera que las proyecciones de ciertos indicadores macroeconómicos puedan encontrarse alejados de la realidad cuanto más se alejen del presente.

Para la proyección del tipo de cambio y la inflación se tuvieron en cuenta los datos provistos por la cátedra de Proyecto Final de Ingeniería Industrial en el 2019 y la proyección del Banco Central de la República Argentina de octubre de 2019. Se tomó el valor de la inflación y del tipo de cambio proyectado por el BCRA para el año 2030 y, a partir de la variación interanual proyectada por la cátedra de Proyecto Final, se obtuvieron las proyecciones para los años 2020-2029.

Para la proyección de los precios, se utilizará el tipo de cambio para los que tengan el precio de referencia en dólares y la inflación para los que se encuentren en pesos. En la **Tabla 3.1** se muestran algunos de dichos datos.

| Año                             | 2019 | 2020 | 2021 | 2025  | 2029  |
|---------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| Tipo de cambio ARS/US\$ Nominal | 48   | 87,8 | 101  | 133,6 | 148,9 |
| Inflación Arg                   |      | 42%  | 32%  | 13%   | 9%    |
| IPC usa                         |      | 2,2% | 2,2% | 2,2%  | 2,2%  |
| Inflación acum                  |      | 42%  | 56%  | 105%  | 149%  |

Tabla 3.1: Datos macroeconómicos para 2019, 2020, 2021, 2025 y 2029

### 3.2.3. Riesgo País

Debido a la situación actual de inestabilidad en la Argentina, en la que el riesgo país subió a niveles muy altos, se tomarán las siguientes consideraciones:

- Argentina va a tender a un riesgo país estable del nivel de otros países emergentes como Chile y Brasil hacia la mitad del proyecto.
- El riesgo país disminuirá de forma exponencial suavizada.
- Para el 2019 se tomará como riesgo país el promedio desde agosto hasta la fecha (debido a que en agosto comenzó la subida abrupta del indicador)

- La ecuación a utilizar para proyectar el Riesgo país año a año es la siguiente (en donde t es el año):

$$Riesgo\ país(t) = 260 + (t - 2019) * e^{-(t-2026,47)} \quad (3.1)$$

### 3.2.4. Tasa del Bono de Pampa

Para calcular la tasa del bono de Pampa cuando le queden 5 años (para el financiamiento), se tomará el valor de la tasa del bono emitido a 10 años en el 2017 ya que era un país más estable y se proyecta que para 2025 Argentina se encontrará en una situación más estable que en el presente.

A este valor se lo multiplicará por la diferencia porcentual del valor de la tasa de un bono emitido a 10 años respecto otro emitido a 5 de la Reserva Federal de los Estados Unidos.

A continuación (**Tabla 3.2**), se pueden ver las tasas de los bonos de Pampa a 10 y 5 años.

| Risk Free      |               |       |                       |
|----------------|---------------|-------|-----------------------|
| 10Yr- Promedio | 5Yr- Promedio |       | Diferencia Porcentual |
| 2,31%          |               | 1,89% | 81,90%                |
| Bono Pampa     |               |       |                       |
| 7,50%          |               | 6,14% |                       |

Tabla 3.2: Tasas de bonos de Pampa Energía

### 3.2.5. Impuestos

Las tasas de impuestos a utilizar en los cuadros serán las mismas que utiliza Pampa Energía.

Las mismas se observan en la **Tabla 3.3** (Marconi, 2019) (AFIP, 2019):

|                          | %     |
|--------------------------|-------|
| Ingresos Brutos          | 5%    |
| Impuesto a las ganancias | 35%   |
| IVA                      | 21%   |
| IVA energía              | 27,0% |

Tabla 3.3: Tasas de impuestos aplicadas.

### 3.2.6. Bases de Prorratio

Se utilizarán tres bases distintas de prorratio para diversos gastos:

- Prorratio según volumen de producción (**Tabla 3.4**): a partir de las proyecciones de producción de PS provistas por Pampa Energía y las propias del proyecto de EPS se calcula el porcentaje que representa la producción de EPS con respecto del volumen total producido. Se utiliza este porcentaje para prorratio los costos compartidos entre ambos proyectos.

| Prorratio por volumen de producción | 2020  | 2025  | 2029  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| Volumen de producción PS (ton)      | 49000 | 62538 | 65000 |
| Volumen de producción EPS (ton)     | 956   | 6538  | 11384 |
| Participación EPS                   | 2%    | 9%    | 15%   |

Tabla 3.4: Prorratio por volumen de producción para 2020, 2025 y 2029.

- Prorratio según tiempo de ocupación (**Tabla 3.5**): se toman en cuenta los tiempos actuales que le dedica el servicio a la limpieza de la planta y al sector de oficinas con respecto al tiempo total de trabajo.

| Prorratio por limpieza | %   |
|------------------------|-----|
| Producción             | 90% |
| Administración         | 5%  |
| Comercialización       | 5%  |

Tabla 3.5: Prorratio por limpieza.

- Prorratio según cantidad de empleados: Se tomarán en cuenta la cantidad de empleados de administración y comercialización de Pampa para PS (y su proyección) y la cantidad de empleados propios del proyecto de EPS. Se calcula el porcentaje que representan la cantidad de empleados del proyecto de EPS con respecto al total del mismo. Se distingue entre empleados comerciales y de administración. Se utiliza este porcentaje

para prorratear aquellos gastos de oficina compartidos entre ambos proyectos. Gastos como la energía, el agua y el gas son asignados al proyecto de EPS según los porcentajes descriptos a continuación (**Tabla 3.6**):

| Prorrateo por cantidad de empleados | 2020 | 2025 | 2029 |
|-------------------------------------|------|------|------|
| Cantidad de empleados Pampa PS      | 15   | 15   | 15   |
| Cantidad de empleados Comerc EPS    | 1    | 4    | 5    |
| Cantidad de empleados Adm EPS       | 2    | 2    | 2    |
| Participación Comercial             | 6%   | 19%  | 23%  |
| Participación Administración        | 11%  | 10%  | 9%   |

Tabla 3.6: Prorrateo por cantidad de empleados.

### 3.3. Costos

#### 3.3.1. Evolución de Stocks/Materiales

Debido a la necesidad creciente de cantidad de insumos que fueron descriptos en la sección balance de masa (2.3.1), tanto los costos de almacenamiento como los costos de materiales irán incrementando con el correr de los años.

A continuación (**Figura 3.1**), se puede ver la evolución de cantidad de producto final vendido (en toneladas), y su costo de materia prima en miles de pesos.

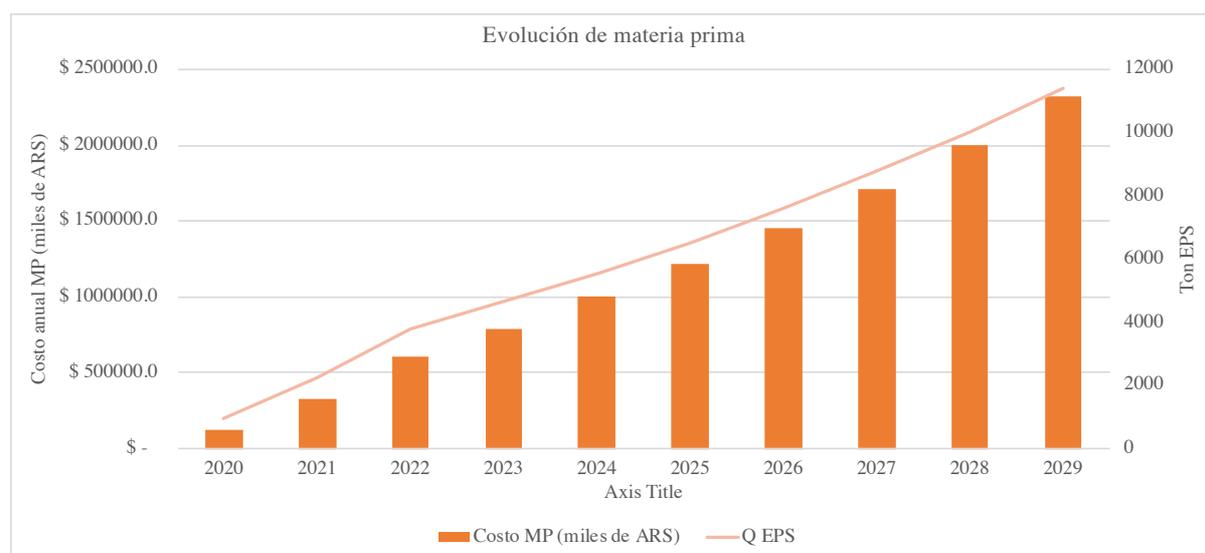


Figura 3.1: Evolución de stocks de producto terminado y costo de almacenamiento

Esto lleva a una creciente necesidad de silos, tanques y espacio físico requerido para las bolsas de materia prima y producto terminado en el depósito, las máquinas y el espacio para estanterías a lo largo de los años. Esta necesidad se representa en la **Tabla 3.7**.

| Año                        | 2020 | 2021 | 2022 | 2025 | 2029 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Cantidad de silos (PS)     | 1    | 1    | 1    | 2    | 3    |
| Cant. de tanques (Pentano) | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    |
| Pallets Cera               | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Pallets Hexabromo          | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Pallets Grafito            | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Pallets Estearato de Zinc  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Pallets EPS                | 24   | 55   | 94   | 162  | 281  |
| Pallets Totales            | 28   | 59   | 101  | 172  | 294  |
| m2 Depósito                | 379  | 450  | 545  | 707  | 985  |
| Estanterías                | 31   | 65   | 112  | 190  | 324  |

Tabla 3.7: Almacenaje

Los pallets de EPS llevan una bolsa de una tonelada de EPS y la necesidad de almacenamiento fue calculada con una semana de rotación del producto, mientras que los otros pallets (cera, hexabromo, grafito, estearato de zinc) cuentan con la capacidad de hasta 20 bolsas de 25kg (de su respectiva materia prima) cada uno.

Los pallets serán almacenados en estanterías simples de tres pisos. Para el cálculo del costo de la planta con el depósito se tuvo en cuenta el espacio de despacho/recepción, armado de pallets, pasillos entre estanterías, espacio de estanterías y espacio para las máquinas.

A continuación (**Figura 3.2**), se muestra gráficamente la evolución de necesidad de depósito.

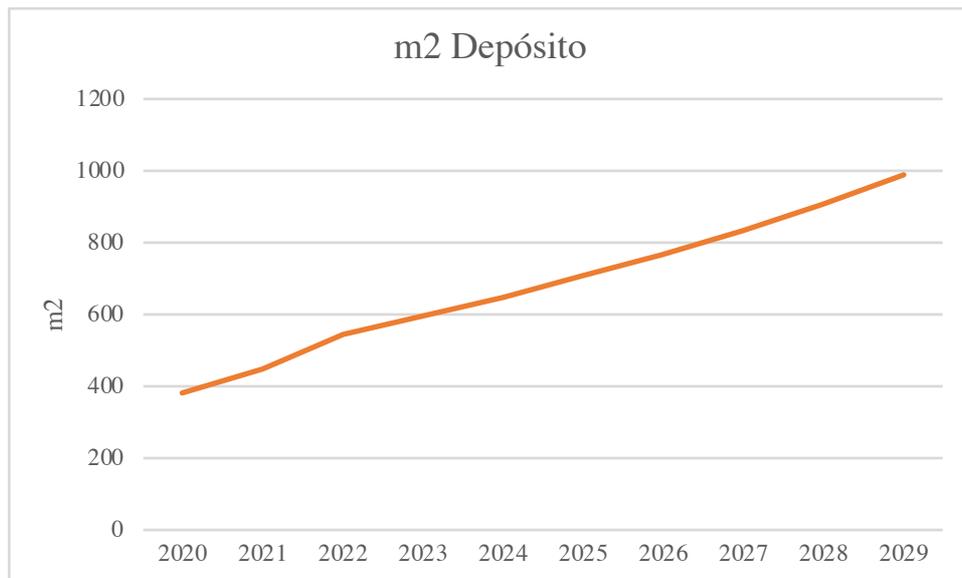


Figura 3.2: Evolución almacenaje

Los costos de estanterías, silos y tanques se verán más adelante en la sección de inversiones, mientras que el costo de almacenaje se detallará en costos de oportunidad.

### 3.3.2 Costos Directos y Gastos Generales Fijos

A continuación, se procederá a detallar los costos directos de producción.

#### 3.3.2.1. MOD

Con respecto a la mano de obra, en planta se tendrán 13 empleados los primeros cinco años y 25 empleados los restantes cinco (2025-2029).

El sueldo mensual de cada empleado fue calculado por la cantidad de horas nocturnas o de fin de semana que trabajará por mes, como fue especificado en el cronograma diario, teniendo en cuenta que la hora nocturna y la hora desde el sábado a las 13:00 hs hasta domingo a las 24:00 hs tienen un costo mayor a la hora normal, de un 50% y 100% respectivamente. A esto se le adicionaron las cargas sociales y aportes patronales de un 55% total de acuerdo con el sindicato de plástico. La hora hombre diurna del supervisor se tomó en \$300 mientras que la del

empleado normal \$200, acorde con el precio de un empleado de planta en la industria del plástico (Stolar, 2019).

A continuación, en la **Tabla 3.8** se ve el salario por mes de un empleado normal y de un supervisor y en la **Tabla 3.9** el sueldo anual por empleado ajustado por inflación año a año.

|                  | Supervisor        | Empleado Normal   |
|------------------|-------------------|-------------------|
|                  | hh Diurna         | hh Diurna         |
| \$               | 300               | 200               |
|                  | hh Nocturna       | hh Nocturna       |
| \$               | 450               | 300               |
|                  | hh Sábado/Domingo | hh Sábado/Domingo |
| \$               | 600               | 400               |
|                  | Salario por Mes   | Salario por Mes   |
| \$ Bruto         | 70650             | 47100             |
| Cargas + Aportes | 55%               | 55%               |
| \$ Neto          | 109507,5          | 73005             |

Tabla 3.8: Salario mensual

| Año                   | 2019         | 2020         | 2021         | 2025         | 2029          |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Salario MOD           | \$13.578.930 | \$19.322.817 | \$25.409.505 | \$91.463.778 | \$129.108.587 |
| Inflación             |              | 42,30%       | 31,50%       | 12,60%       | 9,00%         |
| Salario Supervisor    | \$1.314.090  | \$1.869.950  | \$2.458.984  | \$4.650.701  | \$6.564.843   |
| Salario Normal        | \$876.060    | \$1.246.633  | \$1.639.323  | \$3.100.467  | \$4.376.562   |
| Cantidad Supervisores | 5            | 5            | 5            | 9            | 9             |
| Cantidad Normal       | 8            | 8            | 8            | 16           | 16            |

Tabla 3.9: Salario Mano de Obra Directa

Por último, se tuvo en cuenta el costo de la ropa de los operarios año a año (**Tabla 3.10**) según lo indicado por Pampa para sus operarios de planta, totalizando 45 dólares por año por operario (Greter, 2019).

| Costo Ropa Operario   | 2020     | 2021     | 2022     | 2025      | 2029      |
|-----------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Por operario (usd)    | 45       | 45       | 45       | 45        | 45        |
| Cantidad de operarios | 13       | 13       | 13       | 25        | 25        |
| Dólar                 | 87,8     | 101,0    | 111,1    | 133,6     | 148,9     |
| Total                 | \$51.380 | \$59.087 | \$65.022 | \$150.255 | \$167.461 |

Tabla 3.10: Ropa Operarios

### 3.3.2.2. Electricidad, Agua y Aceite

Los gastos energéticos se calcularon teniendo en cuenta los siguientes gastos anuales otorgados por la Cooperativa Eléctrica de Zárate (**Tabla 3.11**) (Marconi, Edenor):

| Cargos                                 | \$        |
|--|-----------|
| Cargo Por potencia en pico (USD/KW)    | \$ 95,952 |
| Cargo por potencia fuera pico (USD/KW) | \$ 67,668 |
| Energia en pico (USD/KWh)              | \$ 0,058  |
| Energia en resto (USD/KWh)             | \$ 0,056  |
| Energia en valle (USD/KWh)             | \$ 0,054  |

Tabla 3.11: Cargos de electricidad

Teniendo en cuenta estos datos, se obtuvieron los gastos energéticos **Tabla 3.12** por año que se pueden observar a continuación:

| Año   | 2020                | 2021                | 2022                | 2025                 | 2029                 |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Cargo Fijo (ARS)                                      | \$ 41.156           | \$ 47.330           | \$ 52.084           | \$ 62.586            | \$ 69.753            |
| Cargo Por potencia en pico (ARS)                      | \$ 421.753          | \$ 673.706          | \$ 874.015          | \$ 1.837.391         | \$ 2.655.820         |
| Cargo por potencia fuera pico (ARS)                   | \$ 356.591          | \$ 615.120          | \$ 902.544          | \$ 1.626.793         | \$ 2.417.441         |
| Energia en pico (ARS)                                 | \$ 461.777          | \$ 737.157          | \$ 944.686          | \$ 2.017.185         | \$ 2.899.581         |
| Energia en resto (ARS)                                | \$ 1.064.803        | \$ 1.699.794        | \$ 2.178.332        | \$ 4.651.382         | \$ 6.686.080         |
| Energia en valle (ARS)                                | \$ 624.197          | \$ 971.546          | \$ 1.232.398        | \$ 2.656.705         | \$ 3.771.403         |
| <b>Total Consumo energetico directo sin IVA (ARS)</b> | <b>\$ 2.970.277</b> | <b>\$ 4.744.652</b> | <b>\$ 6.184.060</b> | <b>\$ 12.852.042</b> | <b>\$ 18.500.078</b> |

Tabla 3.12: Costos energéticos

A continuación (**Figura 3.3**), se puede ver el aumento del consumo eléctrico anualmente.

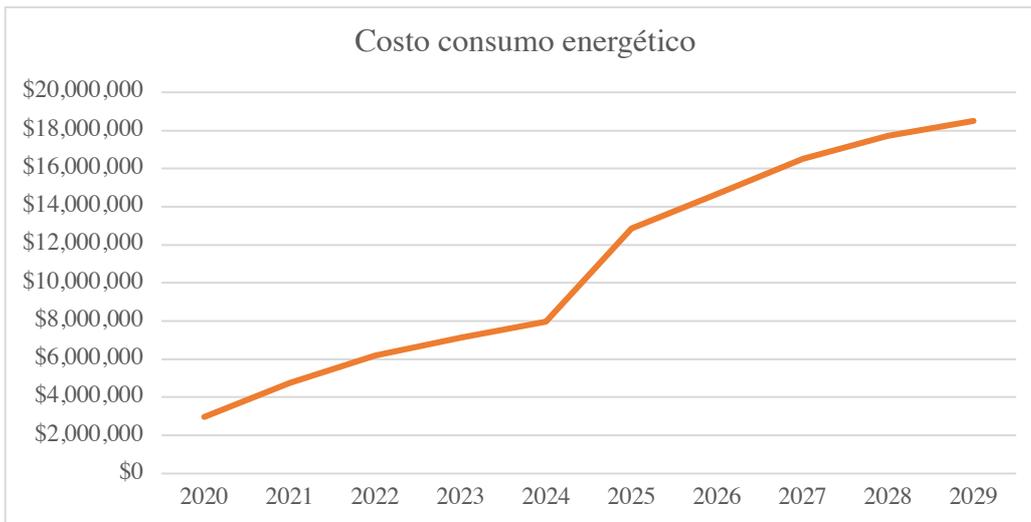


Figura 3.3: Costos energéticos

Se puede observar el salto en el costo energético que se produce en el año 2025. Esto se debe a la adquisición de la nueva Sulzer que produce un aumento de consumo energético en KWh.

Dentro de los costos directos se tomaron en cuenta tanto la cantidad de agua que necesitan las Sulzer para su sistema de enfriamiento como el agua que se gasta en planta (**Tabla 3.13**)(AYSA, s.f.).

| Año                           | 2020    | 2021     | 2022     | 2025     | 2029     |
|-------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Cantidad agua Sulzer (litros) | 1000    | 0        | 0        | 1000     | 0        |
| Precio agua (\$/litro)        | 0,057   | 0,075    | 0,092    | 0,142    | 0,200    |
| Fijo agua                     | \$9.563 | \$15.687 | \$22.598 | \$27.579 | \$33.399 |
| Costo total Agua              | \$9.619 | \$15.687 | \$22.598 | \$27.721 | \$33.399 |

Tabla 3.13: Costo de agua.

Por otro lado, se tomaron en cuenta los costos de aceite (**Tabla 3.14**) que necesita la Sulzer para el sistema de calentamiento y enfriamiento. La vida útil del aceite es de 10 años por lo que no será necesario reemplazar el mismo durante la vida del proyecto.

| Año                      | 2020      | 2021 | 2022 | 2025      | 2029  |
|--------------------------|-----------|------|------|-----------|-------|
| Cantidad aceite          | 45        |      |      | 45        |       |
| Precio aceite (\$/litro) | 3558      | 4678 | 5731 | 8848      | 12489 |
| Costo total aceite       | \$160.088 | \$0  | \$0  | \$398.149 | \$0   |

Tabla 3.14: Costo de aceite

### 3.3.2.3. Gastos Generales Fijos

Por gastos generales de fabricación se tendrán en cuenta los gastos de limpieza que serán prorrateados según el tiempo dedicado entre la planta y las oficinas, y el costo del seguro de planta anual (Greter, 2019). Dichos gastos se muestran en la **Tabla 3.15**.

| Año      | 2020      | 2021      | 2022        | 2025        | 2029        |
|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Limpieza | \$816.542 | \$939.024 | \$1.033.348 | \$1.241.707 | \$1.383.898 |
| Seguro   | \$711.500 | \$935.623 | \$1.146.138 | \$1.769.552 | \$2.497.867 |

Tabla 3.15: Gastos generales de fabricación.

### 3.3.2.4. Costos de Oportunidad

Como fue mencionado previamente, al situar la planta de EPS en un terreno actual de Pampa Energía se tendrá en cuenta el costo de oportunidad de alquiler del mismo. Para ello se analizaron los precios de alquiler en parques industriales de la zona de Zárate y alrededores. El precio promedio es de \$160 por m<sup>2</sup> por mes.

Inicialmente, se alquilarán los m<sup>2</sup> necesarios para llevar a cabo el proyecto hasta 2025. Luego, se aumentará el alquiler para satisfacer la necesidad de m<sup>2</sup> del año 2029. La parte de la planta que no estará siendo alquilada para el proyecto de EPS podrá seguir siendo utilizada por Pampa Energía S.A. como depósito.

A continuación (**Tabla 3.16**), se puede ver el costo de alquiler del galpón año a año, ajustado según la inflación proyectada.

| Año            | 2019    | 2020        | 2021        | 2025        | 2029        |
|----------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Precio m2      | \$1.920 | \$2.732     | \$3.593     | \$6.795     | \$9.592     |
| Inflación      |         | 42,30%      | 31,50%      | 12,60%      | 9,00%       |
| Costo alquiler |         | \$1.035.051 | \$1.615.031 | \$4.805.208 | \$9.451.000 |

Tabla 3.16: Costo de alquiler.

### 3.3.3. Gastos Administrativos

Se contará con un gerente general de planta (con sueldo prorrateado según volumen de producción de Pampa Energía). Además, se considerarán gastos de oficina, tesorería, energía, agua, gas (prorrateados según cantidad de empleados) y limpieza (prorrateado por tiempo de actividad en cada sector). En la **Tabla 3.17** se muestran dichos gastos para los años 2020, 2021, 2025 y 2029.

| Año                             | 2020              | 2021              | 2025              | 2029              |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Gastos Administrativos</b>   | <b>\$ 420.910</b> | <b>\$ 496.173</b> | <b>\$ 727.289</b> | <b>\$ 923.016</b> |
| <b>Costos directos</b>          | <b>\$ 263.486</b> | <b>\$ 303.009</b> | <b>\$ 400.680</b> | <b>\$ 446.563</b> |
| Gastos de oficina               | \$ 263.486        | \$ 303.009        | \$ 400.680        | \$ 446.563        |
| <b>Costos indirectos</b>        | <b>\$ 157.424</b> | <b>\$ 193.165</b> | <b>\$ 326.609</b> | <b>\$ 476.453</b> |
| Energía                         | \$ 72.271         | \$ 83.112         | \$ 118.044        | \$ 131.017        |
| Agua                            | \$ 3.162          | \$ 3.458          | \$ 3.909          | \$ 4.518          |
| Gas                             | \$ 28.460         | \$ 31.125         | \$ 35.178         | \$ 40.664         |
| Limpieza                        | \$ 45.363         | \$ 52.168         | \$ 68.984         | \$ 76.883         |
| Gerente general de planta       | 1                 | 1                 | 1                 | 1                 |
| Salario Gerente General         | \$ 426.900        | \$ 561.374        | \$ 1.061.731      | \$ 1.498.720      |
| Prorrateo por tiempo            | 13%               | 16%               | 28%               | 40%               |
| Salario prorrateado al proyecto | \$ 8.167          | \$ 23.302         | \$ 100.495        | \$ 223.371        |

Tabla 3.17: Gastos administrativos para 2020, 2021, 2025 y 2029

### 3.3.4. Gastos de Comercialización

Se tendrán vendedores (uno cada 3000 ton anuales de ventas) y un gerente de ventas desde el año 2024 (año previo a la incorporación de la segunda máquina Sulzer). Dichos salarios tendrán una componente fija y otra variable en función a las ventas. Además, habrá gastos generales

de oficina y de tercerización logística (despacho de EPS a clientes). Se prorratearán gastos indirectos de energía, gas, agua y limpieza de la misma manera que los gastos de administración. En la **Tabla 3.18** se muestran los gastos de comercialización para 2020, 2025 y 2029.

| <b>Año</b>                        | <b>2020</b>         | <b>2021</b>          | <b>2025</b>          | <b>2029</b>           |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Gastos de Comercialización</b> | <b>\$ 3.724.847</b> | <b>\$ 10.500.243</b> | <b>\$ 58.842.661</b> | <b>\$ 109.884.165</b> |
| <b>Costos Directos</b>            | <b>\$ 3.592.728</b> | <b>\$ 10.350.000</b> | <b>\$ 58.557.180</b> | <b>\$ 109.532.410</b> |
| Cantidad de vendedores            | 1                   | 1                    | 3                    | 4                     |
| Salario de vendedores             | \$ 924.950          | \$ 1.216.309         | \$ 2.300.417         | \$ 3.247.227          |
| Cantidad de gerentes              | 0                   | 0                    | 1                    | 1                     |
| Sueldo de gerentes                | \$ 2.404.870        | \$ 3.162.404         | \$ 5.981.085         | \$ 8.442.790          |
| Variable vendedor (1%)            | \$ 20.741           | \$ 47.720            | \$ 134.603           | \$ 228.763            |
| Variable Gerente (2%)             | \$ 41.481           | \$ 95.440            | \$ 269.206           | \$ 457.525            |
| Salarios totales comercialización | \$ 987.172          | \$ 1.359.470         | \$ 13.286.147        | \$ 22.117.985         |
| Gastos generales de oficina       | \$ 131.743          | \$ 151.504           | \$ 801.360           | \$ 1.116.407          |
| Tercerización Logística           | \$ 2.473.814        | \$ 8.839.026         | \$ 44.469.674        | \$ 86.298.018         |
| <b>Costos indirectos</b>          | <b>\$ 132.118</b>   | <b>\$ 150.243</b>    | <b>\$ 285.481</b>    | <b>\$ 351.756</b>     |
| Energía                           | \$ 56.714           | \$ 65.221            | \$ 173.502           | \$ 222.913            |
| Agua                              | \$ 1.581            | \$ 1.729             | \$ 7.817             | \$ 11.296             |
| Gas                               | \$ 28.460           | \$ 31.125            | \$ 35.178            | \$ 40.664             |
| Limpieza                          | \$ 45.363           | \$ 52.168            | \$ 68.984            | \$ 76.883             |

Tabla 3.18: Gastos de comercialización del proyecto en 2020, 2021, 2025 y 2029.

### 3.3.4.1. Costos de Distribución

Los gastos logísticos se calcularán en base a las toneladas transportadas hacia los 16 clientes anualmente (según la proyección de segmentación del mercado), el costo por kilómetro cobrado por la empresa logística Expreso Cargo S.A. (0,16 USD/(ton\*km)) y las distancias desde la planta en Zárate hacia los depósitos de los clientes.

En la **Tabla 3.19** se muestran los costos de distribución en dólares para los clientes del proyecto.

| Costo distribución                            | 2020                | 2021                | 2025                 | 2029                 |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Estisol                                       | \$ 2.821            | \$ 5.116            | \$ 9.865             | \$ 17.177            |
| Estisol San Luis                              | \$ 11.514           | \$ 21.475           | \$ 55.141            | \$ 96.011            |
| Estisol Tucuman                               | \$ 8.724            | \$ 16.270           | \$ 59.681            | \$ 103.917           |
| Mastropor                                     | \$ 2.691            | \$ 4.706            | \$ 12.888            | \$ 22.441            |
| Novapol                                       | \$ -                | \$ -                | \$ 1.318             | \$ 2.295             |
| Zythums                                       | \$ -                | \$ 3.180            | \$ 9.331             | \$ 16.248            |
| Tecno Aislantes                               | \$ -                | \$ 1.747            | \$ 5.126             | \$ 8.925             |
| Aislaciones Patagonicas                       | \$ -                | \$ 27.899           | \$ 70.173            | \$ 122.186           |
| Ixom  | \$ 2.416            | \$ 3.380            | \$ 9.917             | \$ 17.268            |
| Sanlap  | \$ -                | \$ 1.922            | \$ 4.833             | \$ 8.415             |
| Ceramicas Salteñas                            | \$ -                | \$ -                | \$ 44.125            | \$ 76.831            |
| Horn & cia                                    | \$ -                | \$ -                | \$ 8.097             | \$ 14.098            |
| Inca industria de conglomerados y aislaciones | \$ -                | \$ -                | \$ 1.130             | \$ 1.967             |
| Chilan  | \$ -                | \$ 1.818            | \$ 7.114             | \$ 12.386            |
| Orica Chemicals                               | \$ -                | \$ -                | \$ 33.580            | \$ 58.470            |
| Brenntag                                      | \$ -                | \$ -                | \$ 638               | \$ 1.111             |
| <b>Costo Total USD</b>                        | <b>\$ 28.166</b>    | <b>\$ 87.513</b>    | <b>\$ 332.957</b>    | <b>\$ 579.748</b>    |
| <b>Costo Total ARS</b>                        | <b>\$ 2.473.814</b> | <b>\$ 8.839.026</b> | <b>\$ 44.469.674</b> | <b>\$ 86.298.018</b> |

Tabla 3.19: Costos de distribución anuales destinados a los clientes (en USD para cada cliente).

### 3.4. Inversiones

#### 3.4.1. Activo Fijo

Se muestra a continuación (**Tabla 3.20**), los años en los que habrá inversiones para el proyecto:

| Año                             | 2019<br>0             | 2023<br>4         | 2024<br>5             | 2027<br>8         |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>Inversión en activo fijo</b> | <b>\$ 241.823.836</b> | <b>\$ 197.387</b> | <b>\$ 643.307.413</b> | <b>\$ 232.617</b> |
| Máquina Sulzer 1                | \$ 240.000.000        |                   |                       |                   |
| Máquina Sulzer 2                |                       |                   | \$ 638.271.429        |                   |
| Estanterías 2024                | \$ 366.336            |                   |                       |                   |
| Estanterías 2029                |                       |                   | \$ 1.011.022          |                   |
| Tanque de pentano               | \$ 201.600            |                   | \$ 536.148            |                   |
| Silo PS                         | \$ 79.200             | \$ 197.387        |                       | \$ 232.617        |
| Autoelevador 1                  | \$ 1.110.000          |                   |                       |                   |
| Autoelevador 2                  |                       |                   | \$ 3.488.814          |                   |
| Obra Civil                      | \$ 66.700             |                   |                       |                   |

Tabla 3.20: Inversiones en activo fijo a lo largo del proyecto.

En 2019 se comprarán las estanterías necesarias hasta el 2024 (159 posiciones), año en el cual se comprarán las restantes hasta el 2029 (165 más). En el año 2024 se incorporará el segundo autoelevador para trabajar en conjunto con la segunda Sulzer. Se incorporarán 3 silos de PS y 2 tanques de pentano a lo largo del proyecto según la necesidad creciente expuesta en el apartado 3.3.1. Por último, se invertirá en obra civil que consiste en elevar el suelo de la sección de la máquina en 5 cm e instalar los extractores necesarios en la planta.

### 3.4.2. Amortizaciones

Se utilizarán amortizaciones lineales con vida útil contable de 10 años y valor residual nulo. En la **Tabla 3.21** se muestran las amortizaciones para algunos años del proyecto.

| Año                 | 2020              | 2021              | 2025              | 2029              |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Amortización</b> | <b>24182383,6</b> | <b>24182383,6</b> | <b>88532863,6</b> | <b>88556125,3</b> |
| Máquina Sulzer 1    | \$ 24.000.000     | \$ 24.000.000     | \$ 24.000.000     | \$ 24.000.000     |
| Máquina Sulzer 2    |                   |                   | \$ 63.827.143     | \$ 63.827.143     |
| Estanterías 2024    | \$ 36.634         | \$ 36.634         | \$ 36.634         | \$ 36.634         |
| Estanterías 2029    |                   |                   | \$ 101.102        | \$ 101.102        |
| Tanque de pentano 1 | \$ 20.160         | \$ 20.160         | \$ 20.160         | \$ 20.160         |
| Tanque de pentano 2 |                   |                   | \$ 53.615         | \$ 53.615         |
| Silo 1              | \$ 7.920          | \$ 7.920          | \$ 7.920          | \$ 7.920          |
| Silo 2              |                   |                   | \$ 19.739         | \$ 19.739         |
| Silo3               |                   |                   |                   | \$ 23.262         |
| Autoelevador 1      | \$ 111.000        | \$ 111.000        | \$ 111.000        | \$ 111.000        |
| Autoelevador 2      |                   |                   | \$ 348.881        | \$ 348.881        |
| Obra civil          | \$ 6.670          | \$ 6.670          | \$ 6.670          | \$ 6.670          |

Tabla 3.21: Amortizaciones de los ejercicios 2020, 2021, 2025 y 2029.

### 3.4.3. Activo de Trabajo

A continuación (**Tabla 3.22**), se puede ver el activo de trabajo en algunos selectos años. Se tomarán 30 días de créditos por ventas y caja mínima de un 2,5% al igual que lo que toma hoy

Pampa Energía (Stolar, 2019). Los días de activo de bienes de cambio serán calculados según su stock de seguridad y cantidad de días de pedido.

| Año  |  | 2020                 | 2021                 | 2025                  | 2029                  |
|------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|      |  | 1                    | 2                    | 6                     | 10                    |
| 2,5% | Disponibilidad Mínima en Caja y Bancos | \$ 4.554.043         | \$ 12.049.668        | \$ 44.944.019         | \$ 85.130.766         |
| 30   | Creditos por Ventas                    | \$ 14.972.198        | \$ 39.615.348        | \$ 147.761.158        | \$ 279.881.971        |
|      | Bienes de Cambio                       | \$ 8.419.836         | \$ 21.462.380        | \$ 79.850.088         | \$ 150.123.060        |
| 14   | PS                                     | \$ 4.095.074         | \$ 10.826.213        | \$ 40.204.563         | \$ 75.974.945         |
| 14   | Hexabromo                              | \$ 199.960           | \$ 536.335           | \$ 2.080.106          | \$ 4.037.075          |
| 14   | Grafito                                | \$ 180.609           | \$ 484.431           | \$ 1.878.806          | \$ 3.646.390          |
| 14   | Cera                                   | \$ 42.314            | \$ 113.495           | \$ 440.177            | \$ 854.297            |
| 14   | Pentano                                | \$ 198.670           | \$ 532.875           | \$ 2.066.686          | \$ 4.011.030          |
| 14   | Estearato de zinc                      | \$ 10.320            | \$ 27.681            | \$ 107.358            | \$ 208.360            |
| 9    | Packaging                              | \$ 3.680             | \$ 11.313            | \$ 62.769             | \$ 154.268            |
| 9    | PT                                     | \$ 3.689.208         | \$ 8.930.036         | \$ 33.009.623         | \$ 61.236.695         |
|      | <b>Total Activo de Trabajo</b>         | <b>\$ 27.946.078</b> | <b>\$ 73.127.397</b> | <b>\$ 272.555.265</b> | <b>\$ 515.135.797</b> |

Tabla 3.22: Activo de Trabajo

### 3.5. Tratamiento del IVA

Como fue mencionado previamente, se tomará para el IVA sobre energía un 27% y para el resto un 21%. El flujo de fondos del IVA se muestra en la **Figura 3.23**.

| Año                                   | 2019            | 2020            | 2021             | 2025             | 2029             |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>IVA Recibido</b>                   | \$ -            | \$ 249.312.105  | \$ 472.234.816   | \$ 377.529.758   | \$ 715.098.435   |
| Ventas EPS                            | \$ -            | \$ 249.312.105  | \$ 472.234.816   | \$ 377.529.758   | \$ 715.098.435   |
| <b>IVA Pagado</b>                     | \$ (50.783.006) | \$ (27.201.760) | \$ (71.470.229)  | \$ (268.504.674) | \$ (508.823.280) |
| -IVA sobre MP local                   | \$ -            | \$ (25.982.373) | \$ (68.648.993)  | \$ (256.642.471) | \$ (487.122.080) |
| -IVA sobre gas, agua y energía        | \$ -            | \$ (181.364)    | \$ (283.184)     | \$ (745.948)     | \$ (1.069.354)   |
| -IVA sobre gastos logísticos          | \$ -            | \$ (519.501)    | \$ (1.856.196)   | \$ (9.338.631)   | \$ (18.122.584)  |
| -IVA sobre alquiler terreno           | \$ -            | \$ (369.107)    | \$ (485.376)     | \$ (1.406.019)   | \$ (1.984.710)   |
| -IVA sobre seguros                    | \$ -            | \$ (149.415)    | \$ (196.481)     | \$ (371.606)     | \$ (524.552)     |
| -IVA sobre inversiones en activo fijo | \$ (50.783.006) | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>Saldo IVA</b>                      | \$ (50.783.006) | \$ 72.155.922   | \$ 136.797.216   | \$ 109.025.084   | \$ 206.275.155   |
| <b>Crédito fiscal</b>                 | \$ 50.783.006   | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>Pago AFIP</b>                      | \$ -            | \$ (42.228.151) | \$ (136.797.216) | \$ (63.577.208)  | \$ (206.275.155) |
| <b>FF IVA</b>                         | \$ (50.783.006) | \$ 29.927.771   | \$ -             | \$ 45.447.876    | \$ -             |

Tabla 3.23: Tratamiento del IVA

### 3.6. Cuadro de Resultados (Previo al Financiamiento)

#### 3.6.1. Punto de Equilibrio

A partir de los datos del cuadro de resultados, se procedió a calcular el punto de equilibrio para cada año. Para esto, se calcularon los costos fijos (aquellos gastos que no dependen de la cantidad de producción) y el costo variable por tonelada de EPS. De esta manera, a partir de la fórmula de  $P_{eq}$  presentada a continuación, se obtuvo la cantidad de toneladas que se deberán vender para que el proyecto comience a cubrir los gastos fijos.

$$P_{eq} = GF / (P - GV) \quad (3.2)$$

A modo de referencia, se muestra la **Figura 3.4** dónde se muestra la intersección de las curvas para el año 2020.



Figura 3.4: Curvas de ingresos y costos por volumen de venta.

A continuación (**Figura 3.5**), se presenta la evolución del punto de equilibrio año a año y la relación porcentual de las toneladas vendidas con respecto al punto de equilibrio.



Figura 3.5: Evolución de Punto de equilibrio y Ventas.

Se ve un impacto en el punto de equilibrio en el año 2025 con la adquisición de la nueva máquina y, junto con ella, los nuevos operarios. Por otro lado, se observa como aumenta el punto de equilibrio año a año. Esto se debe a que, al aumentar el nivel de ventas y en consecuencia el volumen de producción, aumentan los gastos fijos de fabricación. Los gastos fijos de fabricación aumentan a un mayor ritmo que la diferencia entre el precio de venta y los gastos variables de fabricación. A su vez, se observa que todos los años se aumenta la cantidad de unidades por sobre el punto de equilibrio, con excepción del año 2025.

### 3.7. Financiamiento

#### 3.7.1. Estructura de financiamiento

En cuanto al financiamiento, se optaron por dos tipos distintos. Uno de ellos es el aporte de capital y el otro es tomar deuda a largo plazo. Al pertenecer a Pampa Energía, se tomó como deuda a largo plazo la emisión de bonos de Pampa Energía.

Para los casos que se toma deuda en 2019 se tuvo en cuenta el bono de Pampa Energía emitido en abril de 2019 a 10 años. El mismo presenta un rendimiento del 9,375% anual en dólares. Este rendimiento fue corregido por el valor actual del bono que presenta una tasa de paridad del 74,7%, por lo que se tomó que la tasa de interés a la que se financia el proyecto es del 12,55%.

Para los casos en los que se toma deuda en 2024, se utilizará un bono de Pampa Energía a 5 años con una tasa del 6,14%, cuyo cálculo fue explicado en el apartado 3.2.4.

Para el desarrollo del proyecto no se tomará deuda bancaria a corto plazo.

### 3.7.1.1. Escenario I

Para el escenario I, se optó por cubrir las compras de bienes de uso con un mix de aporte de capital y deuda. Para cubrir el capital de trabajo se utilizó aporte de capital.

Para determinar la cantidad de deuda y aporte de capital a tomar, se tuvo como referencia la relación deuda-patrimonio neto que mantiene Pampa Energía actualmente. La relación deuda no corriente sobre patrimonio neto es de alrededor del 90% (Stolar, 2019). Se procuró mantener la relación del proyecto alrededor de ese porcentaje.

A continuación, se presenta la **Tabla 3.24** con los distintos aportes de capital y créditos no renovables del proyecto.

| FUENTES Y USOS         | 2019<br>0      | 2020<br>1     | 2024<br>5      |
|------------------------|----------------|---------------|----------------|
| Aportes de Capital     | \$ 196.606.842 | \$ 10.111.661 | \$ -           |
| Créditos no renovables | \$ 96.000.000  | \$ -          | \$ 382.962.857 |

Tabla 3.24: Financiamiento escenario I

### 3.7.1.2. Escenario II

Para el escenario II, se optó por tomar deuda para la compra de los bienes de uso del primer año y aporte de capital para la compra de los bienes de uso de 2024 y para cubrir el capital de trabajo.

A continuación, se presenta la **Tabla 3.25** con los distintos aportes de capital y créditos no renovables del proyecto.

| FUENTES Y USOS         | 2019           | 2020          | 2024           |
|------------------------|----------------|---------------|----------------|
|                        | 0              | 1             | 5              |
| Aportes de Capital     | \$ -           | \$ 55.260.220 | \$ 412.177.529 |
| Créditos no renovables | \$ 292.606.842 | \$ -          | \$ -           |

Tabla 3.25: Financiamiento escenario II

### 3.7.1.3. Escenario III

Para el escenario III, se optó por utilizar únicamente aporte de capital.

A continuación, se presenta la **Tabla 3.26** con los distintos aportes de capital del proyecto.

| FUENTES Y USOS         | 2019           | 2020 | 2024           |
|------------------------|----------------|------|----------------|
|                        | 0              | 1    | 5              |
| Aportes de Capital     | \$ 292.606.842 | \$ - | \$ 222.342.626 |
| Créditos no renovables | \$ -           | \$ - | \$ -           |

Tabla 3.26: Financiamiento escenario III

### 3.7.1.4. Escenario IV

Para el escenario IV, se optó por tomar deuda para la compra de los bienes de uso de 2024. Tanto la compra de bienes de uso de 2019 como el capital de trabajo, se lo cubrió con aporte de capital.

A continuación, se presenta la **Tabla 3.27** con los distintos aportes de capital y créditos no renovables del proyecto.

| FUENTES Y USOS         | 2019 |             | 2020 |   | 2024 |             |
|------------------------|------|-------------|------|---|------|-------------|
|                        | 0    |             | 1    |   | 5    |             |
| Aportes de Capital     | \$   | 292.606.842 | \$   | - | \$   | -           |
| Créditos no renovables | \$   | -           | \$   | - | \$   | 643.307.413 |

Tabla 3.27: Financiamiento escenario IV

### 3.7.1.5. Elección de Escenario

Una vez finalizados los cuadros para cada escenario, se procedió a elegir el más conveniente para el proyecto.

El escenario II se descartó debido a que tomar deuda equivalente al 100% de los bienes de uso de 2019 produce un patrimonio neto negativo para los primeros años. Si bien contablemente esto puede ocurrir, se cree que un patrimonio neto negativo atenta contra la realización del proyecto ya que dificultaría la participación de los inversores.

Por otro lado, se procedió a descartar el escenario III debido a que sería irreal que el proyecto se desarrolle con 100% de aporte de capital. Además, el VAN del proyecto fue comparativamente peor al de los otros escenarios.

A continuación, se procedió a analizar los casos I y IV en profundidad. En la **Tabla 3.28** se presentan distintos indicadores para el análisis.

|              | Escenario I | Escenario IV |
|--------------|-------------|--------------|
| VAN Proyecto | (1.018.728) | (1.096.923)  |
| D/E Promedio | 108%        | 32%          |

Tabla 3.28: Indicadores

Se puede apreciar que, pese a ambos tener un VAN negativo el escenario I presenta un mejor VAN con respecto al escenario 4. Finalmente, el promedio de la relación deuda no corriente – patrimonio neto se aproxima más al utilizado por Pampa Energía en el escenario I.

Por lo tanto, se procedió a financiar el proyecto con el escenario I.

### 3.7.2. Cuadro de Resultados (Post Financiamiento)

A continuación (Tabla 3.29), se presenta el cuadro de resultados post financiamiento para el escenario elegido.

| CUADRO DE RESULTADOS                        | 2020                    | 2021                   | 2022                   | 2025                   | 2029                    |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|   | 1                       | 2                      | 3                      | 6                      | 10                      |
| Ventas brutas totales                       | \$ 182.161.739          | \$ 481.986.735         | \$ 888.096.172         | \$ 1.797.760.754       | \$ 3.405.230.643        |
| Ingresos brutos                             | \$ (9.108.087)          | \$ (24.099.337)        | \$ (44.404.809)        | \$ (89.888.038)        | \$ (170.261.532)        |
| Costo de ventas                             | \$ (150.027.795)        | \$ (362.162.587)       | \$ (646.694.247)       | \$ (1.338.723.592)     | \$ (2.483.488.182)      |
| <b>Resultado bruto</b>                      | <b>\$ 23.025.857</b>    | <b>\$ 95.724.811</b>   | <b>\$ 196.997.116</b>  | <b>\$ 369.149.124</b>  | <b>\$ 751.480.928</b>   |
| <i>Margen bruto</i>                         | 13%                     | 20%                    | 22%                    | 21%                    | 22%                     |
| <b>Gastos de operación</b>                  | <b>\$ (4.367.549)</b>   | <b>\$ (11.549.824)</b> | <b>\$ (26.633.383)</b> | <b>\$ (61.238.663)</b> | <b>\$ (113.735.651)</b> |
| <i>Gastos de comercialización</i>           | \$ (3.724.847)          | \$ (10.500.243)        | \$ (25.107.784)        | \$ (58.842.661)        | \$ (109.884.165)        |
| <i>Gastos de administración</i>             | \$ (420.910)            | \$ (496.173)           | \$ (567.405)           | \$ (727.289)           | \$ (923.016)            |
| <i>Otros gastos</i>                         | \$ (221.792)            | \$ (553.408)           | \$ (958.194)           | \$ (1.668.712)         | \$ (2.928.470)          |
| Gastos extraordinarios                      |                         |                        |                        |                        | \$ (88.387.399)         |
| <b>EBITDA</b>                               | <b>\$ 18.658.309</b>    | <b>\$ 84.174.987</b>   | <b>\$ 170.363.734</b>  | <b>\$ 307.910.461</b>  | <b>\$ 549.357.879</b>   |
| <i>Margen EBITDA</i>                        | 10%                     | 17%                    | 19%                    | 17%                    | 16%                     |
| D&A   | \$ (24.182.384)         | \$ (24.182.384)        | \$ (24.182.384)        | \$ (88.532.864)        | \$ (88.556.125)         |
| <b>EBIT</b>                                 | <b>\$ (5.524.075)</b>   | <b>\$ 59.992.603</b>   | <b>\$ 146.181.350</b>  | <b>\$ 219.377.598</b>  | <b>\$ 460.801.753</b>   |
| <i>Margen EBIT</i>                          | -3%                     | 12%                    | 16%                    | 12%                    | 14%                     |
| Impuesto a las ganancias antes de intereses | \$ -                    | \$ 20.997.411,11       | \$ 51.163.472,51       | \$ 76.782.159,13       | \$ 161.280.613,64       |
| Intereses por pasivos                       | \$ (22.045.324)         | \$ (25.352.123)        | \$ (27.898.738)        | \$ (58.134.699)        | \$ (64.791.847)         |
| Intereses por activos                       |                         |                        |                        |                        |                         |
| Exposición al tipo de cambio                | \$ (79.657.143)         | \$ (26.348.571)        | \$ (20.291.429)        | \$ (29.528.571)        | \$ (19.685.714)         |
| <b>EBT</b>                                  | <b>\$ (107.226.542)</b> | <b>\$ 8.291.909</b>    | <b>\$ 97.991.184</b>   | <b>\$ 131.714.327</b>  | <b>\$ 376.324.192</b>   |
| Impuesto a las ganancias                    | \$ -                    | \$ 2.902.168           | \$ 34.296.914          | \$ 46.100.014          | \$ 131.713.467          |
| <b>Resultado neto</b>                       | <b>\$ (107.226.542)</b> | <b>\$ 5.389.741</b>    | <b>\$ 63.694.269</b>   | <b>\$ 85.614.312</b>   | <b>\$ 244.610.725</b>   |

Tabla 3.29: Cuadro de resultados

### 3.7.3. Fuentes y Usos

A continuación (Tabla 3.30), se presenta el cuadro de fuentes y usos para el escenario elegido.

## Planta de EPS

| FUENTES Y USOS                            | 2019<br>0             | 2020<br>1              | 2021<br>2             | 2025<br>6               | 2029<br>10              |
|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Saldo acumulado al ejercicio anterior     |                       | \$ 0                   | \$ (0)                | \$ 101.606.665          | \$ 1.094.176.957        |
| <b>Aportes de Capital</b>                 | <b>\$ 196.606.842</b> | <b>\$ 10.111.661</b>   |                       |                         |                         |
| Ventas                                    |                       | \$ 182.161.739         | \$ 481.986.735        | \$ 1.797.760.754        | \$ 3.405.230.643        |
| Créditos renovables bancarios             |                       |                        |                       |                         |                         |
| Créditos no renovables                    | \$ 96.000.000         | \$ -                   | \$ -                  | \$ -                    | \$ -                    |
| Créditos renovables (con proveedores)     |                       | \$ 10.169.226          | \$ 16.699.264         | \$ 18.295.571           | \$ 26.311.477           |
| Recupero del Crédito Fiscal IVA           | \$ -                  | \$ 11.052.205          | \$ 29.746.985         | \$ 45.447.876           | \$ -                    |
| Recupero de AF                            |                       |                        |                       |                         |                         |
| Recupero por venta de bienes de uso       |                       |                        |                       |                         | \$ 321.918.755          |
| Recupero AT                               |                       |                        |                       |                         | \$ 515.135.797          |
| <b>TOTAL FUENTES</b>                      | <b>\$ 292.606.842</b> | <b>\$ 213.494.832</b>  | <b>\$ 528.432.984</b> | <b>\$ 1.963.110.865</b> | <b>\$ 5.362.773.628</b> |
| Inversión Activo Fijo                     | \$ 241.823.836        | \$ -                   | \$ -                  | \$ -                    | \$ -                    |
| Variación financiera en Activo de Trabajo |                       | \$ 27.946.078          | \$ 45.181.319         | \$ 50.735.805           | \$ 71.170.360           |
| IVA Inversión                             | \$ 50.783.006         | \$ -                   | \$ -                  | \$ -                    | \$ -                    |
| Costo total de lo vendido                 |                       | \$ 187.685.814         | \$ 421.994.131        | \$ 1.578.383.156        | \$ 2.856.041.491        |
| Gastos extraordinarios                    |                       |                        |                       |                         | \$ 88.387.399           |
| Cancelación deudas no renovables          | \$ -                  | \$ -                   | \$ -                  | \$ -                    | \$ 744.271.429          |
| Intereses deudas no renovables            | \$ -                  | \$ 22.045.324          | \$ 25.352.123         | \$ 58.134.699           | \$ 64.791.847           |
| Cancelación deudas renovables             |                       |                        |                       |                         |                         |
| IG / Impuesto Activos                     |                       | \$ -                   | \$ 2.902.168          | \$ 46.100.014           | \$ 131.713.467          |
| Cancelación de deudas                     |                       |                        |                       |                         | \$ 190.654.434          |
| <b>TOTAL USOS</b>                         | <b>\$ 292.606.842</b> | <b>\$ 237.677.216</b>  | <b>\$ 495.429.741</b> | <b>\$ 1.733.353.675</b> | <b>\$ 4.147.030.427</b> |
| <b>Fuentes - Usos</b>                     | <b>\$ 0</b>           | <b>\$ (24.182.384)</b> | <b>\$ 33.003.243</b>  | <b>\$ 229.757.191</b>   | <b>\$ 1.215.743.201</b> |
| Amortizaciones del ejercicio              |                       | \$ 24.182.384          | \$ 24.182.384         | \$ 88.532.864           | \$ 88.556.125           |
| Saldo Acumulado                           | \$ 0                  | \$ (0)                 | \$ 57.185.626         | \$ 318.290.054          | \$ 1.304.299.326        |
| Saldo Propio del ejercicio                | \$ 0                  | \$ (1)                 | \$ 57.185.626         | \$ 216.683.389          | \$ 210.122.369          |

Tabla 3.30: Fuentes y usos del proyecto para los años 2019, 2020, 2021, 2025 y 2029

### 3.7.4. Balance

#### 3.7.4.1. Estructura del Balance

A continuación (Tabla 3.31), se presenta el balance para el escenario elegido.

| BALANCE                                 | 2019<br>0             | 2020<br>1             | 2021<br>2             | 2025<br>6               | 2029<br>10              |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Disponibilidad en Caja y Bancos         | \$ 0                  | \$ 4.554.043          | \$ 69.235.295         | \$ 363.234.073          | \$ 1.304.299.326        |
| Crédito por Ventas (sin IVA)            |                       | \$ 14.972.198         | \$ 39.615.348         | \$ 147.761.158          | \$ -                    |
| Bienes de Cambio                        |                       | \$ 8.419.836          | \$ 21.462.380         | \$ 79.850.088           | \$ -                    |
| <b>Total Activo Corriente</b>           | <b>\$ 0</b>           | <b>\$ 27.946.077</b>  | <b>\$ 130.313.023</b> | <b>\$ 590.845.319</b>   | <b>\$ 1.304.299.326</b> |
| Crédito Fiscal IVA                      | \$ 50.783.006         | \$ 39.730.800         | \$ 9.983.815          | \$ -                    | \$ -                    |
| Inversiones                             | \$ 241.823.836        | \$ 241.823.836        | \$ 241.823.836        | \$ 885.328.636          | \$ -                    |
| Amortizaciones                          |                       | \$ (24.182.384)       | \$ (48.364.767)       | \$ (209.464.520)        | \$ -                    |
| <b>Total Activo No Corriente</b>        | <b>\$ 292.606.842</b> | <b>\$ 257.372.253</b> | <b>\$ 203.442.884</b> | <b>\$ 675.864.116</b>   | <b>\$ -</b>             |
| <b>Activo Total</b>                     | <b>\$ 292.606.842</b> | <b>\$ 285.318.330</b> | <b>\$ 333.755.907</b> | <b>\$ 1.266.709.435</b> | <b>\$ 1.304.299.326</b> |
| Deudas Comerciales                      |                       | \$ 10.169.226         | \$ 26.868.490         | \$ 100.447.151          | \$ -                    |
| Deudas Bancarias                        |                       |                       |                       |                         |                         |
| Otras Deudas                            |                       |                       |                       |                         |                         |
| <b>Total Pasivo Corriente</b>           | <b>\$ -</b>           | <b>\$ 10.169.226</b>  | <b>\$ 26.868.490</b>  | <b>\$ 100.447.151</b>   | <b>\$ -</b>             |
| Deudas Comerciales                      |                       |                       |                       |                         |                         |
| Prevision por resultado de bono en M.E. |                       | \$ 79.657.143         | \$ 106.005.714        | \$ 188.837.143          |                         |
| Deudas a largo plazo                    | \$ 96.000.000         | \$ 96.000.000         | \$ 96.000.000         | \$ 478.962.857          |                         |
| Otras deudas                            |                       |                       |                       |                         |                         |
| <b>Total Pasivo No Corriente</b>        | <b>\$ 96.000.000</b>  | <b>\$ 175.657.143</b> | <b>\$ 202.005.714</b> | <b>\$ 667.800.000</b>   | <b>\$ -</b>             |
| <b>Total Pasivo</b>                     | <b>\$ 96.000.000</b>  | <b>\$ 185.826.369</b> | <b>\$ 228.874.205</b> | <b>\$ 768.247.151</b>   | <b>\$ -</b>             |
| Capital                                 | \$ 196.606.842        | \$ 206.718.503        | \$ 206.718.503        | \$ 206.718.503          | \$ 206.718.503          |
| Utilidad del Ejercicio                  |                       | \$ (107.226.542)      | \$ 5.389.741          | \$ 85.614.312           | \$ 244.610.725          |
| Utilidades de Ejercicios Anteriores     |                       |                       | \$ (107.226.542)      | \$ 206.129.468          | \$ 852.970.099          |
| <b>Total Patrimonio Neto</b>            | <b>\$ 196.606.842</b> | <b>\$ 99.491.961</b>  | <b>\$ 104.881.702</b> | <b>\$ 498.462.284</b>   | <b>\$ 1.304.299.326</b> |

Tabla 3.31: Balance

### 3.7.4.2. Cierre del Balance

Al final del año 2029, se cerrará el proyecto por lo que se procederá a liquidar los bienes de uso (**Tabla 3.32**). Para esto se venderán los mismos al valor de libro a fines del 2029, por lo que no habrá utilidades por sus ventas.

| Amortización        | Recupero B de uso     |
|---------------------|-----------------------|
| Máquina Sulzer 1    | \$ -                  |
| Máquina Sulzer 2    | \$ 319.135.714        |
| Estanterías 2024    | \$ -                  |
| Estanterías 2029    | \$ 505.511            |
| Tanque de pentano 1 | \$ -                  |
| Tanque de pentano 2 | \$ 268.074            |
| Silo 1              | \$ -                  |
| Silo 2              | \$ 78.955             |
| Silo3               | \$ 186.094            |
| Autoelevador 1      | \$ -                  |
| Autoelevador 2      | \$ 1.744.407          |
| Obra civil          | \$ -                  |
| <b>Total</b>        | <b>\$ 321.918.755</b> |

Tabla 3.32: Liquidación de los bienes (en ARS) de uso a fines de 2029.

En cuanto al personal de trabajo, se tendrán en cuenta las indemnizaciones según la Ley de contrato de trabajo 20.774, Artículo 245, que indica que la indemnización corresponde a un sueldo por año trabajado. Únicamente se indemnizarán a los trabajadores que serán contratados exclusivamente para el proyecto, es decir, no se tendrán en cuenta a aquellos que se compartirán con Pampa Energía.

Los gastos de indemnización se ubicaron en los cuadros como gastos extraordinarios por cierre del proyecto y el resultado es de un total de \$88.387.399.

### 3.7.5. Flujo de Fondos

#### 3.7.5.1. Confección del Flujo de Fondos del Proyecto

A continuación (**Tabla 3.33**), se presenta el flujo de fondos del proyecto para el escenario elegido.

| <b>FLUJO DE FONDOS</b>      | <b>2019</b>             | <b>2020</b>          | <b>2021</b>          | <b>2025</b>           | <b>2029</b>           |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                             | <b>0</b>                | <b>1</b>             | <b>2</b>             | <b>6</b>              | <b>10</b>             |
| Ingresos                    |                         | \$ 182.161.739       | \$ 481.986.735       | \$ 1.797.760.754      | \$ 3.405.230.643      |
| Ventas                      |                         | \$ 182.161.739       | \$ 481.986.735       | \$ 1.797.760.754      | \$ 3.405.230.643      |
| Egresos                     |                         | \$ 163.503.431       | \$ 397.811.748       | \$ 1.489.850.293      | \$ 2.855.872.764      |
| MP + Packaging              |                         | \$ 123.725.585       | \$ 326.899.967       | \$ 1.222.107.003      | \$ 2.319.628.951      |
| MOD                         |                         | \$ 19.374.197        | \$ 25.468.592        | \$ 91.614.033         | \$ 129.276.048        |
| Electricidad                |                         | \$ 3.472.610         | \$ 5.592.381         | \$ 14.870.101         | \$ 21.217.020         |
| Almacenamiento              |                         | \$ 1.757.653         | \$ 2.311.314         | \$ 6.695.327          | \$ 9.451.000          |
| Costo aceite                |                         | \$ 160.088           | \$ -                 | \$ 398.149            | \$ -                  |
| Agua                        |                         | \$ 9.619             | \$ 15.687            | \$ 27.721             | \$ 33.399             |
| Gastos de Adm. & Com.       |                         | \$ 4.367.549         | \$ 11.549.824        | \$ 61.238.663         | \$ 113.735.651        |
| IIBB                        |                         | \$ 9.108.087         | \$ 24.099.337        | \$ 89.888.038         | \$ 170.261.532        |
| GGF                         |                         | \$ 1.528.042         | \$ 1.874.646         | \$ 3.011.259          | \$ 3.881.765          |
| Gastos extraordinarios      |                         |                      |                      |                       | \$ 88.387.399         |
| <b>EBITDA (miles pesos)</b> |                         | <b>\$ 18.658.309</b> | <b>\$ 84.174.987</b> | <b>\$ 307.910.461</b> | <b>\$ 549.357.879</b> |
| IIGG / Impuestos Activos    |                         | \$ -                 | \$ (20.997.411)      | \$ (76.782.159)       | \$ (161.280.614)      |
| Inversión Activo Fijo       | \$ (241.823.836)        | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                  | \$ -                  |
| D Capital de Trabajo        |                         | \$ (17.776.851)      | \$ (28.482.055)      | \$ (32.440.234)       | \$ (44.858.884)       |
| Recupero de CT + AF + BdU   |                         | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                  | \$ 646.400.117        |
| Flujo de IVA                | \$ (50.783.006)         | \$ 11.052.205        | \$ 29.746.985        | \$ 45.447.876         | \$ -                  |
| <b>FCFF</b>                 | <b>\$ (292.606.842)</b> | <b>\$ 11.933.662</b> | <b>\$ 64.442.506</b> | <b>\$ 244.135.944</b> | <b>\$ 989.618.499</b> |

Tabla 3.33: Flujo de fondos 2019, 2020, 2021, 2025 y 2029.

### 3.7.5.2. Confección del Flujo de Fondos del Inversor

A continuación (**Tabla 3.34**), se presenta el flujo de fondos del inversor para el escenario elegido.

| FLUJO DE FONDOS      | 2019<br>0        | 2020<br>1       | 2021<br>2       | 2025<br>6       | 2029<br>10       |
|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>FCFF</b>          | \$ (292.606.842) | \$ 11.933.662   | \$ 64.442.506   | \$ 244.135.944  | \$ 989.618.499   |
| Nueva deuda          | \$ 96.000.000    | \$ -            | \$ -            | \$ -            | \$ -             |
| Cancelación de deuda | \$ -             | \$ -            | \$ -            | \$ -            | \$ (744.271.429) |
| Intereses            | \$ -             | \$ (22.045.324) | \$ (25.352.123) | \$ (58.134.699) | \$ (64.791.847)  |
| Ahorro impositivo    | \$ -             | \$ -            | \$ 18.095.243   | \$ 30.682.145   | \$ 29.567.147    |
| <b>CFE</b>           | \$ (196.606.842) | \$ (10.111.662) | \$ 57.185.626   | \$ 216.683.389  | \$ 210.122.369   |

Tabla 3.34: Flujo de fondos del inversor para los años 0, 1,2, 6 y 10 del proyecto.

### 3.7.5.3. Tasa de Descuento

Para el cálculo de la tasa de descuento se utilizó la siguiente fórmula:

$$WACC = (D/A)(1 - T) K_d + (E/A)K_l \quad (3.3)$$

Para la deuda (D) se tomó la deuda no corriente ya que la deuda comercial no cobra intereses. Para el patrimonio neto (E) se tomó en cuenta el capital y los resultados acumulados. Por lo tanto, se consideró el activo (TOC) como la suma entre la deuda no corriente y el patrimonio neto. El impuesto a las ganancias (T) se tomó como un valor constante de 35%.

Para el cálculo de  $K_d$  se confeccionó el flujo de fondos de las dos deudas no corrientes en dólares. Sumando ambos flujos de fondos se calculó la TIR de la suma de los flujos de fondos llegando así al valor de  $K_d = 10,2\%$ .

Para el cálculo del  $K_l$  se utilizó la siguiente formula:

$$K_l = R_{rf} + RP + \beta_l(R_m - R_{rf}) \quad (3.4)$$

Para el cálculo de la tasa libre de riesgo ( $R_{rf}$ ) se realizó el promedio de los bonos a 10 años de la reserva federal de los Estados Unidos de América desde el 2014 hasta la actualidad. Esto dió como resultado una tasa libre de riesgo de 2,31%. Esta tasa se consideró constante a lo largo del proyecto.

Como se mencionó en el apartado 3.2, se tuvieron algunas consideraciones para tratar el riesgo país. Se procedió a determinar el impacto del riesgo país al proyecto, mediante una ponderación teniendo en cuenta tres factores:

- a) Acceso al mercado de capitales.
- b) Susceptibilidad a la inversión por riesgo político.
- c) Importancia relativa de la inversión para la compañía.

Debido a que Pampa tiene muy buen acceso al mercado de capitales se puntuó al factor a) con un valor de 3 sobre 10 posibles. Para el factor b), debido a que Pampa Energía es una empresa de producción energética y este sector es de gran interés para el país se puntuó con un 8 sobre 10. Por último, el factor c) se puntuó con 3 ya que es una compañía de gran tamaño y cuenta con muchos proyectos funcionando a la vez.

Se ponderó el riesgo país mediante estos factores obteniendo un valor de 9,42% y luego se procedió a la suavización del mismo como se mencionó previamente. Se obtuvo el siguiente gráfico (**Figura 3.6**):

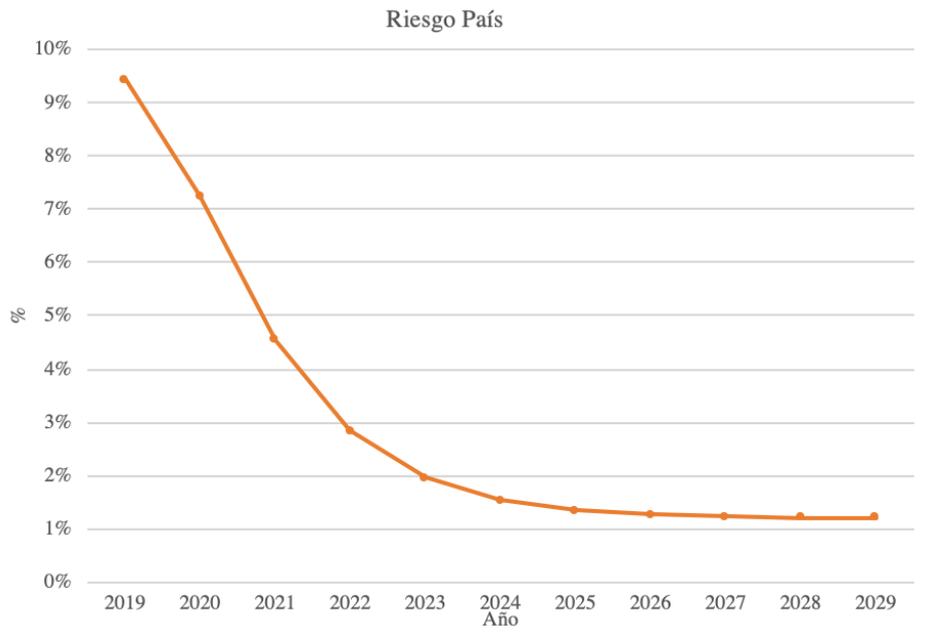


Figura 3.6: Riesgo País

El riesgo del mercado ( $R_m$ ) se tomó como el promedio del rendimiento del S&P 500 desde 1928 hasta el 2018 y dio un valor de 11,36%. Este valor se considerará constante a lo largo del proyecto.

Para calcular el beta levered  $\beta_l$  se utilizó la siguiente fórmula:

$$\beta_l = \beta_u \left( 1 + (1 - T) \left( \frac{D}{E} \right) \right) \quad (3.5)$$

Para beta unlevered se utilizó el valor corregido por caja para la industria de Ingeniería/Construcción. Dicho valor utilizado fue de 0,88 y se considerará constante a lo largo del proyecto. (Damodaran Online, s.f.)

A continuación (**Tabla 3.35**), se presentan los valores de tasa de descuento para cada año.

| Año  | WACC  |
|------|-------|
| 2019 | 17,1% |
| 2020 | 13,9% |
| 2021 | 12,8% |
| 2022 | 12,4% |
| 2023 | 12,0% |
| 2024 | 11,8% |
| 2025 | 11,7% |
| 2026 | 11,7% |
| 2027 | 11,6% |
| 2028 | 11,6% |
| 2029 | 11,5% |

Tabla 3.35: Tasa de descuento

Se puede observar que a medida que evoluciona el proyecto, este se convierte en uno más atractivo para los inversores, ya que la tasa de descuento disminuye. La tasa disminuye principalmente porque el riesgo país disminuye.

#### 3.7.5.4. VAN

A continuación (Tabla 3.36), se presenta el valor actual neto del proyecto en dólares.

| Año                                  | 2019               | 2020           | 2021           | 2025             | 2029             |
|--------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>FCFF</b>                          | <b>(6.095.976)</b> | <b>135.874</b> | <b>638.027</b> | <b>1.827.912</b> | <b>6.648.237</b> |
| Flujo de Fondos Acumulado            | (6.095.976)        | (5.960.101)    | (5.322.075)    | (5.659.518)      | 7.182.237        |
| WACC                                 | 17,1%              | 13,9%          | 12,8%          | 11,7%            | 11,5%            |
| Factor de descuento                  | 1,000              | 0,878          | 0,778          | 0,495            | 0,319            |
| VA (FCFF)                            | (6.095.976)        | 119.333        | 496.662        | 905.173          | 2.123.066        |
| Flujo de Fondos Acumulado Descontado | (6.095.976)        | (5.976.643)    | (5.479.982)    | (5.586.963)      | (1.018.728)      |
| <b>VAN</b>                           | <b>(1.018.728)</b> |                |                |                  |                  |
| <b>TIR</b>                           | <b>-2%</b>         |                |                |                  |                  |

Tabla 3.36: VAN del Proyecto

Como se puede observar, el VAN es negativo por lo que el proyecto, en primera instancia no sería rentable.

Hay varios motivos por los que el resultado del VAN puede estar siendo desfavorable. Por un lado, una proyección de un crecimiento del market share muy lento. Una vez que se determinó que el proyecto sería insertado dentro de Pampa y este tendría su apoyo y contactos, el mercado capturado podría haber sido de mayor volumen y con un crecimiento de mayor rapidez. Por otro lado, al necesitar fuertes inversiones iniciales, la duración del proyecto podría ser muy corta para uno de esta índole, por lo que este nunca llega a ser rentable. También como se descuenta los primeros flujos a una tasa muy elevada (principalmente por el riesgo país) se castiga mucho al proyecto. Estas variables serán analizadas en la próxima sección **Análisis de Riesgos**.

A continuación (**Figura 3.7**), se presenta el gráfico de flujo de fondos acumulado.

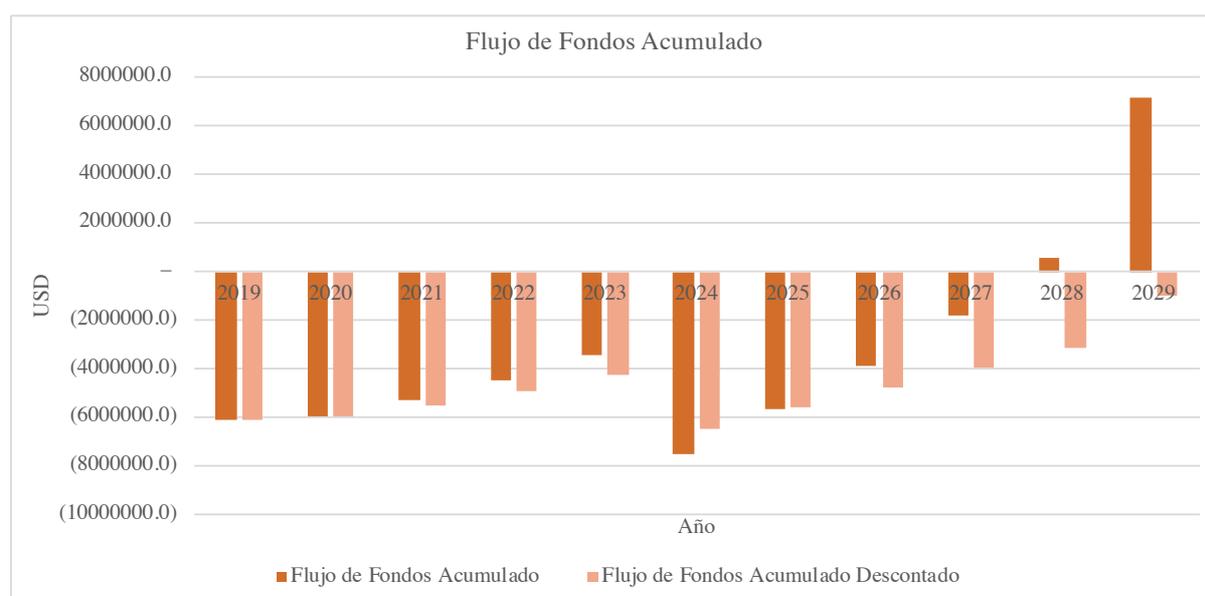


Figura 3.7: Flujo de fondos acumulado

Como se puede observar, el período de repago del proyecto es de 8 años. Esto se debe a que la inversión inicial tiene un gran impacto en el flujo de fondos acumulado en los primeros años debido a que se tomaron predicciones conservadoras en cuanto al aumento interanual del volumen de ventas.

A continuación (**Tabla 3.37**), se presenta el valor actual neto del inversor en dólares.

| Año                        | 2019               | 2020             | 2021           | 2025             | 2029             |
|----------------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>CFE</b>                 | <b>(4.095.976)</b> | <b>(115.130)</b> | <b>566.178</b> | <b>1.622.367</b> | <b>1.411.598</b> |
| Ke                         | 22,19%             | 26,61%           | 24,73%         | 18,51%           | 11,46%           |
| Factor de descuento        | 100,0%             | 79,0%            | 63,3%          | 31,9%            | 18,3%            |
| VA (FCFF)                  | (4.095.975,866)    | (90.935,151)     | 358.543,094    | 517.100,778      | #####            |
| Flujo acumulado descontado | (4.095.976)        | (4.186.911)      | (3.828.368)    | (2.939.850)      | (1.400.411)      |
| <b>VAN</b>                 | <b>(1.400.411)</b> |                  |                |                  |                  |
| TIR                        | -6%                |                  |                |                  |                  |
| IR                         | 0,66               |                  |                |                  |                  |

Tabla 3.37: VAN del Inversor

Como se puede observar, el VAN es negativo por lo que el proyecto para el inversor, en primera instancia, no sería rentable, este resultado se podría estar dando por las razones mencionadas previamente.

A continuación, se hará un breve análisis de algunos indicadores para poder analizar la rentabilidad del proyecto.

La Rotación de Activos del proyecto se presenta a continuación (**Figura 3.8**):

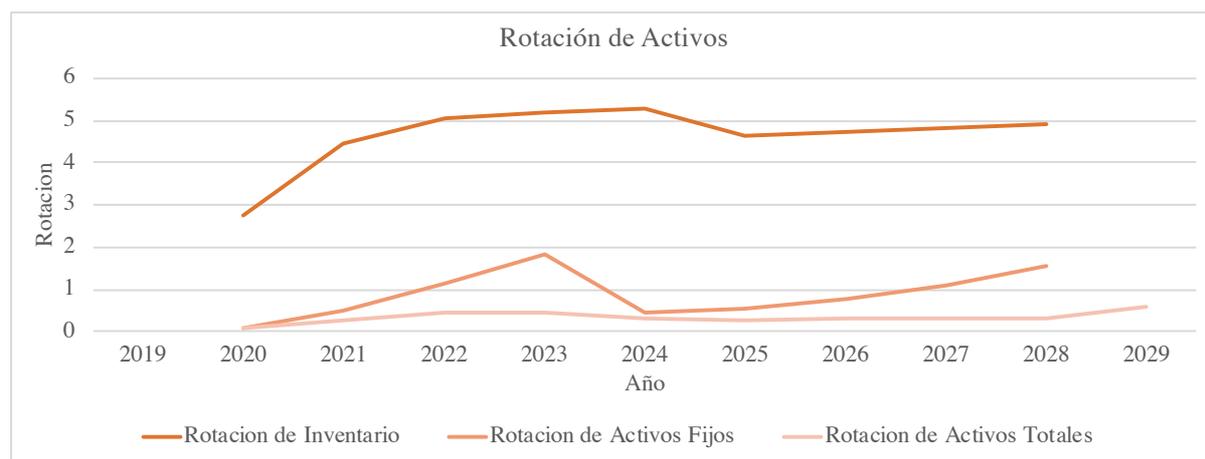


Figura 3.8: Rotación de activos

Como se observa en el gráfico la rotación en inventario sube hasta 2025 porque las ventas están creciendo a un ritmo mas acelerado que el crecimiento en los costos. En 2025 el crecimiento en los costos en relación con 2024 es de 26% mientras que las ventas solo crecen un 22% (con relación al 2024). Esto se debe al aumento de costos por la nueva Sulzer que no se traducen inmediatamente a ventas por distintos factores relacionados especialmente a la estructura de tiempos de la máquina en sus años iniciales. Luego cuando las ventas se recuperan se puede observar como la rotación de inventario sube. Con respecto a la rotación de activo fijo como el resultado bruto sube y la inversión se mantiene constante este indicador va en incremento. En 2024 al invertir en la segunda Sulzer este indicador baja drásticamente ya que las inversiones son mucho mayores que antes y todavía los resultados no llegan a crecer lo suficiente para que este indicador sea mas elevado. Luego con los años este indicador vuelve a subir con la suba de los resultados. El indicador de rotación de activos totales se ve afectado por los acontecimientos en 2024 y 2025 que se mencionaron para los otros dos indicadores. Esto se ve claramente en estos años cuando el indicador alcanza su valor más bajo (sin tener en cuenta el 2020). Este indicador nos enseña que la adición de una nueva maquina puede afectar la rentabilidad al corto plazo.

A continuación (**Figura 3.9**), se presenta la liquidez del proyecto desde el 2019 hasta el 2029:

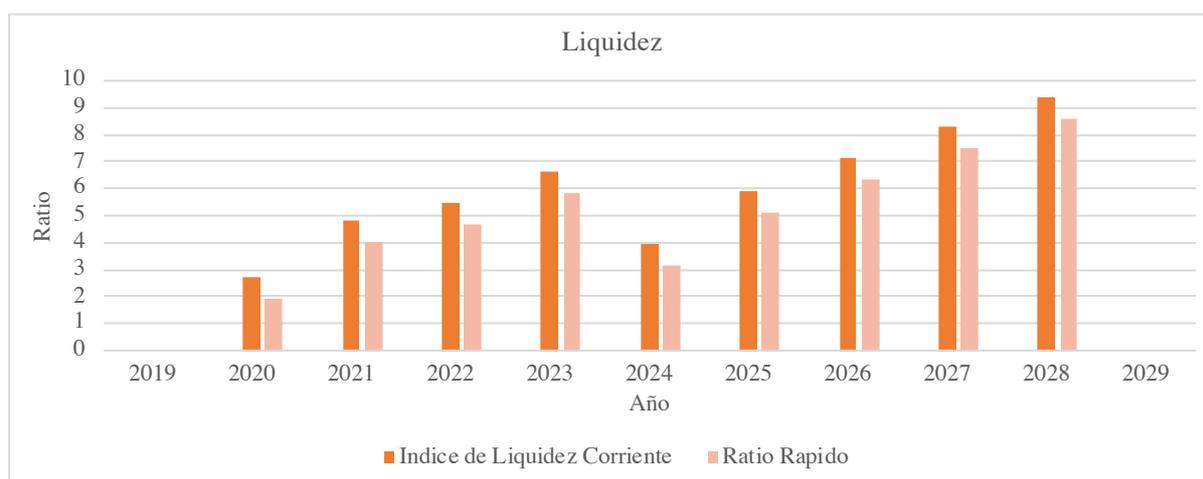


Figura 3.9: Liquidez

Se puede observar que el proyecto es liquido en sus años de operación. La caída en la liquidez del proyecto en el año 2024 se debe a una disminución del activo corriente que a su vez se debe a la baja de la caja del proyecto. Esto se debe por la compra de la segunda Sulzer. Por lo tanto se puede ver nuevamente como la compra de la Sulzer baja temporalmente el rendimiento del proyecto pero luego lo potencia.

El retorno sobre activos y sobre patrimonio neto se presenta a continuación (**Figura 3.10**):

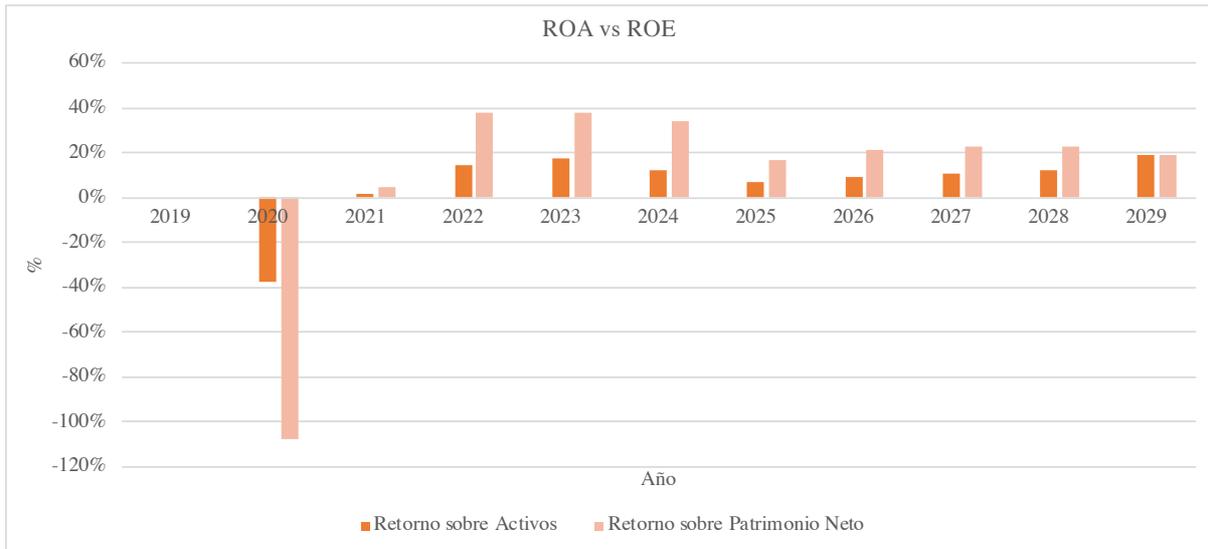


Figura 3.10: ROA vs ROE

Se puede observar que en el 2020 tanto el ROE como el ROA dan negativos ya que este año presenta utilidades netas negativas. Luego ambos indicadores van creciendo hasta el 2023. Entre 2022 y 2023 como el crecimiento en el patrimonio neto es muy similar al crecimiento de las utilidades netas (alrededor del 61%) no se ve un cambio significativo en el ROE, y sucede algo similar con el ROA. En el 2024 se compra una nueva Sulzer como fue previamente mencionado. Esto genera un incremento en el patrimonio neto y en el activo del proyecto, y como las utilidades netas no subieron de forma exagerada se puede ver una fuerte caída en ambos indicadores. En 2025 los indicadores son castigados aún más ya que en el 2025 las utilidades netas disminuyeron por razones previamente mencionadas en el análisis de rotación de activos. Luego ambos indicadores comienzan a mejorar con lo años. Se puede ver como no hay tiempo de que los indicadores mejoren a niveles vistos en los años 2022 y 2023.

El ciclo de conversión de efectivo del proyecto varía entre los 23 y 17 días, como se puede ver a continuación (**Figura 3.11**):

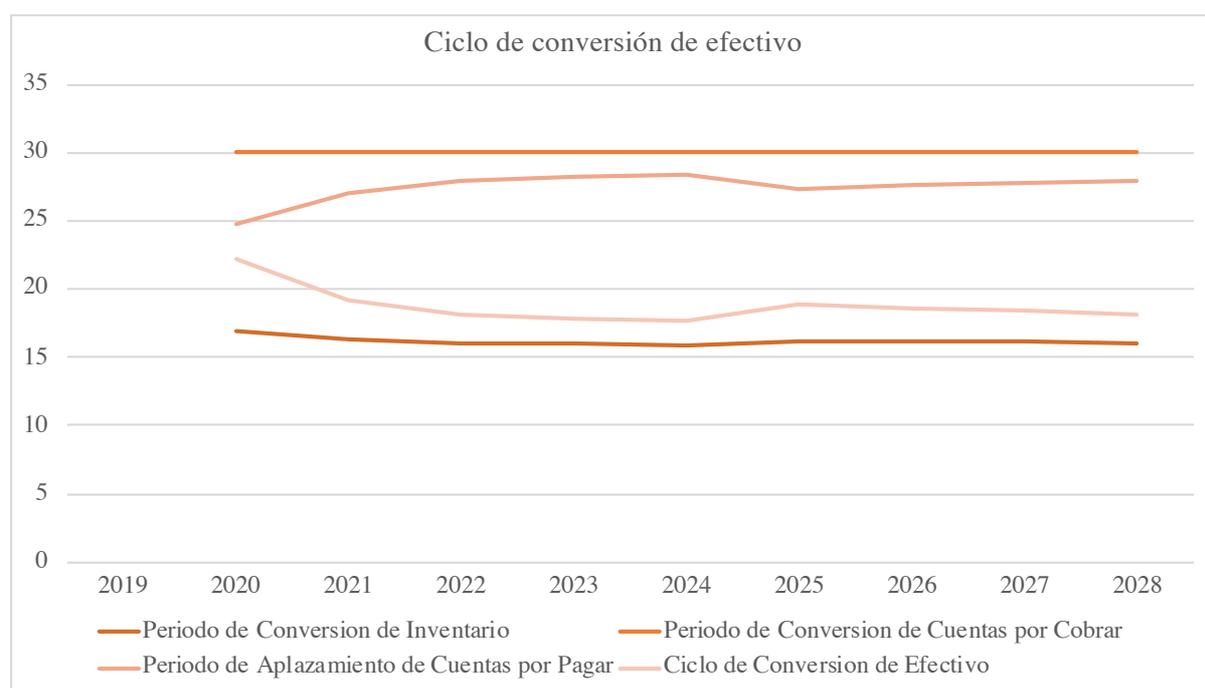


Figura 3.11: Ciclo de conversión de efectivo

Se puede ver como el periodo de conversión de cuentas por cobrar se mantiene constante por nuestra política comercial definida. El periodo de conversión de inventario se mantiene prácticamente constante ya que el crecimiento anual de los bienes de cambio es muy similar al crecimiento anual de las ventas brutas. Por lo tanto, lo que nos define el tiempo de conversión de efectivo es principalmente nuestro periodo de aplazamiento de cuentas por pagar. En los primeros años este tiempo aumenta porque las deudas comerciales crecen a mayor velocidad que los costos de ventas. El 2025 es el único año donde sucede lo contrario, el crecimiento de las deudas comerciales es de un 22% mientras que los costo de ventas aumentaron en un 26%. Esto se traduce en que los días de este indicador bajen. Luego como las deudas comerciales empiezan a crecer nuevamente a un ritmo mayor que los costos de ventas este indicador vuelve a subir. Por lo tanto podemos identificar al 2025 como un año problemático en términos de rendimientos, esto se debe a que se tiene una nueva máquina que no esta trabajando al ritmo que podría trabajar.



#### **IV. ANÁLISIS DE RIESGOS**

Se realizó un análisis de riesgos para poder afrontar distintos escenarios que puedan afectar, positiva o negativamente, al proyecto en un futuro. Para realizar esto se comenzó analizando los riesgos que afectan al proyecto, de forma tal de ver cuáles son los más representativos y cómo impacta su cambio en la rentabilidad de este. Como resultado se vio que los riesgos que más impactan a la rentabilidad del proyecto son el desvío del precio del estireno y un cambio en el market share.

En una posible crisis del petróleo en la que genera que el precio del estireno caiga, el proyecto se vería afectado negativamente, mientras que en un alza del precio de este sería favorable para el mismo. Para lograr mitigar o aprovechar estos posibles escenarios, se optó por realizar una estrategia de contratos con los proveedores y clientes del proyecto. Si bien estos acotarían las ganancias en un alza del precio de estireno, a su vez achicarían una posible pérdida en una situación como la crisis mencionada.

Por otro lado, la poca flexibilidad operativa que presenta el proyecto implica un riesgo de no lograr capturar el mercado deseado, situación que se puede generar por la alta competitividad presente en el mercado. A su vez, de tener la oportunidad de capturar más mercado el proyecto se vería limitado por su capacidad. Para mitigar estas situaciones, se optó por realizar una estrategia operativa que mezcla tres opciones reales distintas, que le dan la posibilidad al proyecto de ser más flexible en distintos escenarios.

Los resultados fueron favorables. La probabilidad de que el VAN del proyecto sea positivo aumentó a un 62,72%, en comparación al 57% del escenario base. La media aumentó de 236.638 USD a 1.166.796 USD. El mínimo posible del proyecto pasó de ser -8.925.050 USD a -5.476.350 USD y el máximo posible aumentó de 9.446.538 USD a 14.886.283 USD. A su vez la media del periodo de repago disminuyó del año 8 al año 7.

##### **4.1. Introducción**

En la sección anterior, se determinaron los principales indicadores de rentabilidad del proyecto. Se estimó el VAN y período de repago de acuerdo con las proyecciones realizadas e hipótesis del proyecto estudiado. Sin embargo, si se modifican ciertas variables, los indicadores serán susceptibles a ciertas alteraciones.

Con el fin de obtener una mejor estimación de los posibles escenarios futuros del proyecto, se debe realizar un análisis de riesgos. Se determinarán los riesgos principales y se les asignará una distribución probabilística para variar los valores de su proyección. Posteriormente, utilizando el simulador *Crystal Ball*, se identificará cómo la variación de estos incide en los indicadores de rentabilidad.

Teniendo en cuenta los riesgos más significativos, se procederá a analizar medidas de mitigación y eliminación de riesgos para disminuir la incertidumbre del proyecto y la probabilidad de que el VAN sea negativo.

## **4.2. Riesgos y Distribuciones**

Para realizar un análisis de sensibilidad de los riesgos que pueden afectar la rentabilidad, se deben seleccionar los riesgos más importantes. Se les asignará una distribución probabilística con el fin de realizar el Spider Chart y el Tornado Chart.

Se definieron los siguientes riesgos que influyen en la demanda total de EPS, los costos asociados y las inversiones necesarias: variación del PBI argentino, inflación, tipo de cambio (USD-ARS), market share capturable por el proyecto en la industria del EPS para la construcción y precio del estireno. En las siguientes secciones se explicarán los motivos por los cuales se eligieron estos riesgos.

### **4.2.1. Variación del PBI de Argentina**

En el análisis de mercado realizado se tomaron en cuenta las proyecciones del PBI del FMI. Estas proyecciones resultan conservadoras, prediciendo un crecimiento moderado de la economía después de la recesión. Sin embargo, el contexto económico histórico de Argentina es inestable y se deben tener en cuenta posibles variaciones debido a crisis, cambios de gobierno o movimiento de precios en los commodities a nivel mundial.

El PBI argentino, fue la única variable utilizada para proyectar la demanda. Por lo tanto, la variación de este impacta directamente en los volúmenes de producción y ventas del proyecto.

Se tomó la variación del PBI porcentual interanual de los últimos doce años antes del proyecto (**Figura 4.1**):



Figura 4.1: Variación porcentual interanual del PBI (2006-2017)

A partir de estos datos se realizó un histograma (**Figura 4.2**) para estimar una posible distribución de probabilidad:

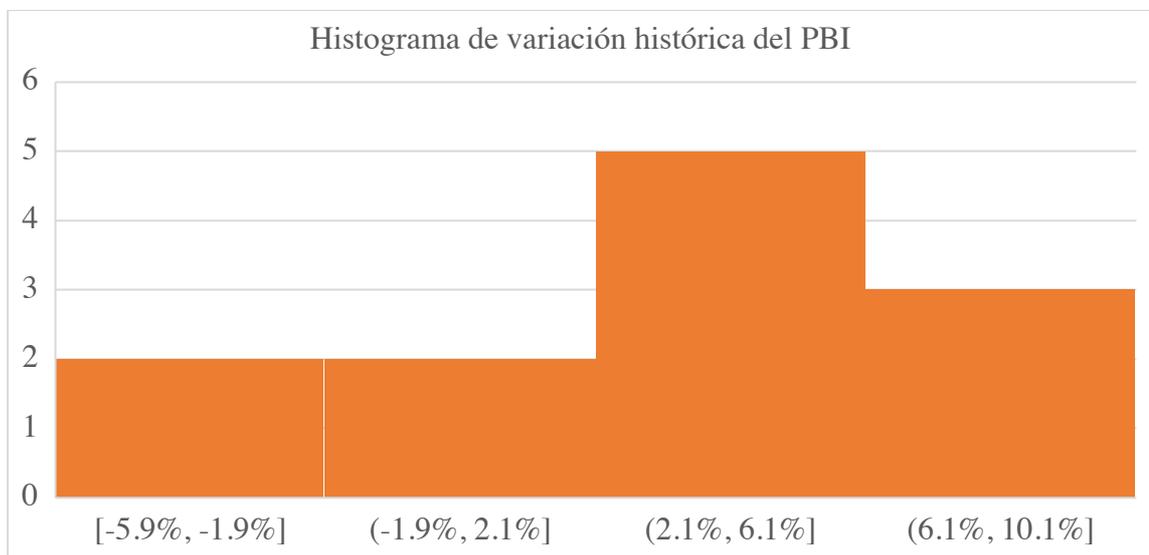


Figura 4.2: Histograma de la variación porcentual interanual del PBI (2006-2017)

Se tomó una distribución triangular de mínimo -5,9%, máximo 10,1% y moda 4,1%. Esta distribución se utilizó para variar el porcentaje de variación para el primer año del proyecto (2020). Para los siguientes años, se tomó la variación interanual según la proyección realizada en la sección de mercado.

#### **4.2.2. Market Share**

El volumen de producción, además del total demandado a nivel país, depende de la porción del mercado de EPS destinado a construcción que se proyecta cubrir. Por lo tanto, la variación del market share se considerará un riesgo significativo. La variabilidad de este impacta directamente en los ingresos del proyecto.

Existe la posibilidad de que el market share capturado sea distinto al predicho en el análisis de mercado. La estrategia original del proyecto es capturar inicialmente el market share de la importación de EPS. Sin embargo, podría haber resistencia de parte de los clientes a cambiar de proveedor por no resultar atractivos los beneficios ofrecidos por el proyecto. Además, podría haber reacciones de los competidores en cuanto a la promoción de sus productos o nuevas ofertas para sus clientes. Por otro lado, la habilidad de capturar el mercado podría ser substancialmente mayor a la proyectada. Debido a la unión estratégica con Pampa Energía, el proyecto tendrá una ventaja competitiva por sobre el resto de los competidores. Una alianza con el único proveedor de la materia prima del país y con una empresa reconocida nacionalmente le otorga al proyecto una posibilidad de arranque acelerado.

Para representar la variación del market share se consideró una distribución triangular con valor mínimo 2%, valor más probable 6% y máximo 17,5% (total del EPS importado en 2020). El valor más probable (6%) representa la cantidad proyectada a capturar en el primer año para el escenario base, que es igual a la cantidad de EPS importada por los tres principales importadores del mercado. Como valor mínimo se decidió optar por la probabilidad de capturar únicamente a uno de esos tres principales clientes. Para los siguientes años, se tomó la variación interanual según lo proyectado en el escenario base.

#### **4.2.3. Tipo de Cambio USD-ARS**

Una considerable cantidad de costos, inversiones y precios del proyecto se encontrarán dolarizados. Entre ellos están las máquinas Sulzer, los auto elevadores, los costos de materia prima, el precio de venta del EPS, entre otros.

El riesgo asociado a una suba considerable del tipo de cambio debe ser analizado. Sin embargo, a pesar del aumento de los costos de venta en pesos también se tendrá un aumento en las ventas en pesos. A priori, esto parece indicar que no es un riesgo relevante.

Para la distribución del tipo de cambio, se establece un rango de valores para el año 2030. Seguirá una distribución triangular con valor mínimo de \$135, más probable \$159 y un máximo de \$200. El valor máximo y el valor mínimo se establecieron tal que la variación con respecto a las proyecciones del BCRA para 2020 no sea mayor al 15%. El resto de los valores (2020-2029) se obtienen manteniendo el crecimiento porcentual interanual proyectado en el escenario base.

#### **4.2.4. Inflación de la Argentina**

La inflación en pesos argentinos impacta en los costos asociados a esa moneda. Entre ellos encontramos: salarios de mano de obra, agua, aceite, seguro de planta, entre otros. Sin embargo, son considerablemente menores a los costos e inversiones con precio de referencia en dólares.

Con el objetivo de representar esta variable de riesgo, se establece una distribución triangular para el valor del año 2030 con valor mínimo 5%, más probable 9% y un máximo de 12%. Manteniendo el decrecimiento porcentual interanual proyectado, se obtienen los valores de inflación para los años anteriores (2020-2029). Los extremos de la distribución fueron establecidos siguiendo la misma metodología del tipo de cambio según las proyecciones del BCRA.

#### **4.2.5. Precio del Estireno**

Se realizó un diagrama de Pareto (**Figura 4.3**) con los costos y gastos del proyecto. El resultado fue el siguiente:

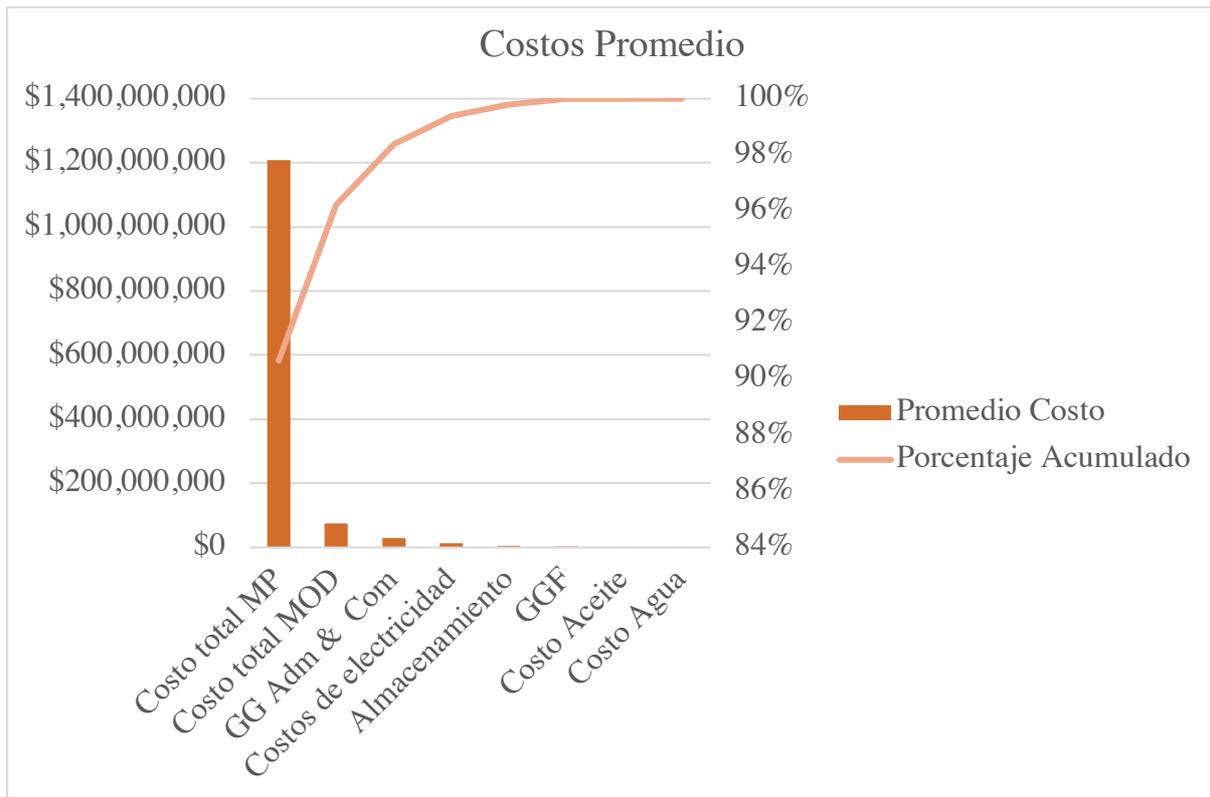


Figura 4.3: Diagrama de Pareto con costos promedio por año

Se ve que, en promedio, un 91% de los costos del año provienen de la materia prima (poliestireno, hexabromo, pentano, cera, grafito, estearato de zinc y packaging). Posteriormente se realizó el mismo tipo de diagrama, pero solo del costo total de materia prima (MP), para identificar cual costo tiene mayor incidencia.

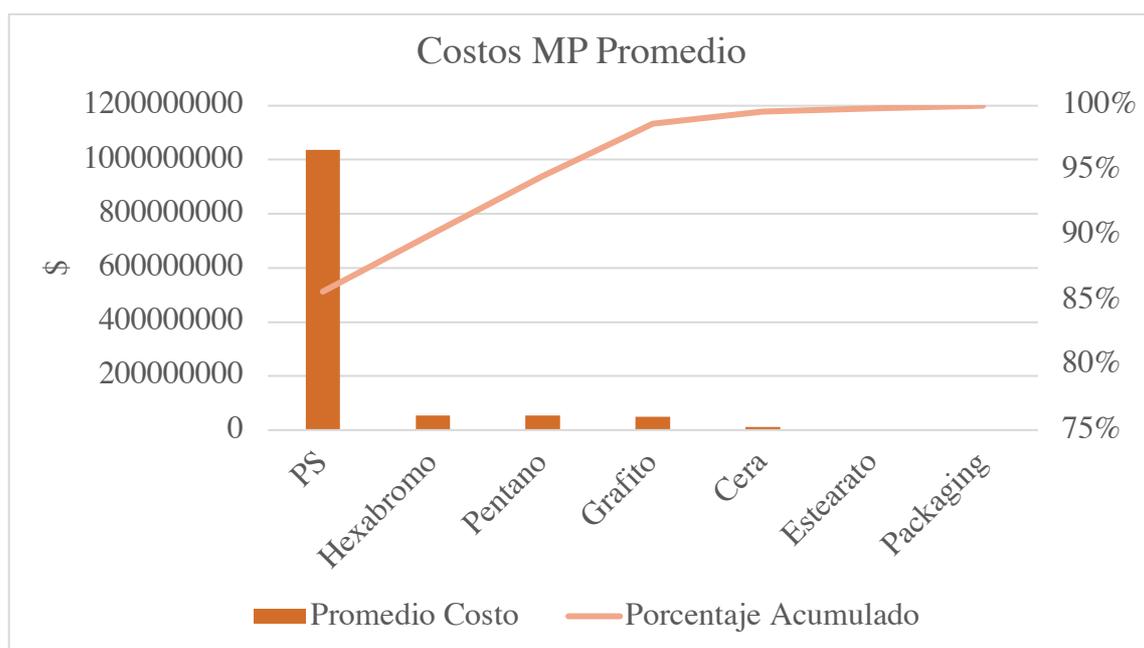


Figura 4.4: Diagrama de Pareto con costos de materia prima promedio por año

En la **Figura 4.4** se puede observar que, en promedio, un 86% de los costos totales de materia prima proviene del poliestireno (PS), que ingresará junto a los aditivos en las máquinas Sulzer.

Analizado esto, se estableció que el precio del PS y su variabilidad resultarán en riesgos importantes en la rentabilidad del proyecto. Como el precio del PS fue proyectado directamente con una regresión lineal cuya única variable es el estireno, el riesgo a considerar será el desvío del precio del estireno y no el del PS. El precio del EPS también se proyectó mediante una regresión cuya única variable es el estireno. La proyección del estireno, por su parte, fue realizada mediante el método de Mean Reversion. Dicho desvío de precio es representado con una distribución normal con media 0 y desvío 393,7 USD/ton. Se decidió acotar la distribución de este a tres desvíos (de -1181,1 a 1181,1 USD/ton).

En el análisis económico financiero realizado, se puede evidenciar que existe una relación entre el aumento de la materia prima y el aumento del margen obtenido por el proyecto. Esto quiere decir que, cuando aumenta el precio del PS, el precio del EPS aumenta proporcionalmente en mayor medida. Por lo tanto, el proyecto se ve beneficiado en términos económicos por un

aumento del precio del PS ya que aumenta el margen obtenido. A continuación (**Figura 4.5**), se puede observar el crecimiento de dicho margen a medida que aumenta el precio del estireno.

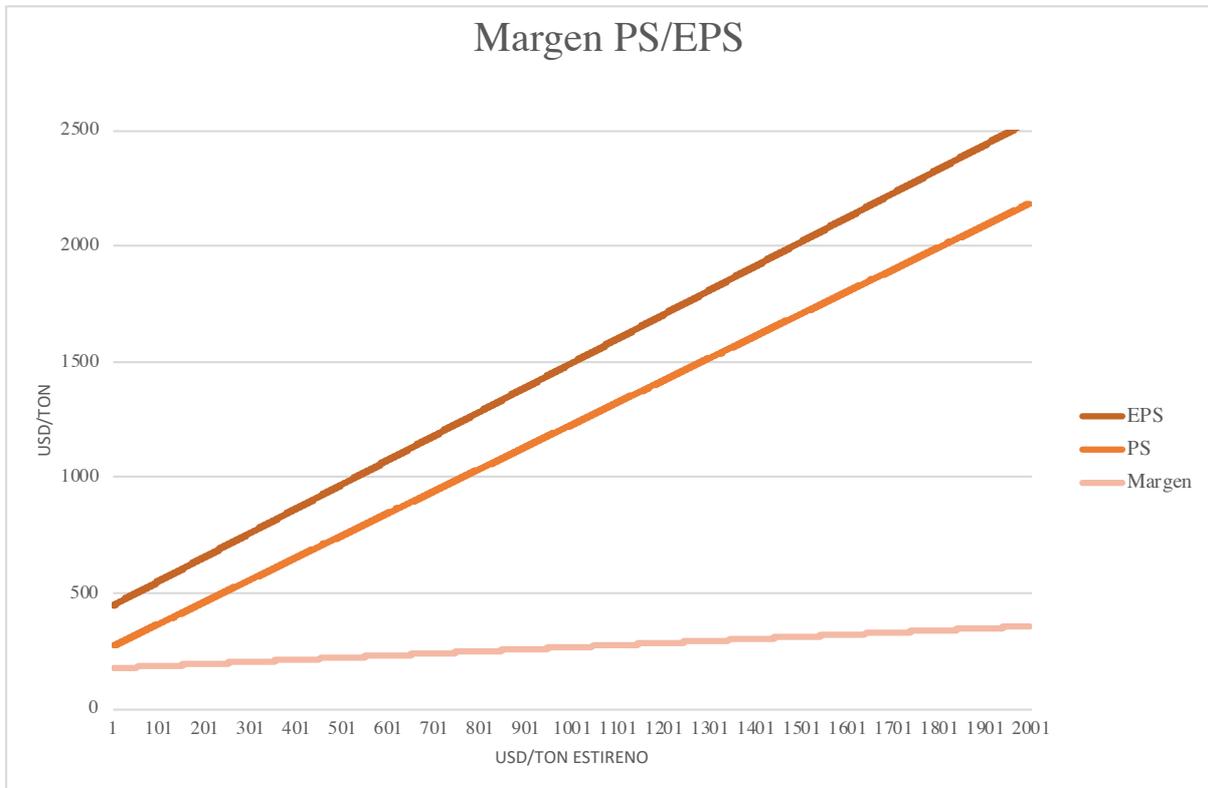


Figura 4.5: Margen PS/EPS

Teniendo esto en cuenta, se considera que una caída en el precio del estireno (utilizado para proyectar la materia prima y el producto final) sería perjudicial en términos económicos para el proyecto. Por lo tanto, es un riesgo a tener en cuenta. Esto se puede suceder en una crisis del petróleo que disminuye los precios asociados al mismo. Uno de estos siendo el estireno, que su caída de precio impacta negativamente al proyecto.

#### 4.2.6. Correlación entre Riesgos

Para el análisis entre riesgos se considerará una correlación entre la inflación y el tipo de cambio USD-ARS. El coeficiente de correlación entre ambas resultó ser de 0,869 tomando los valores históricos para ambas variables. El resto de los riesgos analizados (variación de PBI, market share y precio del estireno) no presentan correlación entre sí, ni tampoco con la

inflación y el tipo de cambio. La correlación mencionada es importante como input para la simulación para no generar escenarios irreales.

A continuación (**Figura 4.6**), se presenta la figura de la correlación entre el tipo de cambio y la inflación.

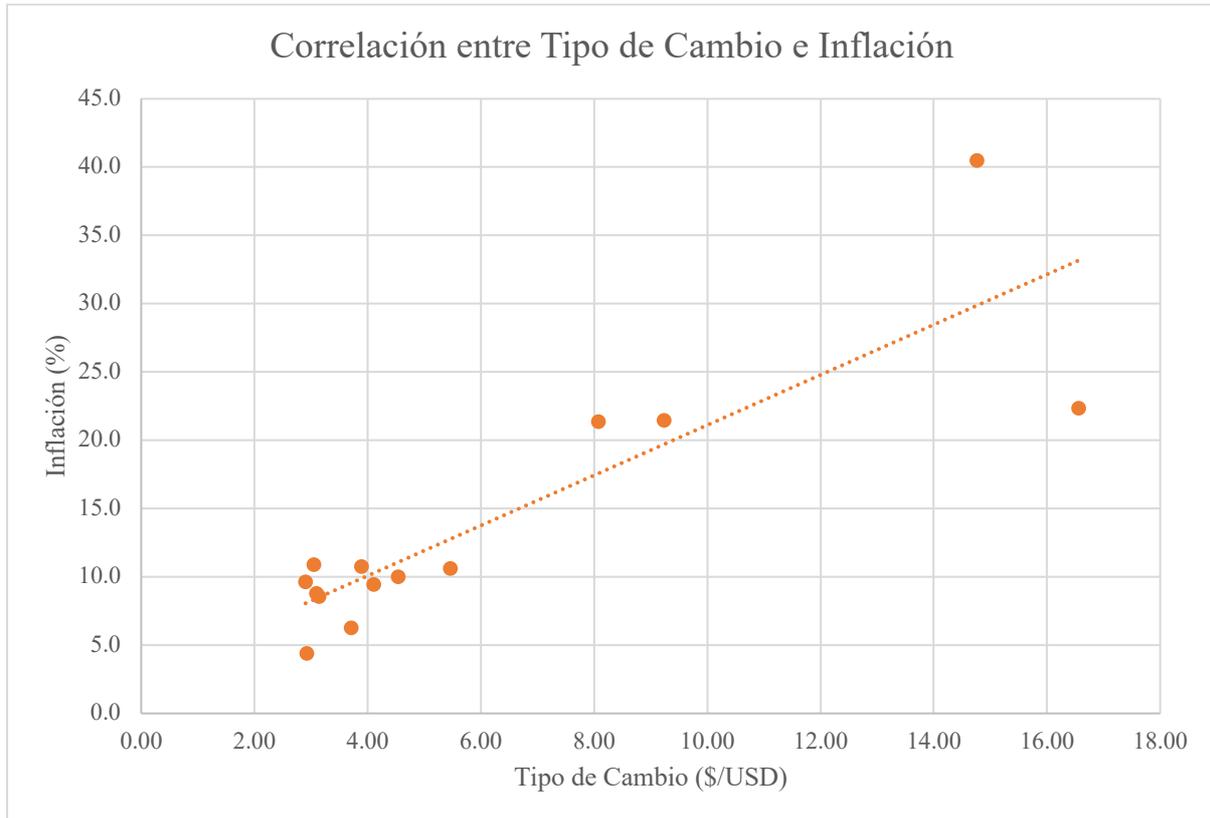


Figura 4.6: Correlación entre tipo de cambio e inflación

### 4.3. Selección de Parámetros Output

Se selecciona el VAN dado que es el indicador central a la hora de invertir o no en el proyecto. El VAN representa el flujo de fondos descontado al año en el que se realiza la inversión y muestra qué tan rentable es el proyecto teniendo en cuenta el valor tiempo del dinero y los riesgos asociados al mismo.

Además, se tomó en cuenta el período de repago. Este indicador refleja en que año se recupera el capital invertido.

#### **4.4. Escenario Base**

El escenario base del proyecto se refiere al presentado con anterioridad, en el cual se invertirá en dos máquinas, independientemente de la variabilidad en la demanda o del market share capturable.

En el escenario que se procederá a analizar, se invertirá en una primera máquina en el 2019 entrando en operación en 2020 y en una segunda compra en el 2024 que entra en operación en 2025. La estructura de tiempos definida con anterioridad se mantiene de forma invariable, por lo que la capacidad máxima de producción anual del ciclo tampoco variará.

##### **4.4.1. Análisis de Sensibilidad**

Con la finalidad de entender cuáles serán los riesgos que más impacten a los outputs propuestos, se realizará un análisis de sensibilidad para ambos.

###### **4.4.1.1. VAN**

Se realizó un tornado chart (**Figura 4.7**) para observar cuáles son las variables que más impactan en el VAN del proyecto. El tornado chart no toma en cuenta las correlaciones entre variables, sino que modifica una variable y mantiene las otras constantes.

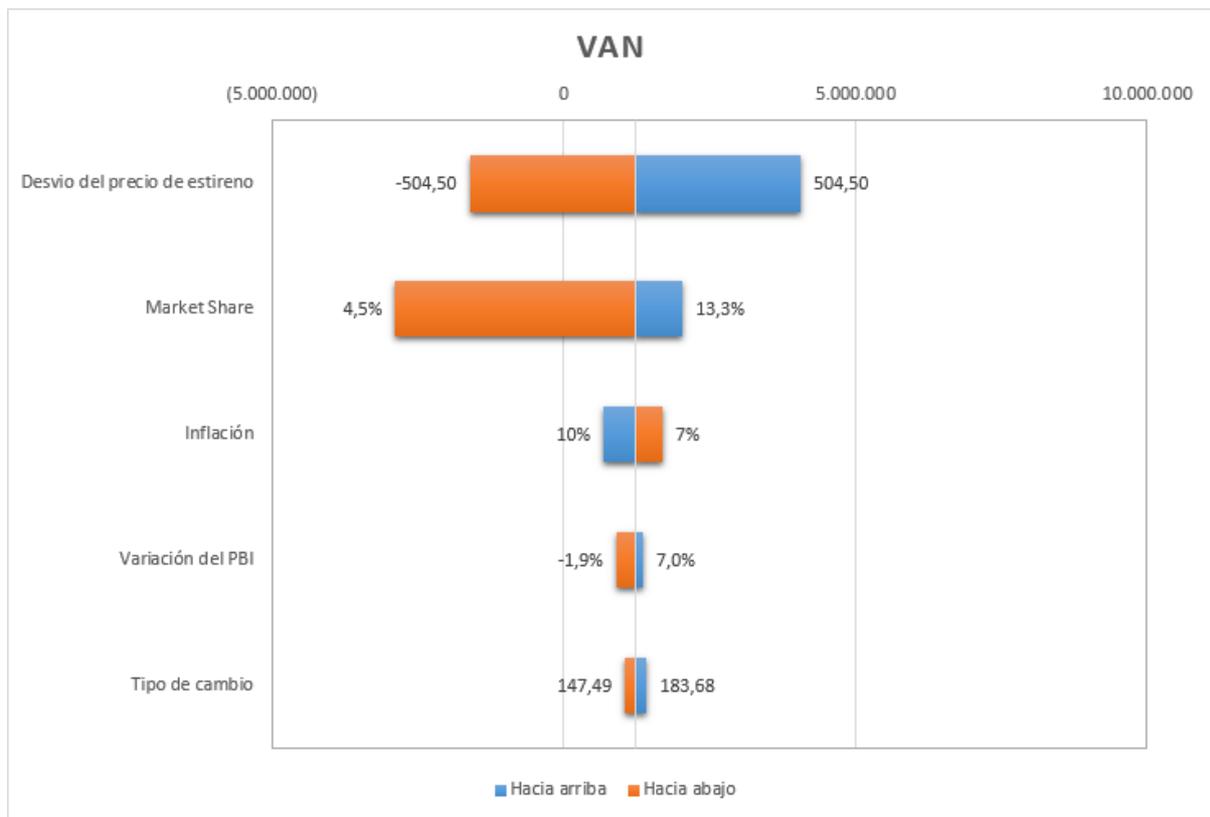


Figura 4.7: Tornado chart para el VAN del escenario base

Se puede observar que en el escenario base, la variable que más impacta en el VAN es el desvío del precio del estireno. Como se ha mencionado, el estireno es la variable con la que se proyecta el precio del PS (principal materia prima) y el precio de venta de EPS, y por lo tanto el margen del proyecto. Es por eso que, en una caída del precio del mismo, el VAN del proyecto se vería impactado negativamente.

En segundo lugar, se encuentra la variación del market share. El mismo impacta en el VAN al aumentar, pero impacta en mayor medida al disminuir. Esto se debe a que, en este escenario, el market share “capturable” no puede ser transformado en “capturado” al estar limitada la cantidad de máquinas y los años en que se incorporan. La falta de flexibilidad en la producción en este escenario causa que cuando aumenta el market share no se logre vender más por la capacidad limitada del proyecto. La influencia del tipo de cambio, la inflación y la variación del PBI son despreciables para el VAN calculado en USD.

A continuación, se puede observar el spider chart (**Figura 4.8**) en el cual se observan los distintos valores del VAN para las variaciones porcentuales de los riesgos:

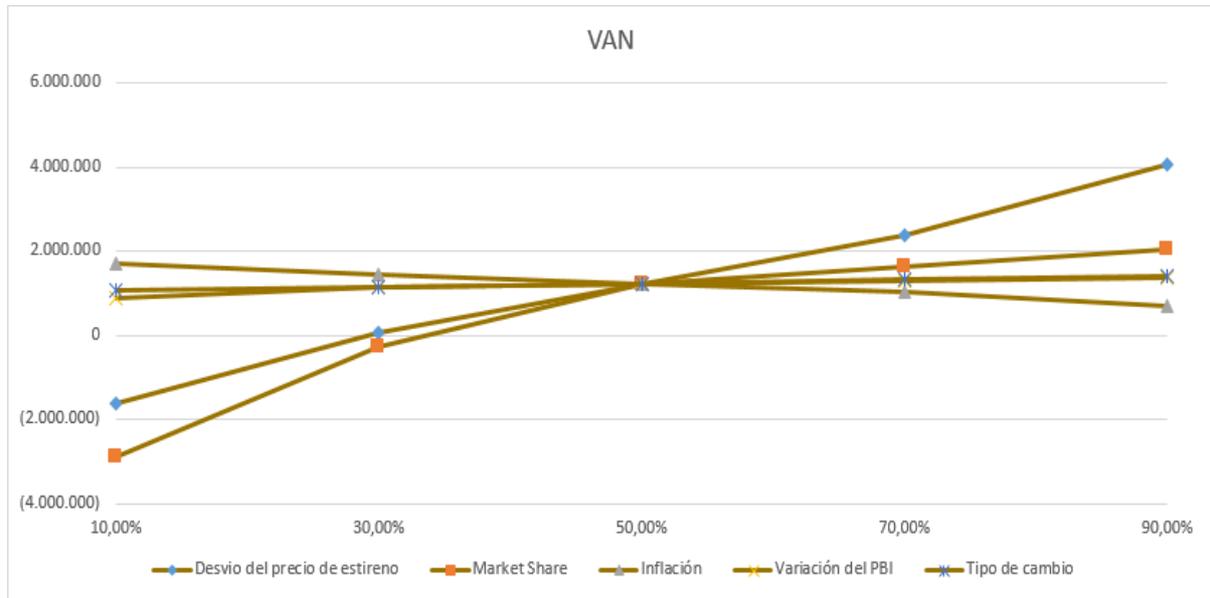


Figura 4.8: Spider chart para el VAN del escenario base

Como el spider chart y el tornado chart son equivalentes se puede observar como el desvío en el precio del estireno es la variable que más hace variar el VAN del proyecto. Se considera que de agregarse más flexibilidad en la producción se podría lograr que el market share tenga mayor incidencia en el VAN.

#### 4.4.1.2. Período de Repago

Se realizó un tornado chart (**Figura 4.9**) para poder observar cuáles son las variables que más impactan en el período de repago del proyecto.

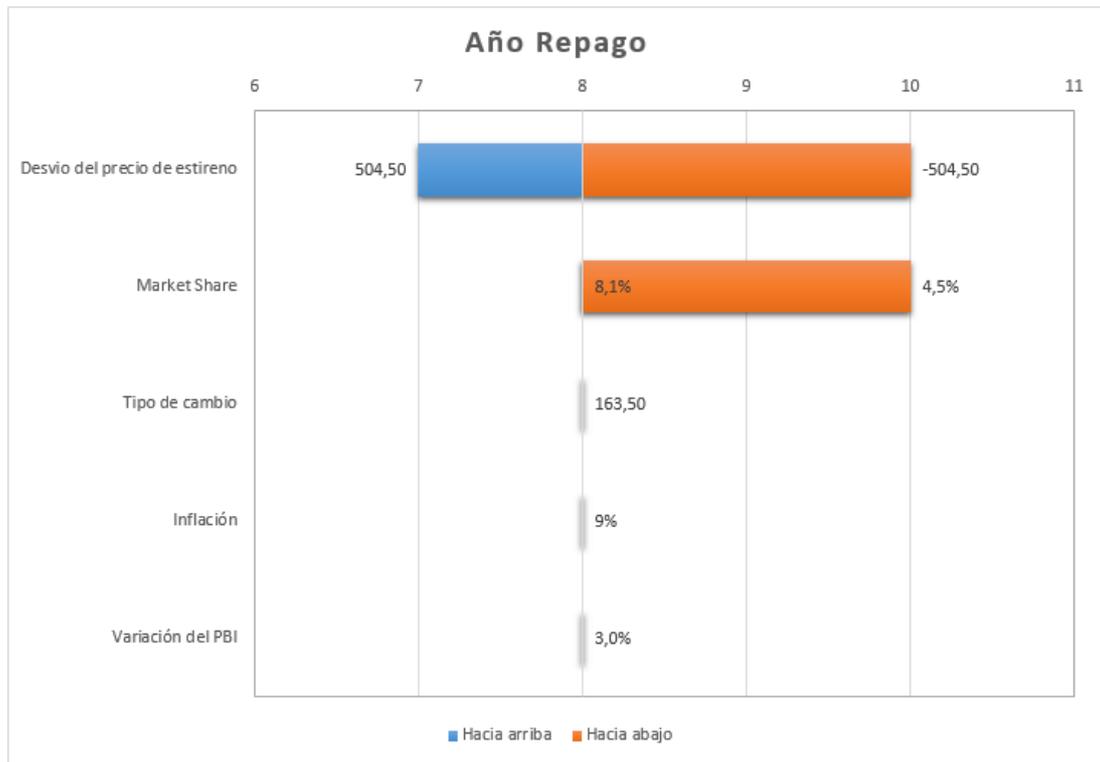


Figura 4.9: Tornado chart para el año de repago en el escenario base

Observando el tornado chart se puede determinar que para explicar el año en el que el proyecto repaga, las principales variables son el market share y el desvío del precio del estireno. Estas variables incrementan el período al disminuir, mientras que un incremento del desvío del precio del estireno hace que el indicador pueda acortarse un año.

A continuación (**Figura 4.10**), se ve el spider chart en el cual se observan los distintos valores del período de repago para las variaciones porcentuales de los de riesgos:

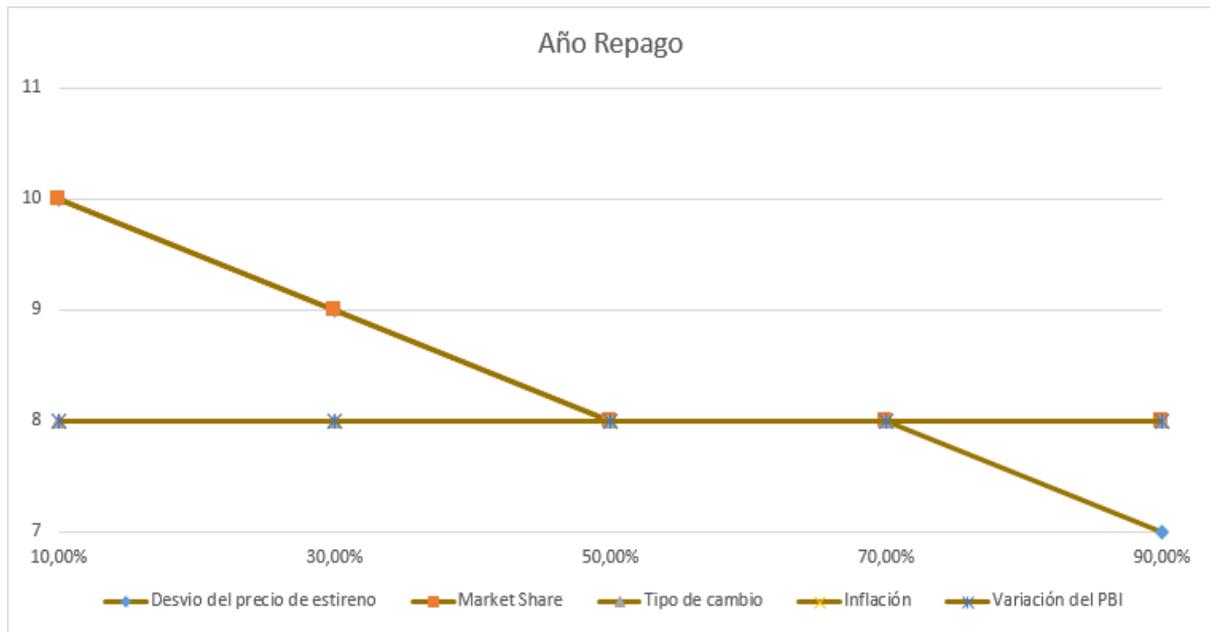


Figura 4.10: Spider chart para el período de repago en el escenario base

En el spider chart se refleja cómo el market share afecta negativamente en el período de repago (período de repago mayor) cuando este es bajo. Esto se debe a que no se puede repagar la primera máquina rápidamente si no se completa su capacidad. Sin embargo, se debe tener cautela con esta conclusión debido a que el análisis no contempla la variación de los demás parámetros.

Con respecto a la inflación, está prácticamente no afecta al período de repago. El tipo de cambio y la variación en el PBI, por su parte, tampoco presentan un efecto considerable en el período de repago.

#### 4.4.2. Simulación de Montecarlo

Tras 50.000 simulaciones del escenario base, el Crystal Ball arroja los siguientes resultados con un 95% de nivel de confianza (Figura 4.11):

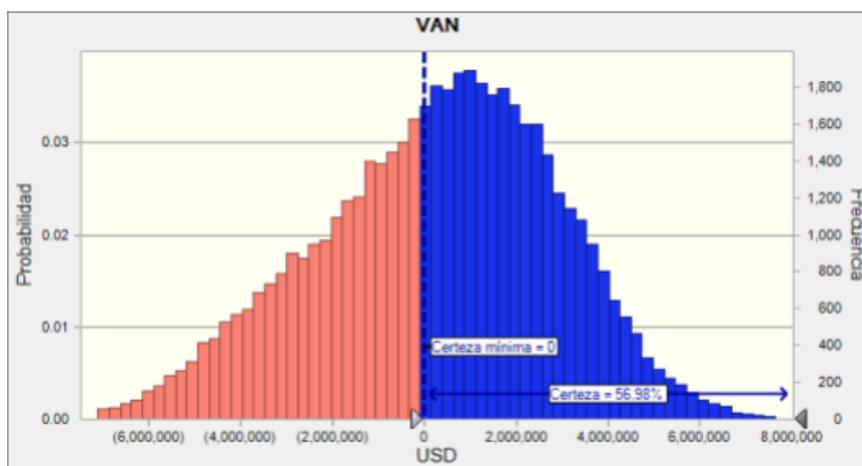


Figura 4.11: Distribución del VAN del escenario base

Estadísticos:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Pruebas                   | 50.000            |
| Caso base                 | (743.376)         |
| Media                     | 263.638           |
| Mediana                   | 472.806           |
| Modo                      | ---               |
| Desviación estándar       | 2.632.644         |
| Varianza                  | 6.930.813.874.453 |
| Sesgo                     | -0,2532           |
| Curtosis                  | 2,72              |
| Coefficiente de variación | 9,99              |
| Mínimo                    | (8.925.050)       |
| Máximo                    | 9.446.538         |
| Ancho de rango            | 18.371.588        |
| Error estándar medio      | 11.774            |

Tabla 4.1: Estadísticos de la distribución del VAN del escenario base

Hay una probabilidad de 57% de que el proyecto tenga un VAN positivo. La media es de 236.638 USD. El valor mínimo es de -8.925.050 USD y el máximo de 9.446.538 USD. El desvío es de 2.632.344 USD.

Para lograr entender de manera más precisa el efecto que tienen los riesgos sobre el VAN, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad que tenga en cuenta la correlación entre los riesgos en las 50.000 corridas (**Figura 4.12**):

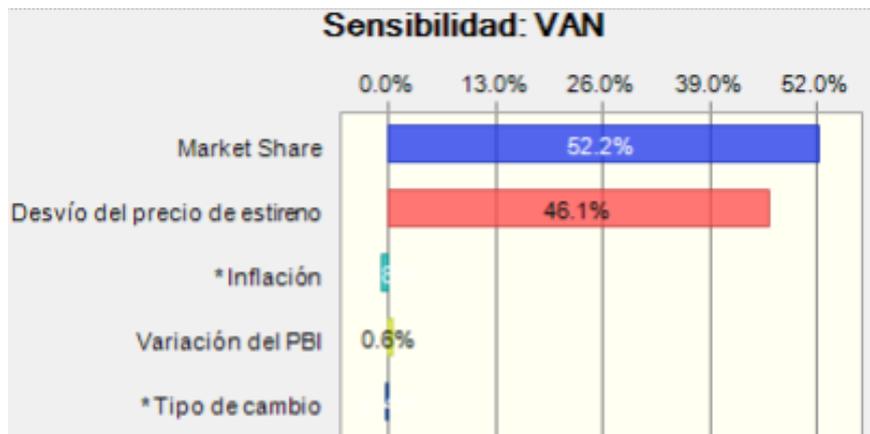


Figura 4.12: Análisis de sensibilidad del VAN en el escenario base

El análisis de sensibilidad de la simulación indica que la variabilidad del VAN es explicada en un 52,2% por la variación del market share. Además, en un 46,1% por el desvío del precio del estireno, riesgo que impacta directamente en los costos de materia prima y el precio de venta del EPS.

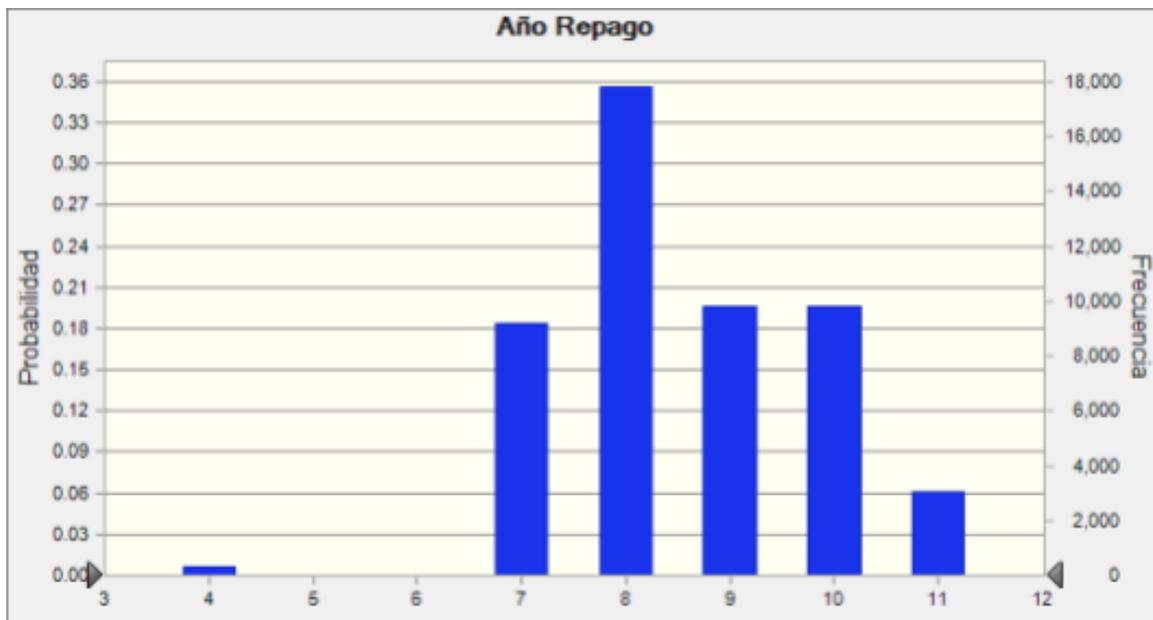


Figura 4.13: Distribución de probabilidad para el período de repago para el escenario base

Para el período de repago se obtiene que la moda es de 8 años. El valor mínimo es de 4 años y la posibilidad de que repague en 11 años o más se acumula en última barra de la **Figura 4.13** con el rótulo “11”. Se observa que el proyecto en su caso base tiene una probabilidad muy alta de que repague a partir del año siete.



Figura 4.14: Análisis de sensibilidad del período de repago para el escenario base

Según la **Figura 4.14**, el market share es el riesgo de mayor influencia sobre el período de repago a diferencia que en el tornado chart. Esto es porque, como se mencionó anteriormente, el tornado chart varía solo un riesgo y mantiene el resto constante, mientras que la simulación de Montecarlo tiene en cuenta todos los riesgos en simultaneo y la correlación entre ellos. El desvío del precio del estireno determina cómo se mueve el precio de la principal materia prima (PS) y el precio del EPS, influyendo directamente en el margen obtenido.

## 4.5. Mitigación de Riesgos

### 4.5.1. Contratos de Precio Máximo y Mínimo

Según lo analizado, un riesgo significativo para el proyecto es la baja del precio del estireno. Esto es debido a que el margen del proyecto es directamente proporcional al precio del estireno. Para mitigar este riesgo, se realizó una estrategia de ingeniería de contratos.

Por un lado, se realizará un contrato anual con los proveedores de PS del proyecto (Pampa). Este fijará las siguientes condiciones:

- Si el precio del PS aumenta (en relación con el año anterior) más de un 5%, el precio de este año se mantendrá en un máximo de un 105% del precio del año anterior.
- Si el precio del PS disminuye (en relación con el año anterior) más de un 5%, el precio de este año se mantendrá en un mínimo de un 95% del precio del año anterior.
- En el caso en el que el PS aumente más de un 5%, el proveedor se compromete a un “deliver or pay” en el que, si no le provee a la empresa, deberá pagar una penalidad que será correspondiente a la diferencia entre el precio del PS en el mercado y ese 5%, debido a que la empresa deberá comprarle materia prima a otro proveedor. Por ejemplo, si el PS aumenta a un 107%, la penalidad a aplicar será de un 2% respecto de la cantidad no entregada.
- En el caso en el que el PS disminuya más de un 5%, la empresa se compromete a un “take or pay” en el que, si no le compra a Pampa, deberá pagar una penalidad que será correspondiente a la diferencia entre el precio del PS en el mercado y ese 5%, debido a que Pampa deberá venderle materia prima a otro comprador. Por ejemplo, si el PS disminuye a un 93%, la penalidad a aplicar será de un 2% respecto de la cantidad no comprada.

Se realizará un contrato anual con los clientes de EPS del proyecto. Este fijará las siguientes condiciones:

- Si el precio del EPS aumenta (en relación con el año anterior) más de un 5%, el precio de dicho año se mantendrá en un máximo de un 105% del precio del año anterior.
- Si el precio del EPS disminuye (en relación con el año anterior) más de un 5%, el precio de dicho año se mantendrá en un mínimo de un 95% del precio del año anterior.
- En el caso en el que el EPS aumente más de un 5%, la empresa se compromete a un “deliver or pay” en el que, si no le provee a los clientes, deberá pagar una penalidad que será correspondiente a la diferencia entre el precio del EPS en el mercado y ese 5%, debido a que el cliente deberá comprarle materia prima a otro proveedor. Por ejemplo, si el EPS aumenta a un 107%, la penalidad a aplicar será de un 2% respecto de la cantidad no entregada.
- En el caso en el que el EPS disminuya más de un 5%, el cliente se compromete a un “take or pay” en el que, si no le compra a la empresa, deberá pagar una penalidad que será correspondiente a la diferencia entre el precio del EPS en el mercado y ese 5%,

debido a que la empresa deberá venderle materia prima a otro cliente. Por ejemplo, si el EPS disminuye a un 93%, la penalidad a aplicar será de un 2% respecto de la cantidad no comprada.

Para ambos contratos se tomó un  $\pm 5\%$  de variación interanual que puede acotar la variabilidad del precio del estireno de forma eficaz. Este valor fue tomado de contratos similares en la industria realizados por Pampa Energía (Stolar, 2019).

## 4.6. Opciones Reales

### 4.6.1. Propuesta Operativa

El market share capturable puede superar ampliamente la capacidad de las dos máquinas previstas. Por lo tanto, surge la oportunidad de aprovechar este riesgo positivo de subida del market share capaz de ser capturado e instalar más máquinas.

En el escenario base, se compran máquinas en el año 0 y el año 4. Sin embargo, esto puede no ser lo más adecuado para el proyecto debido a diversos motivos:

- El market share puede crecer más rápido los primeros años requiriendo una inversión más temprana.
- El market share puede crecer a menor ritmo no requiriendo la inversión en el año 4.

Además, en el escenario base la segunda máquina se compra cuando el market share sobrepasa la capacidad de la primera. Esto puede causar un muy bajo ratio de utilización de la segunda máquina en su primer año, impactando en los indicadores de rentabilidad, como se vio en el capítulo “Análisis Económico y Financiero”.

Al invertir en un diseño de planta con espacio ocioso, se cuenta con la opción real de comprar más máquinas de acuerdo con el market share logrado. Además, se cuenta con la opción real de diferir la compra de máquinas hasta que la proyección de la cuota de mercado del año siguiente en el que se encuentre el proyecto, exija un mayor grado de utilización de la máquina Sulzer a comprar.

Al comprar más máquinas se evidencia un riesgo adicional, que es la compra de máquinas cerca de la fecha de finalización del proyecto. Esto tiene un efecto negativo en los indicadores de rentabilidad debido al poco tiempo de amortización con el que cuenta la inversión. Es por ello que se cuenta con la opción real de no comprar máquinas después del año 6.

Teniendo en cuenta estas tres opciones reales, se tomaron las siguientes medidas para el modelo diseñado:

- Se invertirá en nuevas máquinas de acuerdo con el market share logrado, pudiendo variar las mismas entre 1 y 4 por la capacidad del depósito.
- No se invertirá en máquinas a partir del año 6.
- Solo se invertirá en nuevas máquinas si su grado de utilización es mayor al 40%.

Con estas tres opciones reales se conformará un nuevo modelo y se correrán los escenarios correspondientes. Posteriormente, se realizará un análisis de los resultados obtenidos. El nuevo modelo varía según la cantidad de máquinas, el espacio necesario en el depósito teniendo en cuenta las estanterías necesarias, la cantidad de pallets, big bags, auto elevadores, tanques, silos, cantidad de materia prima (hexabromo, grafito, pentano, PS, cera) y la obra civil necesaria para acondicionar el depósito para poder instalar las Sulzers; que se necesitan para el nivel de producción alcanzado. Se logra también variar el gasto en electricidad, agua y aceite consumido por cada máquina dependiendo de la cantidad de máquinas y su nivel de aprovechamiento. También varía la estructura de tiempos de los empleados y las máquinas, teniendo en cuenta adicionalmente la cantidad de empleados necesarios y todos sus gastos como la ropa que necesiten, etc. También según el año de compra de la máquina la tasa de deuda que se tiene en cuenta cambia.

## **4.7. Resultados Principales**

### **4.7.1. Contratos de Precio Máximo y Mínimo**

Se corrieron cincuenta mil pruebas del caso compuesto por los contratos con proveedores y clientes. Las conclusiones relevantes arrojadas por el modelo serán analizadas a continuación. Se debe tener en cuenta que la principal razón por la cual se quiere implementar esta estrategia es para disminuir una posible variación del precio del estireno que impacte negativamente en el margen del proyecto. Al ser el estireno un commodity, estas variaciones, en una proyección del precio, no se ven en un análisis de Crystal Ball. Aunque si por ejemplo se desarrolla una crisis del petróleo y el precio del estireno baja, el precio del PS bajaría, pero el del EPS también, llevando a una pérdida de la utilidad marginal.

Con relación al output del VAN, se observa su distribución en la **Figura 4.15**:

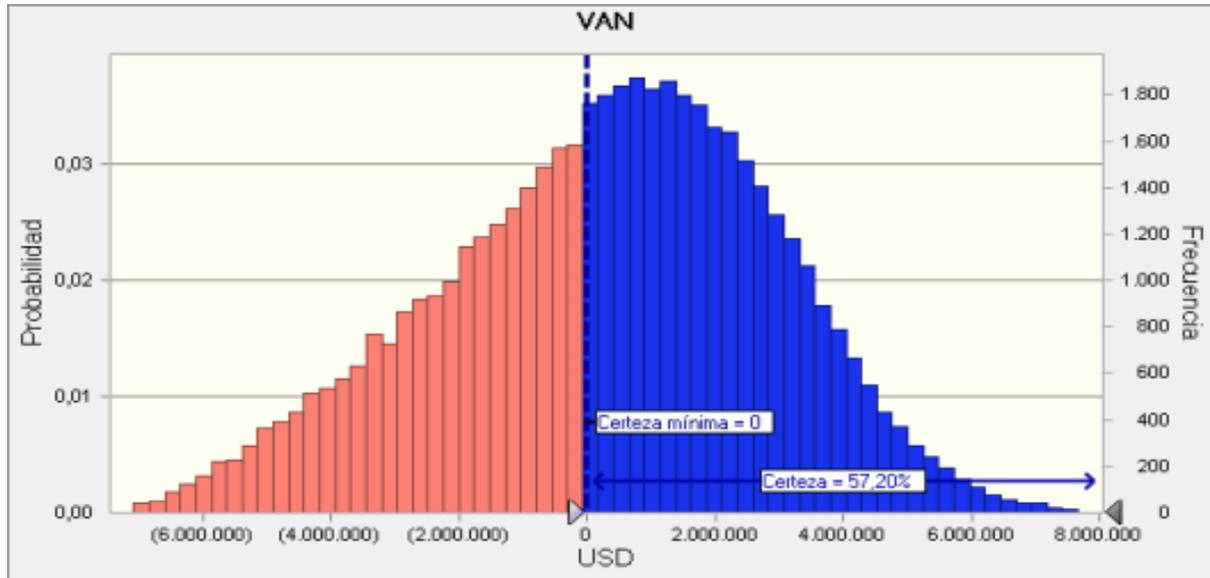


Figura 4.15: Distribución del VAN del escenario de estrategia de contratos

Estadísticos:

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Pruebas             | 50.000            |
| Caso base           | (743.376)         |
| Media               | 281.180           |
| Mediana             | 475.944           |
| Modo                | ---               |
| Desviación estándar | 2.631.327         |
| Varianza            | 6.923.881.458.358 |
| Sesgo               | -0,2491           |
| Curtosis            | 2,73              |

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Coefficiente de variación | 9,36         |
| Mínimo                    | (10.204.020) |
| Máximo                    | 9.717.517    |
| Ancho de rango            | 19.921.537   |
| Error estándar medio      | 11.768       |

Tabla 4.2: Estadísticos de la distribución del VAN del escenario de contratos

Se puede inferir lo siguiente a partir de los estadísticos:

- La certeza de que el proyecto tenga un VAN positivo aumentó levemente a un 57.2% (57% en el escenario base).
- La desviación estándar aumentó levemente en USD 1.317.
- La media aumentó levemente en USD 17.542.

A continuación (**Figura 4.16**), se puede ver el análisis de sensibilidad de los riesgos para el VAN.

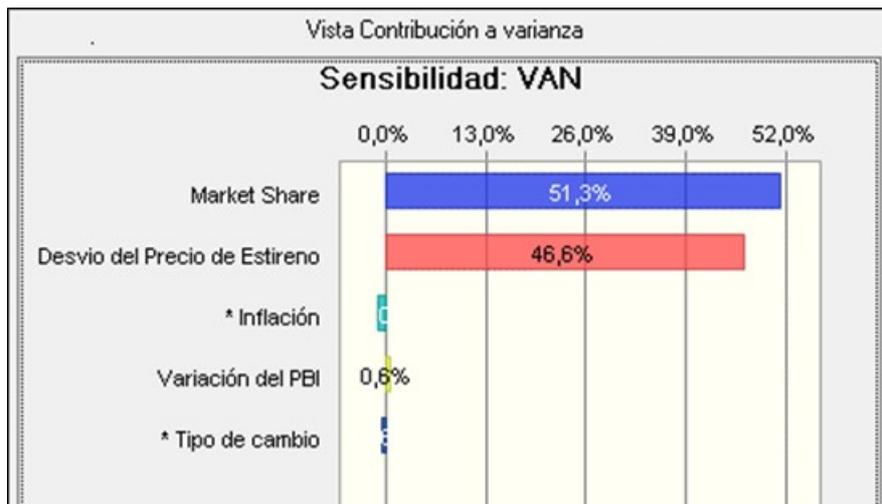


Figura 4.16: Análisis de sensibilidad del VAN

Si bien se observa que se aumenta en un 0,5% la sensibilidad del VAN al desvío del precio del estireno, no se ve un impacto significativo en la mitigación del riesgo con esta medida. Esto se debe a lo mencionado previamente que el modelo no tiene en cuenta posibles movimientos abruptos del precio del estireno a lo largo del ciclo del proyecto. Sin embargo, de haber un evento específico, el proyecto estaría reduciendo el margen de variabilidad de costo de materia prima y precio de venta.

Por otro lado, el output de período de repago no muestra ningún cambio significativo en comparación al escenario base (**Figura 4.17**).



Figura 4.17: Distribución del año de repago para escenario de estrategia contratos

En conclusión, se puede cuantificar el valor de la mitigación por contratos. El mismo fue de 17.542 USD.

#### 4.7.2. Propuesta Operativa

Se corrieron cincuenta mil pruebas del caso compuesto con las tres opciones reales combinadas. El modelo arrojó conclusiones relevantes que serán analizadas a continuación.

El output más relevante en los proyectos de inversión es el valor actual neto. En el siguiente gráfico (**Figura 4.18**) podemos observar su distribución en el nuevo modelo:

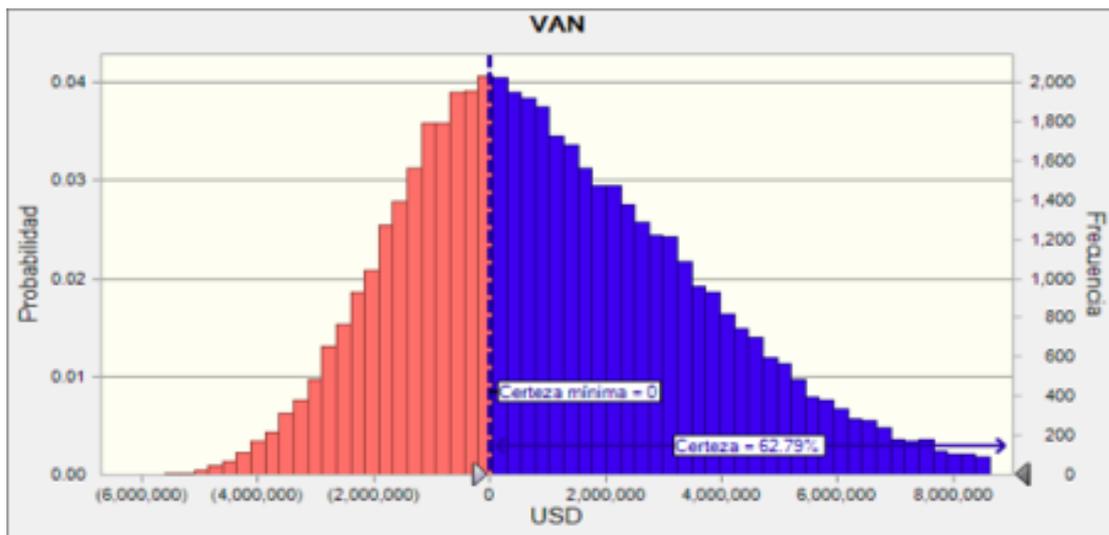


Figura 4.18: Distribución del VAN del escenario de estrategia operativa

Estadísticos:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Pruebas                   | 50.000            |
| Caso base                 | (220.364)         |
| Media                     | 1.145.353         |
| Mediana                   | 793.376           |
| Modo                      | ---               |
| Desviación estándar       | 2.671.515         |
| Varianza                  | 7.136.990.088.511 |
| Sesgo                     | 0,6780            |
| Curtosis                  | 3,65              |
| Coefficiente de variación | 2,33              |
| Mínimo                    | (9.016.658)       |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Máximo               | 16.270.286 |
| Ancho de rango       | 25.286.944 |
| Error estándar medio | 11.947     |

Tabla 4.3: Estadísticos de la distribución del VAN del escenario de estrategia operativa

Se pueden resaltar las siguientes conclusiones:

- La probabilidad de que el VAN del proyecto sea positivo aumentó a un 62,79%
- La media de la distribución aumento a 1.145.353 US\$

A pesar de que este modelo aumenta la cantidad de escenarios positivos, algunos escenarios negativos pueden tener menor VAN que en el caso base. Esto era esperado debido a que se contemplan mayores inversiones.

Otro aspecto para observar en este escenario es la diversificación de los riesgos del proyecto con respecto al escenario base, donde se ven resultados muy parecidos, con una pequeña brecha entre el market share y el desvío del precio de estireno. Esta conclusión se puede obtener a partir del siguiente análisis de sensibilidad del VAN en la **Figura 4.19**:

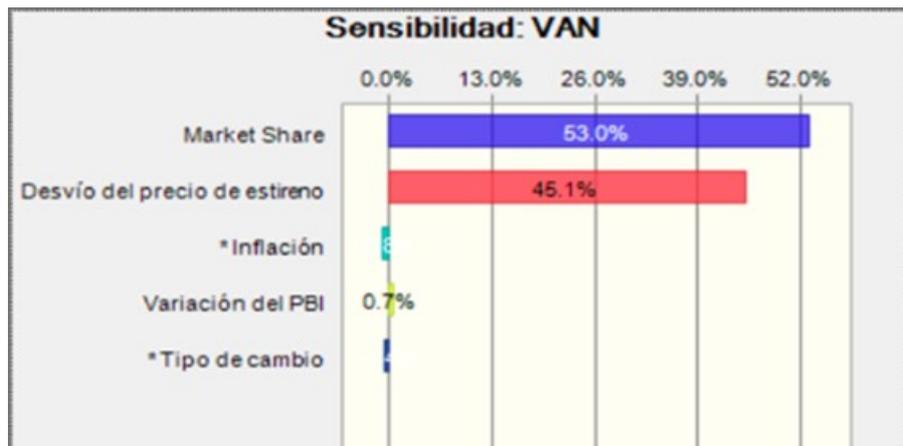


Figura 4.19: Análisis de sensibilidad del VAN

Como se comentó anteriormente, la variabilidad de los indicadores en el escenario base depende casi exclusivamente del market share y del precio del estireno. En este nuevo modelo, podemos observar que la importancia de la variabilidad causada por el market share aumentó, pero en baja medida. La sensibilidad al market share aumentó levemente ya que se posee una flexibilidad productiva mayor en este modelo comparado al caso base donde la capacidad productiva esta fija.

Otro output relevante para la viabilidad del proyecto es el período de repago. En el siguiente gráfico se puede observar su distribución:

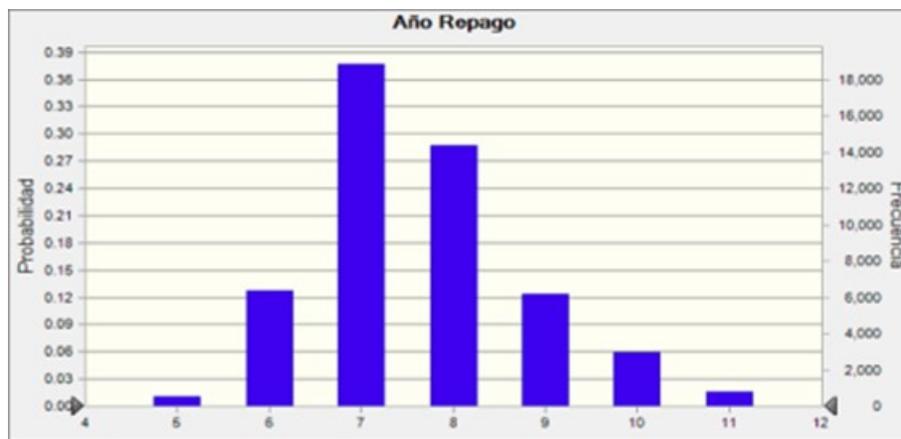


Figura 4.20: Distribución del año de repago para escenario de estrategia operativa

Se puede observar en la **figura 4.20** que el período de repago más probable es en el año 7, siendo esto más favorable para la viabilidad del proyecto que en el modelo base. Además, se puede evidenciar una distribución más uniforme y centrada que en el modelo base, lo que hace que sea más predecible.

En conclusión, se puede cuantificar el valor de la opción operativa. El mismo fue de 881.715 USD.

### 4.7.3. Propuesta Completa

Se corrieron cien mil pruebas para el caso en el cual se aplican la opción real anteriormente mencionada junto a la mitigación por contratos con proveedores y clientes. Las conclusiones relevantes arrojadas por el modelo serán analizadas a continuación.

En la **figura 4.21** se presenta la distribución del VAN con la propuesta completa:

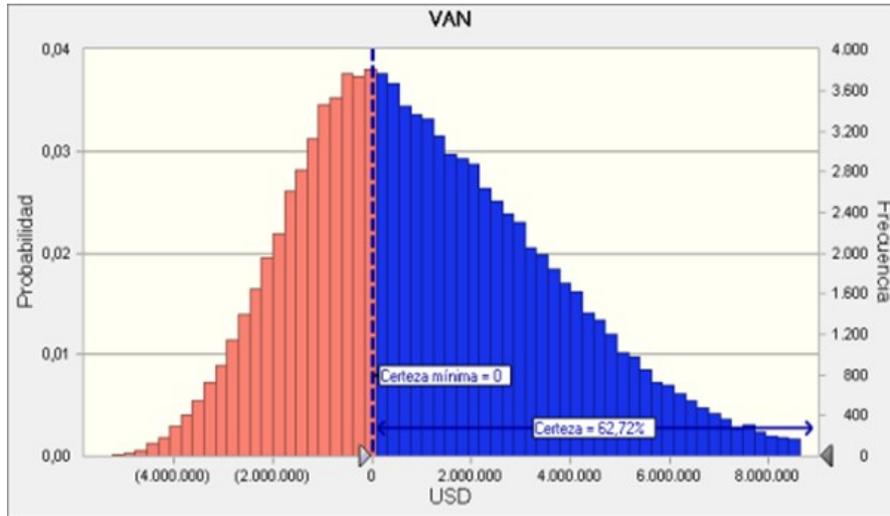


Figura 4.21: Distribución del VAN para el escenario de propuesta completa

Estadísticos:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Pruebas                   | 100,000           |
| Caso base                 | (1,605,787)       |
| Media                     | 1,166,796         |
| Mediana                   | 810,508           |
| Modo                      | (3,566,224)       |
| Desviación estándar       | 2,664,551         |
| Varianza                  | 7,099,829,758,577 |
| Sesgo                     | 0.6748            |
| Curtosis                  | 3.52              |
| Coefficiente de variación | 2.28              |
| Mínimo                    | (5,476,350)       |
| Máximo                    | 14,886,283        |
| Ancho de rango            | 20,362,633        |
| Error estándar medio      | 8,426             |

Tabla 4.4: Estadísticos de la distribución del VAN para el escenario de propuesta completa

Se pueden resaltar las siguientes conclusiones:

- La probabilidad de que el VAN del proyecto es de 62,72%, un valor similar al obtenido en el escenario operativo de opciones reales.
- La media de la distribución aumento a 1.166.796 US\$
- La desviación estándar fue de USD 2.664.551

Como se puede observar, en este escenario se presenta el VAN mínimo más chico por una amplia diferencia.

A continuación, se puede observar el informe de sensibilidad:

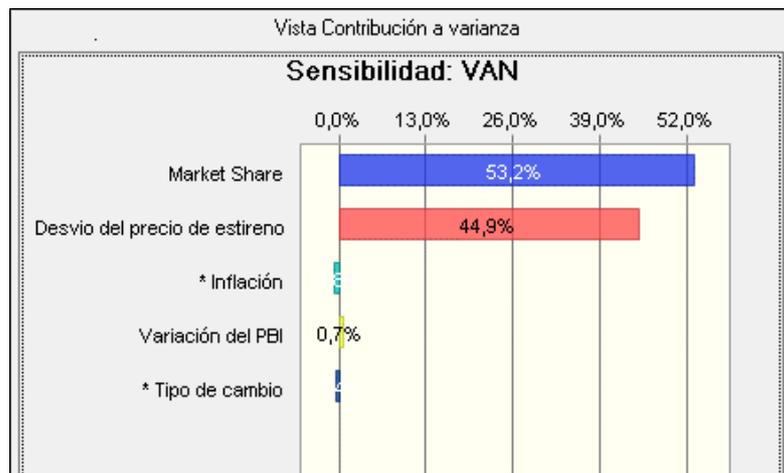


Figura 4.22: Análisis de sensibilidad del VAN para la propuesta completa

Se puede observar en la **Figura 4.22** que la sensibilidad del VAN al desvío del precio del estireno es la menor de todos los escenarios con un 44,9%. Esto se debe a la implementación del contrato para disminuir la variabilidad del precio en conjunto con una mayor flexibilidad en la producción del proyecto.

A continuación, se presenta la distribución del año de repago para la propuesta completa.

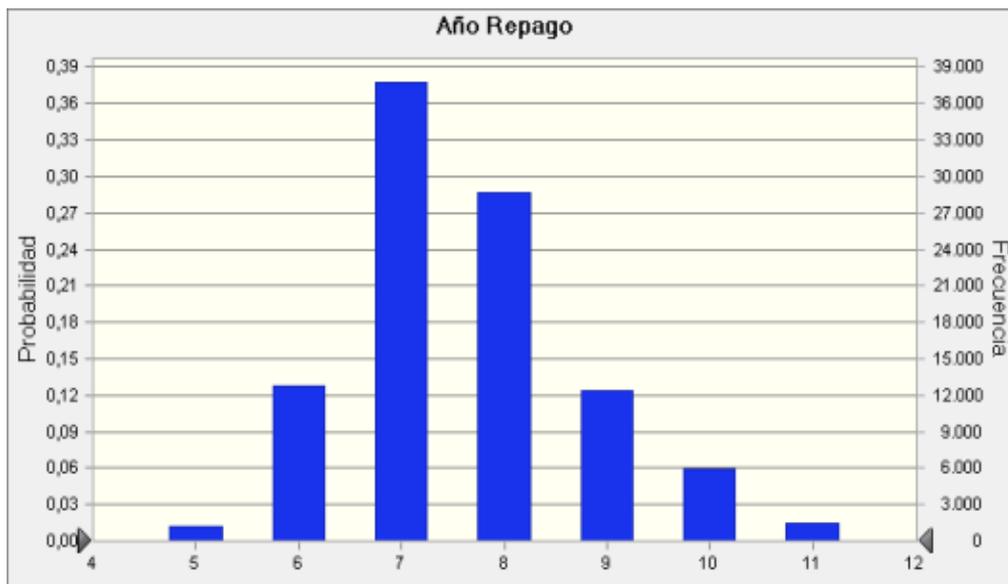


Figura 4.23: Distribución del año de repago para escenario de propuesta completa

Se observa en la **Figura 4.23** una media de período de repago menor que en el caso base. Sin embargo, la distribución y sus estadísticos son similares al escenario de la propuesta operativa. Esto quiere decir que la inclusión de los contratos de precio máximo y mínimo no alteran significativamente este indicador de rentabilidad.

En conclusión, se puede cuantificar el valor de la opción completa. El mismo fue de 903.158 USD.

#### 4.8. Análisis de Impacto y Dificultad de Implementación

Una vez visto los resultados se realizará un análisis del impacto de cada estrategia y su dificultad de implementación.

Para analizar la estrategia de contratos, esta será dividida en dos. Por un lado, el contrato con el proveedor y por otro lado los contratos con los clientes.

En el caso del contrato con el proveedor (A), se considera que tiene un impacto medio/alto, ya que acotar la variación del precio del estireno, el cual afecta el costo del PS que representa la mayor parte de los costos totales es de suma importancia. Sin embargo, el estireno por su naturaleza es un producto con un precio muy estable, por lo que esta estrategia solo mitigaría

un riesgo en un caso improbable de que el precio del estireno cambie abruptamente. A su vez, se considera que tiene una dificultad de implementación baja/media. Esto se debe principalmente a que el proyecto se encuentra integrado dentro de Pampa Energía y se esperan buenas relaciones ya que estos participarán de las ganancias del proyecto.

Por el lado de los contratos con clientes (B), se considera que el impacto también es medio/alto, ya que afecta el precio de venta de EPS, pero, al igual que en el contrato (A), no es un escenario común el que esta estrategia estaría mitigando. Por otro lado, la dificultad de implementación es muy alta. Esto es debido a la amplia cartera de clientes y la dificultad de lograr un contrato de estas características con todos. Lo más probable es que no pueda ser implementada de forma total, pero sí de forma parcial. Por ejemplo, una implementación con los mayores clientes del proyecto.

En el caso de la estrategia operativa (C), su impacto es considerado alto, ya que la flexibilidad de compra de máquinas, su estructura de tiempos y en qué momento del proyecto se compran genera un importante aprovechamiento de riesgos. Esto se debe a que la dependencia del proyecto al market share y la variación del PBI es mitigada o aprovechada logrando producir una cantidad de producto cercana a lo proyectado. A su vez, su dificultad de implementación es considerada media, ya que el proyecto cuenta con un depósito para expandirse de ser necesario y si bien aumenta el riesgo debido a una posible mayor inversión, el acondicionamiento de las máquinas no es sencilla. En la **Figura 2.24**, se puede ver la matriz de oportunidad de mejora que representa lo analizado.

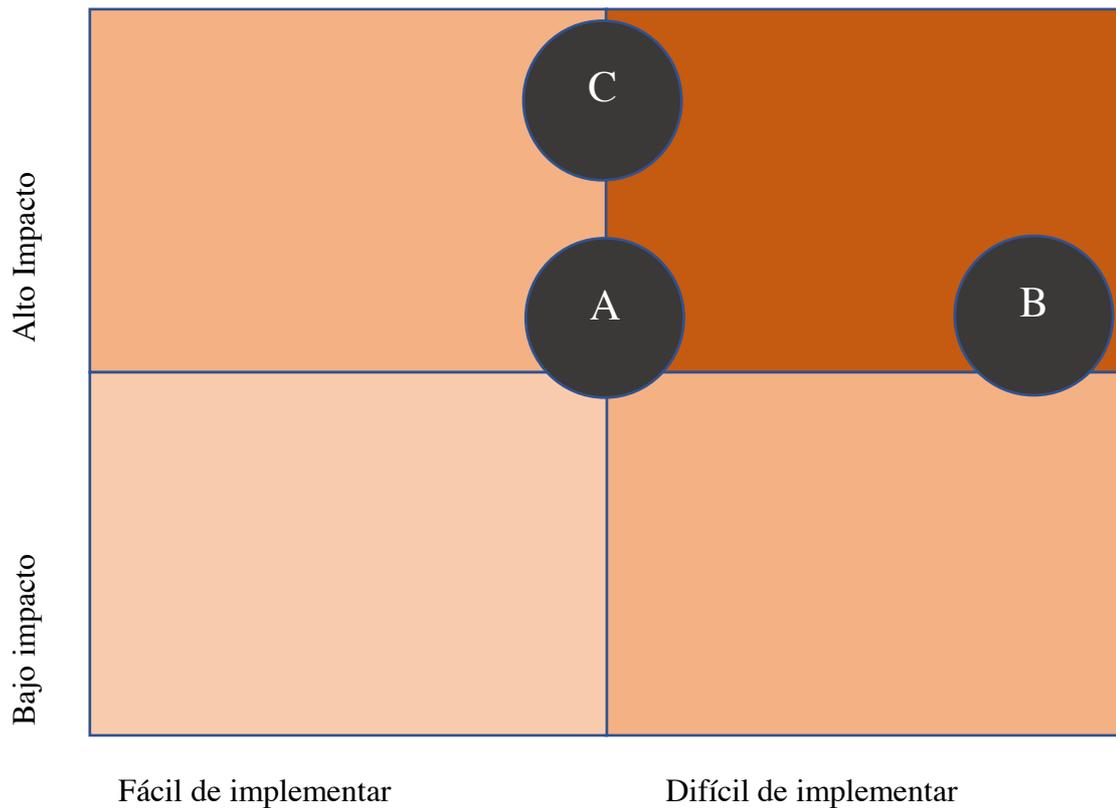


Figura 4.24: MDOM de las estrategias

#### 4.9. Conclusiones

La importancia de mitigar los riesgos negativos y aprovechar los positivos se hace evidente en esta entrega. El aumento de la certeza de que el VAN es positivo con la estrategia completa en comparación con la base es notable, al igual que la media del mismo. Se pudo entender también por qué el escenario contemplado en la sección anterior dio como resultado un VAN negativo por distintos motivos. El más importante fue tener una proyección de market share pesimista con una capacidad productiva poco flexible, teniendo una máquina trabajando al 50% ciertos años en vez de al 100% por la estructura de tiempos fija llevó a que el proyecto en el tiempo previsto no sea viable. La estrategia operativa mitiga dicho riesgo aumentando la media del VAN.

Por otro lado, al generar tanto impacto sobre el proyecto una variación en el precio proyectado del estireno, la estrategia de mitigación por contratos es una importante opción para realizar. Si bien sus resultados de mitigación no se pueden visualizar correctamente con el modelo, esta estrategia hace que el proyecto sea más robusto frente a cambios inusuales y abruptos en el precio del commodity.

Si bien la combinación de las dos estrategias aumentó levemente la variabilidad del VAN, se puede notar un aumento de su media y un aumento de la certeza de que el VAN será mayor a 0. A su vez, se logra una disminución de la moda en el periodo de repago. Adicionalmente se observa que el valor de la opción completa es mayor a la suma de la mitigación por contratos y de la opción operativa por lo que se genera una sinergia entre las estrategias con un valor de 3901 USD.

En la **Tabla 4.5**, se puede ver un resumen comparativo de los resultados de los distintos escenarios siendo el escenario base el A, la propuesta de contratos el B, la propuesta operativa el C y el escenario completo el D.

|                           | A                | B                 | C                | D                |
|---------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| % VAN > 0                 | 56,98%           | 57,20%            | 62,79%           | 62,72%           |
| VAN medio (USD)           | \$ 263.638,00    | \$ 281.180,00     | \$ 1.145.353,00  | \$ 1.166.796,00  |
| VANmin (USD)              | -\$ 8.925.050,00 | -\$ 10.204.020,00 | -\$ 9.016.658,00 | -\$ 5.476.350,00 |
| VANmax (USD)              | \$ 9.446.538,00  | \$ 9.717.517,00   | \$ 16.270.286,00 | \$ 14.886.283,00 |
| Desviación Estandar (USD) | \$ 2.632.644,00  | \$ 2.631.327,00   | \$ 2.671.515,00  | \$ 2.664.551,00  |
| Moda de Periodo de repago | 8                | 8                 | 7                | 7                |
| Valor de la Opción        |                  | \$ 17.542,00      | \$ 881.715,00    | \$ 903.158,00    |

Tabla 4.5: Resultados de distribución del VAN de escenarios

Por lo tanto, es recomendable intentar de implementar ambas estrategias para lograr aumentar el valor del proyecto.

## ANEXO A - Balance de Masa

| Proceso         |              |                           | Año      |           |           |           |           |           |           |           |            |            |
|-----------------|--------------|---------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|                 |              |                           | 2020     | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      | 2027      | 2028       | 2029       |
| Empaque         | %            | Out (Kg EPS PT)           | 960922,4 | 2235086,4 | 3788396,9 | 4650923,3 | 5567196,9 | 6555428,9 | 7636681,8 | 8798399,3 | 10061812,7 | 11415567,5 |
|                 | 0,001%       | Scrap Kg EPS PT           | 9,6      | 22,4      | 37,9      | 46,5      | 55,7      | 65,6      | 76,4      | 88,0      | 100,6      | 114,2      |
|                 |              | In                        | 960932,0 | 2235108,7 | 3788434,8 | 4650969,9 | 5567252,5 | 6555494,4 | 7636758,2 | 8798487,3 | 10061913,3 | 11415681,7 |
| Aditivado final | %            | Out                       | 960932,0 | 2235108,7 | 3788434,8 | 4650969,9 | 5567252,5 | 6555494,4 | 7636758,2 | 8798487,3 | 10061913,3 | 11415681,7 |
|                 | 0,0999%      | In (kg estearato de zinc) | 960,0    | 2232,9    | 3784,7    | 4646,3    | 5561,7    | 6548,9    | 7629,1    | 8789,7    | 10051,9    | 11404,3    |
|                 | 99,90%       | In (kg EPS)               | 959971,1 | 2232873,6 | 3784646,4 | 4646318,9 | 5561685,3 | 6548938,9 | 7629121,4 | 8789688,8 | 10051851,4 | 11404266,0 |
| Secado          | %            | Out (Kg EPS)              | 959971,1 | 2232873,6 | 3784646,4 | 4646318,9 | 5561685,3 | 6548938,9 | 7629121,4 | 8789688,8 | 10051851,4 | 11404266,0 |
|                 | 0,003%       | Scrap                     | 24,0     | 55,8      | 94,6      | 116,2     | 139,0     | 163,7     | 190,7     | 219,7     | 251,3      | 285,1      |
|                 |              | In (Kg EPS)               | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
| Enfriamiento    | %            | Out (Kg EPS)              | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
|                 | 0%           | Scrap                     | 0,0      | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0        | 0,0        |
|                 |              | In (Kg EPS)               | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
| Pelletizadora   | %            | Out (KG EPS)              | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
|                 | 0%           | Scrap                     | 0,0      | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0        | 0,0        |
|                 |              | In KG masa EPS            | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
| Mixer           | %            | Out (Kg masa EPS)         | 959995,1 | 2232929,4 | 3784741,0 | 4646435,0 | 5561824,3 | 6549102,7 | 7629312,1 | 8789908,5 | 10052102,7 | 11404551,1 |
|                 | 0,0001%      | Scrap                     | 1,0      | 2,2       | 3,8       | 4,6       | 5,6       | 6,5       | 7,6       | 8,8       | 10,1       | 11,4       |
|                 |              | In (Kg masa EPS)          | 959996,0 | 2232931,7 | 3784744,8 | 4646439,7 | 5561829,9 | 6549109,2 | 7629319,8 | 8789917,3 | 10052112,8 | 11404562,5 |
| Extrusora       | %            | Out (Kg masa EPS)         | 959996,0 | 2232931,7 | 3784744,8 | 4646439,7 | 5561829,9 | 6549109,2 | 7629319,8 | 8789917,3 | 10052112,8 | 11404562,5 |
|                 | 93,3%        | In PS (Kg)                | 895676,3 | 2083325,2 | 3531166,9 | 4335128,2 | 5189187,3 | 6110318,9 | 7118155,3 | 8200992,9 | 9378621,2  | 10640456,9 |
|                 | 5,50%        | In Pentano (Kg)           | 52799,8  | 122811,2  | 208161,0  | 255554,2  | 305900,6  | 360201,0  | 419612,6  | 483445,5  | 552866,2   | 627250,9   |
|                 | 0,4%         | In Hexabromo (Kg)         | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 | 0,4%         | In Grafito (Kg)           | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 | In cera (Kg) | 3840,0                    | 8931,7   | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5   | 45618,3    |            |
| Dosificadora    | %            | Out PS (Kg)               | 895676,3 | 2083325,2 | 3531166,9 | 4335128,2 | 5189187,3 | 6110318,9 | 7118155,3 | 8200992,9 | 9378621,2  | 10640456,9 |
|                 |              | Out Hexabromo (Kg)        | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 |              | Out Grafito (Kg)          | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 |              | Out cera (Kg)             | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 | 0%           | Scrap                     | 0,0      | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0        | 0,0        |
|                 |              | In PS (Kg)                | 895676,3 | 2083325,2 | 3531166,9 | 4335128,2 | 5189187,3 | 6110318,9 | 7118155,3 | 8200992,9 | 9378621,2  | 10640456,9 |
|                 |              | In Hexabromo (Kg)         | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 |              | In Grafito (Kg)           | 3840,0   | 8931,7    | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5    | 45618,3    |
|                 | In cera (Kg) | 3840,0                    | 8931,7   | 15139,0   | 18585,8   | 22247,3   | 26196,4   | 30517,3   | 35159,7   | 40208,5   | 45618,3    |            |

## ANEXO B - Balance de Línea

| Máquina         | 2020            |            |                              |                          | 2021            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
|                 | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 907,2           | Ton/año    | 3.808,5                      | 23,82%                   | 2.110,1         | Ton/año    | 5.709,0                      | 36,96%                   |
| Extrusora       | 960,0           | Ton/año    | 3.281,7                      | 29,25%                   | 2.232,9         | Ton/año    | 4.919,3                      | 45,39%                   |
| Mixer           | 960,0           | Ton/año    | 3.670,3                      | 26,16%                   | 2.232,9         | Ton/año    | 5.501,8                      | 40,59%                   |
| Pelletizadora   | 960,0           | Ton/año    | 2.992,4                      | 32,08%                   | 2.232,9         | Ton/año    | 4.485,6                      | 49,78%                   |
| Enfriamiento    | 960,0           | Ton/año    | 3.206,1                      | 29,94%                   | 2.232,9         | Ton/año    | 4.806,0                      | 46,46%                   |
| Secado          | 960,0           | Ton/año    | 3.808,5                      | 25,21%                   | 2.232,9         | Ton/año    | 5.709,0                      | 39,11%                   |
| Aditivado Final | 960,9           | Ton/año    | 3.596,9                      | 26,72%                   | 2.235,1         | Ton/año    | 5.391,8                      | 41,45%                   |
| Empaque         | 960,9           | Bolsas/año | 3.419,9                      | 28,10%                   | 2.235,1         | Bolsas/año | 5.126,4                      | 43,60%                   |

| Máquina         | 2022            |            |                              |                          | 2023            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
|                 | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 3.576,6         | Ton/año    | 7.519,3                      | 47,57%                   | 4.390,9         | Ton/año    | 7.673,0                      | 57,23%                   |
| Extrusora       | 3.784,7         | Ton/año    | 6.479,2                      | 58,41%                   | 4.627,9         | Ton/año    | 6.611,6                      | 70,00%                   |
| Mixer           | 3.784,7         | Ton/año    | 7.246,5                      | 52,23%                   | 4.646,4         | Ton/año    | 7.394,6                      | 62,84%                   |
| Pelletizadora   | 3.784,7         | Ton/año    | 5.908,0                      | 64,06%                   | 4.646,4         | Ton/año    | 6.028,8                      | 77,07%                   |
| Enfriamiento    | 3.784,7         | Ton/año    | 6.330,0                      | 59,79%                   | 4.646,4         | Ton/año    | 6.459,4                      | 71,93%                   |
| Secado          | 3.784,7         | Ton/año    | 7.519,3                      | 50,33%                   | 4.646,4         | Ton/año    | 7.673,0                      | 60,56%                   |
| Aditivado Final | 3.788,4         | Ton/año    | 7.101,5                      | 53,35%                   | 4.651,0         | Ton/año    | 7.246,7                      | 64,18%                   |
| Empaque         | 3.788,4         | Bolsas/año | 6.752,0                      | 56,11%                   | 4.651,0         | Bolsas/año | 6.890,0                      | 67,50%                   |

| Máquina         | 2024            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
|                 | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 5.255,9         | Ton/año    | 7.540,4                      | 69,70%                   |
| Extrusora       | 5.539,6         | Ton/año    | 6.497,4                      | 85,26%                   |
| Mixer           | 5.561,8         | Ton/año    | 7.266,9                      | 76,54%                   |
| Pelletizadora   | 5.561,8         | Ton/año    | 5.924,6                      | 93,88%                   |
| Enfriamiento    | 5.561,8         | Ton/año    | 6.347,8                      | 87,62%                   |
| Secado          | 5.561,8         | Ton/año    | 7.540,4                      | 73,76%                   |
| Aditivado Final | 5.567,3         | Ton/año    | 7.121,5                      | 78,18%                   |
| Empaque         | 5.567,3         | Bolsas/año | 6.771,0                      | 82,22%                   |

Planta de EPS

2 SULZER

| Sulzer A        |                 | 2025       |                              |                          | 2026            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
| Máquina         | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 5.255,9         | Ton/año    | 7.673,0                      | 68,50%                   | 5.255,9         | Ton/año    | 7.519,3                      | 69,90%                   |
| Extrusora       | 5.539,6         | Ton/año    | 6.611,6                      | 83,79%                   | 5.539,6         | Ton/año    | 6.479,2                      | 85,50%                   |
| Mixer           | 5.561,8         | Ton/año    | 7.394,6                      | 75,22%                   | 5.561,8         | Ton/año    | 7.246,5                      | 76,75%                   |
| Pelletizadora   | 5.561,8         | Ton/año    | 6.028,8                      | 92,25%                   | 5.561,8         | Ton/año    | 5.908,0                      | 94,14%                   |
| Enfriamiento    | 5.561,8         | Ton/año    | 6.459,4                      | 86,10%                   | 5.561,8         | Ton/año    | 6.330,0                      | 87,86%                   |
| Secado          | 5.561,8         | Ton/año    | 7.673,0                      | 72,49%                   | 5.561,8         | Ton/año    | 7.519,3                      | 73,97%                   |
| Aditivado Final | 5.567,3         | Ton/año    | 7.246,7                      | 76,82%                   | 5.567,3         | Ton/año    | 7.101,5                      | 78,40%                   |
| Empaque         | 5.567,3         | Bolsas/año | 6.890,0                      | 80,80%                   | 5.567,3         | Bolsas/año | 6.752,0                      | 82,45%                   |

| Sulzer B        |                 | 2025       |                              |                          | 2026            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
| Máquina         | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 933,0           | Ton/año    | 3.787,3                      | 24,63%                   | 1.953,8         | Ton/año    | 5.709,0                      | 34,22%                   |
| Extrusora       | 983,3           | Ton/año    | 3.263,4                      | 30,13%                   | 2.059,2         | Ton/año    | 4.919,3                      | 41,86%                   |
| Mixer           | 987,3           | Ton/año    | 3.649,9                      | 27,05%                   | 2.067,5         | Ton/año    | 5.501,8                      | 37,58%                   |
| Pelletizadora   | 987,3           | Ton/año    | 2.975,7                      | 33,18%                   | 2.067,5         | Ton/año    | 4.485,6                      | 46,09%                   |
| Enfriamiento    | 987,3           | Ton/año    | 3.188,3                      | 30,97%                   | 2.067,5         | Ton/año    | 4.806,0                      | 43,02%                   |
| Secado          | 987,3           | Ton/año    | 3.787,3                      | 26,07%                   | 2.067,5         | Ton/año    | 5.709,0                      | 36,21%                   |
| Aditivado Final | 988,2           | Ton/año    | 3.576,9                      | 27,63%                   | 2.069,5         | Ton/año    | 5.391,8                      | 38,38%                   |
| Empaque         | 988,2           | Bolsas/año | 3.400,8                      | 29,06%                   | 2.069,5         | Bolsas/año | 5.126,4                      | 40,37%                   |

2 SULZER

| Sulzer A        |                 | 2027       |                              |                          | 2028            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
| Máquina         | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 4.153,2         | Ton/año    | 7.673,0                      | 54,13%                   | 4.749,6         | Ton/año    | 7.540,4                      | 62,99%                   |
| Extrusora       | 4.377,4         | Ton/año    | 6.611,6                      | 66,21%                   | 5.006,0         | Ton/año    | 6.497,4                      | 77,05%                   |
| Mixer           | 4.395,0         | Ton/año    | 7.394,6                      | 59,43%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 7.266,9                      | 69,16%                   |
| Pelletizadora   | 4.395,0         | Ton/año    | 6.028,8                      | 72,90%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 5.924,6                      | 84,83%                   |
| Enfriamiento    | 4.395,0         | Ton/año    | 6.459,4                      | 68,04%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 6.347,8                      | 79,18%                   |
| Secado          | 4.395,0         | Ton/año    | 7.673,0                      | 57,28%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 7.540,4                      | 66,65%                   |
| Aditivado Final | 4.399,2         | Ton/año    | 7.246,7                      | 60,71%                   | 5.031,0         | Ton/año    | 7.121,5                      | 70,64%                   |
| Empaque         | 4.399,2         | Bolsas/año | 6.890,0                      | 63,85%                   | 5.031,0         | Bolsas/año | 6.771,0                      | 74,30%                   |

| Sulzer B        |                 | 2027       |                              |                          | 2028            |            |                              |                          |
|-----------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------------------------|--------------------------|
| Máquina         | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento | Necesidad Anual |            | Capacidad real total por año | Grado de aprovechamiento |
| Dosificadora    | 4.153,2         | Ton/año    | 7.519,3                      | 55,23%                   | 4.749,6         | Ton/año    | 7.546,0                      | 62,94%                   |
| Extrusora       | 4.377,4         | Ton/año    | 6.479,2                      | 67,56%                   | 5.006,0         | Ton/año    | 6.502,2                      | 76,99%                   |
| Mixer           | 4.395,0         | Ton/año    | 7.246,5                      | 60,65%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 7.272,2                      | 69,11%                   |
| Pelletizadora   | 4.395,0         | Ton/año    | 5.908,0                      | 74,39%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 5.929,0                      | 84,77%                   |
| Enfriamiento    | 4.395,0         | Ton/año    | 6.330,0                      | 69,43%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 6.352,5                      | 79,12%                   |
| Secado          | 4.395,0         | Ton/año    | 7.519,3                      | 58,45%                   | 5.026,1         | Ton/año    | 7.546,0                      | 66,61%                   |
| Aditivado Final | 4.399,2         | Ton/año    | 7.101,5                      | 61,95%                   | 5.031,0         | Ton/año    | 7.126,7                      | 70,59%                   |
| Empaque         | 4.399,2         | Bolsas/año | 6.752,0                      | 65,15%                   | 5.031,0         | Bolsas/año | 6.776,0                      | 74,25%                   |

|                |                        |                        |             |                                     |                                 |
|----------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 2 SULZER       | <b>Sulzer A</b>        |                        | <b>2029</b> |                                     |                                 |
|                | <b>Máquina</b>         | <b>Necesidad Anual</b> |             | <b>Capacidad real total por año</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> |
|                | <b>Dosificadora</b>    | 5.388,7                | Ton/año     | 7.673,0                             | 70,23%                          |
|                | <b>Extrusora</b>       | 5.679,5                | Ton/año     | 6.611,6                             | 85,90%                          |
|                | <b>Mixer</b>           | 5.702,3                | Ton/año     | 7.394,6                             | 77,11%                          |
|                | <b>Pelletizadora</b>   | 5.702,3                | Ton/año     | 6.028,8                             | 94,58%                          |
|                | <b>Enfriamiento</b>    | 5.702,3                | Ton/año     | 6.459,4                             | 88,28%                          |
|                | <b>Secado</b>          | 5.702,3                | Ton/año     | 7.673,0                             | 74,32%                          |
|                | <b>Aditivado Final</b> | 5.707,8                | Ton/año     | 7.246,7                             | 78,76%                          |
|                | <b>Empaque</b>         | 5.707,8                | Bolsas/año  | 6.890,0                             | 82,84%                          |
|                | <b>Sulzer B</b>        |                        | <b>2029</b> |                                     |                                 |
|                | <b>Máquina</b>         | <b>Necesidad Anual</b> |             | <b>Capacidad real total por año</b> | <b>Grado de aprovechamiento</b> |
|                | <b>Dosificadora</b>    | 5.388,7                | Ton/año     | 7.519,3                             | 71,66%                          |
|                | <b>Extrusora</b>       | 5.679,5                | Ton/año     | 6.479,2                             | 87,66%                          |
|                | <b>Mixer</b>           | 5.702,3                | Ton/año     | 7.246,5                             | 78,69%                          |
|                | <b>Pelletizadora</b>   | 5.702,3                | Ton/año     | 5.908,0                             | 96,52%                          |
|                | <b>Enfriamiento</b>    | 5.702,3                | Ton/año     | 6.330,0                             | 90,08%                          |
|                | <b>Secado</b>          | 5.702,3                | Ton/año     | 7.519,3                             | 75,84%                          |
|                | <b>Aditivado Final</b> | 5.707,8                | Ton/año     | 7.101,5                             | 80,37%                          |
| <b>Empaque</b> | 5.707,8                | Bolsas/año             | 6.752,0     | 84,54%                              |                                 |

## ANEXO C – Estructura de Tiempos

|                               | 2020            |               | 2021           |               | 2022           |               | 2023          |               | 2024           |               |
|-------------------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
|                               | hs/año          | %             | hs/año         | %             | hs/año         | %             | hs/año        | %             | hs/año         | %             |
| Sulzer A                      |                 |               |                |               |                |               |               |               |                |               |
| Tiempo Calendario (TC)        | 8784            | 100,00%       | 8760           | 100,00%       | 8760           | 100,00%       | 8760          | 100,00%       | 8784           | 100,00%       |
| Turnos no programados         | 4368            | 49,73%        | 2208           | 25,21%        | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| Paros gremiales               | 48              | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48            | 0,55%         | 48             | 0,55%         |
| <b>Tiempo Posible</b>         | <b>4368</b>     | <b>49,73%</b> | <b>6504</b>    | <b>74,25%</b> | <b>8712</b>    | <b>99,45%</b> | <b>8712</b>   | <b>99,45%</b> | <b>8736</b>    | <b>99,45%</b> |
| Setups programado             | 50              | 0,569%        | 31,25          | 0,357%        | 18,75          | 0,214%        | 12,5          | 0,143%        | 18,75          | 0,213%        |
| Setups no programado          | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        |
| Setup scrap                   | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        |
| Mantenimiento programado      | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 168            | 1,918%        | 0             | 0,000%        | 168            | 1,913%        |
| <b>Tiempo Disponible (TD)</b> | <b>4318</b>     | <b>49,16%</b> | <b>6472,75</b> | <b>73,89%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8549,25</b> | <b>97,33%</b> |
| Demoras operativas            | 0,000           | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| Demoras eléctricas/mecánicas  | 0,000           | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| <b>Tiempo Neto (TN)</b>       | <b>4318,000</b> | <b>49,16%</b> | <b>6472,75</b> | <b>73,89%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8549,25</b> | <b>97,33%</b> |
| Índice Neto (TN/TD)           | 1,000           | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000         | 1,000         | 1,000          | 1,000         |
| Utilización total (TN/TC)     | 0,492           | 0,492         | 0,739          | 0,739         | 0,973          | 0,973         | 0,993         | 0,993         | 0,973          | 0,973         |

|                               | 2020   |   | 2021   |   | 2022   |   | 2023   |   | 2024   |   |
|-------------------------------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
|                               | hs/año | % |
| Sulzer B                      |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
| Tiempo Calendario (TC)        | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Turnos no programados         | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Paros gremiales               | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| <b>Tiempo Posible</b>         | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Setups programado             | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Setups no programado          | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Setup scrap                   | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Mantenimiento programado      | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| <b>Tiempo Disponible (TD)</b> | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Demoras operativas            | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Demoras eléctricas/mecánicas  | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| <b>Tiempo Neto (TN)</b>       | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Índice Neto (TN/TD)           | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |
| Utilización total (TN/TC)     | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - | -      | - |

|                               | 2025          |               | 2026           |               | 2027          |               | 2028           |               | 2029          |               |
|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
|                               | hs/año        | %             | hs/año         | %             | hs/año        | %             | hs/año         | %             | hs/año        | %             |
| Sulzer A                      |               |               |                |               |               |               |                |               |               |               |
| Tiempo Calendario (TC)        | 8760          | 100,00%       | 8760           | 100,00%       | 8760          | 100,00%       | 8784           | 100,00%       | 8760          | 100,00%       |
| Turnos no programados         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         |
| Paros gremiales               | 48            | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48            | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48            | 0,55%         |
| <b>Tiempo Posible</b>         | <b>8712</b>   | <b>99,45%</b> | <b>8712</b>    | <b>99,45%</b> | <b>8712</b>   | <b>99,45%</b> | <b>8736</b>    | <b>99,45%</b> | <b>8712</b>   | <b>99,45%</b> |
| Setups programado             | 12,5          | 0,143%        | 18,75          | 0,214%        | 12,5          | 0,143%        | 18,75          | 0,213%        | 12,5          | 0,143%        |
| Setups no programado          | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        |
| Setup scrap                   | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        |
| Mantenimiento programado      | 0             | 0,000%        | 168            | 1,918%        | 0             | 0,000%        | 168            | 1,913%        | 0             | 0,000%        |
| <b>Tiempo Disponible (TD)</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8549,25</b> | <b>97,33%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> |
| Demoras operativas            | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         |
| Demoras eléctricas/mecánicas  | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         |
| <b>Tiempo Neto (TN)</b>       | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> | <b>8549,25</b> | <b>97,33%</b> | <b>8699,5</b> | <b>99,31%</b> |
| Índice Neto (TN/TD)           | 1,000         | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000         | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000         | 1,000         |
| Utilización total (TN/TC)     | 0,993         | 0,993         | 0,973          | 0,973         | 0,993         | 0,993         | 0,973          | 0,973         | 0,993         | 0,993         |

|                               | 2025            |               | 2026           |               | 2027           |               | 2028          |               | 2029           |               |
|-------------------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
|                               | hs/año          | %             | hs/año         | %             | hs/año         | %             | hs/año        | %             | hs/año         | %             |
| Sulzer B                      |                 |               |                |               |                |               |               |               |                |               |
| Tiempo Calendario (TC)        | 8760            | 100,00%       | 8760           | 100,00%       | 8760           | 100,00%       | 8784          | 100,00%       | 8760           | 100,00%       |
| Turnos no programados         | 4368            | 49,86%        | 2208           | 25,21%        | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| Paros gremiales               | 48              | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48             | 0,55%         | 48            | 0,55%         | 48             | 0,55%         |
| <b>Tiempo Posible</b>         | <b>4344</b>     | <b>49,59%</b> | <b>6504</b>    | <b>74,25%</b> | <b>8712</b>    | <b>99,45%</b> | <b>8736</b>   | <b>99,45%</b> | <b>8712</b>    | <b>99,45%</b> |
| Setups programado             | 50              | 0,571%        | 31,25          | 0,357%        | 18,75          | 0,214%        | 12,5          | 0,142%        | 18,75          | 0,214%        |
| Setups no programado          | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        |
| Setup scrap                   | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 0             | 0,000%        | 0              | 0,000%        |
| Mantenimiento programado      | 0               | 0,000%        | 0              | 0,000%        | 168            | 1,918%        | 168           | 1,913%        | 168            | 1,918%        |
| <b>Tiempo Disponible (TD)</b> | <b>4294</b>     | <b>49,02%</b> | <b>6472,75</b> | <b>73,89%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8555,5</b> | <b>97,40%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> |
| Demoras operativas            | 0,000           | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| Demoras eléctricas/mecánicas  | 0,000           | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0              | 0,00%         | 0             | 0,00%         | 0              | 0,00%         |
| <b>Tiempo Neto (TN)</b>       | <b>4294,000</b> | <b>49,02%</b> | <b>6472,75</b> | <b>73,89%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> | <b>8555,5</b> | <b>97,40%</b> | <b>8525,25</b> | <b>97,32%</b> |
| Índice Neto (TN/TD)           | 1,000           | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000          | 1,000         | 1,000         | 1,000         | 1,000          | 1,000         |
| Utilización total (TN/TC)     | 0,490           | 0,490         | 0,739          | 0,739         | 0,973          | 0,973         | 0,974         | 0,974         | 0,973          | 0,973         |

**ANEXO D – Consumo Energético**

|          | <b>Año</b>                           | <b>2020</b>   | <b>2021</b>   | <b>2022</b>   | <b>2023</b>   | <b>2024</b>   | <b>2025</b>   | <b>2026</b>    | <b>2027</b>    | <b>2028</b>    | <b>2029</b>    |
|----------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sulzer A | Tiempo disponible (hs/año)           | 4318          | 6472,75       | 8525,25       | 8699,5        | 8549,25       | 8699,5        | 8525,25        | 8699,5         | 8549,25        | 8699,5         |
|          | Setups programados (hs/año)          | 50            | 31,25         | 18,75         | 12,5          | 18,75         | 12,5          | 18,75          | 12,5           | 18,75          | 12,5           |
|          | Grado de aprovechamiento             | 32%           | 50%           | 64%           | 77%           | 94%           | 92%           | 94%            | 73%            | 85%            | 95%            |
|          | Consumo por hora en régimen (KWh)    | 48            | 67            | 78            | 85            | 90            | 89            | 90             | 83             | 88             | 90             |
|          | Consumo por hora en setup (KWh)      | 58            | 81            | 94            | 102           | 108           | 107           | 108            | 100            | 106            | 108            |
|          | Consumo anual (KWh/año)              | 212261        | 438149        | 669936        | 743072        | 768565        | 779600        | 766656         | 726704         | 753711         | 782005         |
| Sulzer B | Tiempo disponible (hs/año)           |               |               |               |               | 4294          | 6472,75       | 8525,25        | 8555,5         | 8525,25        |                |
|          | Setups programados (hs/año)          |               |               |               |               | 50            | 31,25         | 18,75          | 12,5           | 18,75          |                |
|          | Grado de aprovechamiento             |               |               |               |               | 33,18%        | 46,09%        | 74,39%         | 84,77%         | 96,52%         |                |
|          | Consumo por hora en régimen (KWh)    |               |               |               |               | 50            | 64            | 84             | 88             | 90             |                |
|          | Consumo por hora en setup (KWh)      |               |               |               |               | 60            | 77            | 101            | 105            | 108            |                |
|          | Consumo anual (KWh/año)              |               |               |               |               | 216885        | 415646        | 718841         | 753456         | 768365         |                |
|          | <b>Consumo anual total (KWh/año)</b> | <b>212261</b> | <b>438149</b> | <b>669936</b> | <b>743072</b> | <b>768565</b> | <b>996485</b> | <b>1182302</b> | <b>1445545</b> | <b>1507168</b> | <b>1550370</b> |

## ANEXO E – Precauciones del Pentano

### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD



(Conforme al SGA rev. 5)

#### NORMAL PENTANO

| 1.IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO  |   |
|--|---|
| Empresa: YPF S.A.<br>Dirección: Av. Macacha Güemes n° 515<br>CP C1106BKK<br>Buenos Aires - ARGENTINA<br>Tel# (+ 5411) 5441-2000<br>Fax# (+ 5411) 5441-5796 | Nombre comercial: NORMAL PENTANO<br>Nombre químico: n-Pentano.                                  |
|  | Sinónimos: n-Pentano. Hidruro de amilo.   |
|  | Teléfono de emergencia:<br>En Argentina: 0800-222-2933<br>Desde otros países: (+5411) 4613-1100 |

| 2.IDENTIFICACION DEL PELIGRO O PELIGROS  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| 2.1 ELEMENTOS DE LA ETIQUETA   |   |   |   |
| Pictograma   |   |   |   |
| Palabra Advertencia  | Peligro                                 |   |   |
| Indicación de Peligro  | H225 Líquido y vapores muy inflamables. | H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.<br>H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. | H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. |
| Criterios de Clasificación   | Líquidos inflamables (Categoría 2)      | Peligro de aspiración (Categoría 1)<br>Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3)              | Toxicidad acuática crónica (Categoría 2)                                  |
| Otras regulaciones   |   |   |   |
| OTROS PELIGROS   |   |   |   |
| Extremadamente inflamable. Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático |   |   |   |

| 3.COMPOSICIÓN/INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES |         |   |                      |
|---|---------|---|----------------------|
| Composición general: Pentano.                   |         |   |                      |
| Principales Componentes                         | Rango % | Clasificación                                 | Frases S             |
| N-Pentano<br>CAS # 109-66-0<br>CE # 203-692-4   | 100     | F+; R12<br>Xn; R65<br>R66<br>R67<br>N; R51/53 | S9-16-29<br>33-61-62 |

Rev.:12 Fecha:22 de ene de 2014 Doc:12042 1 de 8

#### 4.PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Sacar a la persona afectada al aire libre. Si la respiración es dificultosa, administrar oxígeno; en caso de parada respiratoria, asistir la respiración artificialmente. Solicitar asistencia médica.

**Ingestión/Aspiración:** NO INDUCIR EL VÓMITO para evitar la aspiración hacia los pulmones. Solicitar asistencia médica urgente.

**Contacto piel/ojos:** Retirar las prendas contaminadas con producto. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. Solicitar asistencia médica. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua abundante durante al menos 15 minutos Solicitar asistencia médica.

**Medidas generales:** Solicitar asistencia médica.

#### 5.MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Medidas de extinción:** CO<sub>2</sub>, espumas, agua pulverizada y químicos secos.

**Contraindicaciones:** NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

**Productos de combustión:** CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O; CO y gases tóxicos e irritantes, en caso de combustión incompleta.

**Medidas especiales:** Aislar y sacar el contenedor de la zona de fuego si puede hacerse sin riesgo. Aplicar agua fría a los tanques o depósitos expuestos a las llamas hasta que el fuego se haya extinguido. Mantenerse alejado de los tanques. En caso de fuego intenso es recomendable el empleo de mangueras sin manipulación directa para evitar riesgos. Si el fuego se vuelve incontrolable, aislar y abandonar la zona y dejar que el fuego arda. Consultar y aplicar planes de emergencia en caso de que existan.

**Peligros especiales:** Producto extremadamente inflamable y combustible. Forma mezclas explosivas e inflamables con el aire y se puede inflamar en presencia de calor, llamas, chispas y electricidad estática. Los vapores pueden viajar hasta fuentes remotas de ignición e inflamarse. Los contenedores vacíos pueden explotar con el calor del fuego. Peligro de explosión de vapores en interiores, exteriores y en conductos. Vertido a drenajes o alcantarillas puede inflamarse y explotar.

**Equipos de protección:** Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos, utilizar aparato de respiración autónoma.

#### 6.MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

**Precauciones para el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los derrames forman una película sobre la superficie del agua impidiendo la transferencia de oxígeno.

**Detoxificación y limpieza:** Derrames pequeños: Emplear materiales absorbentes como arena u otros y depositar en contenedores cerrados para su posterior eliminación.

Derrames grandes: Evitar la dispersión con barreras mecánicas. Aspirar el vertido a contenedores cerrados para posterior reutilización o eliminación.

**Precauciones personales:** Aislar la zona del derrame. Evitar la inhalación prolongada de vapores y el contacto con el producto. Eliminar cualquier fuente de ignición. No fumar en la zona del derrame.

**Protección personal:** Es recomendable el empleo de equipos de respiración autónoma y trajes impermeables u otras prendas protectoras adecuadas como guantes y gafas.

Rev.:12      Fecha:22 de ene de 2014      Doc:12042      2 de 8

| <b>7.MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>  |  |
|---|--|
| <b>Manipulación:</b>  |  |
| <p><i>Precauciones generales:</i> Utilizar ropa de protección adecuada y gafas de seguridad para prevenir el contacto con la piel y los ojos y protección respiratoria para evitar la exposición por inhalación. En las áreas manejo, uso o almacenamiento del producto, mantener alejadas las posibles fuentes de ignición y no fumar. El transvase de productos se debe hacer mediante conexiones estancas y conectadas a tierra. Utilizar equipos correctamente conectados a tierra y herramientas antideflagrantes.</p> <p><i>Condiciones específicas:</i> Sistema de ventilación local eficiente antideflagrante. Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores. Se debe comprobar que los tanques han sido adecuadamente purgados antes de realizar cualquier operación de limpieza o mantenimiento en ellos.</p> <p><i>Uso Específico:</i> Solvente. Producción de pesticidas, poliestireno expandible, etc.</p> |  |
| <b>Almacenamiento:</b>  |  |
| <p><i>Temperatura y productos de descomposición:</i> Cuando se descompone, puede emitir humos tóxicos e irritantes.</p> <p><i>Reacciones peligrosas:</i> Material extremadamente inflamable y combustible.</p> <p><i>Condiciones de almacenamiento:</i> Contenedores correctamente cerrados y etiquetados, situados en lugares frescos y ventilados, en áreas clasificadas como eléctricamente seguras y con un sistema seguro de protección contra incendios. Eliminar fuentes de ignición y oxidantes fuertes en zonas de manejo y almacenamiento del producto.</p> <p><i>Materiales incompatibles:</i> Oxidantes fuertes.</p>  |  |

| <b>8.CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL</b>   |   |
|--|---|
| <b>Equipos de protección personal:</b>   | <i>Protección ocular:</i> Gafas de seguridad contra salpicaduras y vapores. |
| <i>Protección respiratoria:</i> Equipos autónomos de respiración en presencia de altas concentraciones de vapor.   |   |
| <i>Protección cutánea:</i> Guantes, ropa de protección y calzado adecuado.   | <i>Otras protecciones:</i> Duchas y lavaojos en áreas de trabajo.           |
| <b>Precauciones generales:</b> Evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores. Sistema de ventilación local eficiente.   |   |
| <b>Prácticas higiénicas en el trabajo:</b> La ropa empapada en el producto debe ser mojada (preferentemente bajo la ducha) para evitar la inflamación y ser retirada lo más rápidamente posible, fuera del radio de acción de fuentes de ignición. Las prendas y equipos de protección deben ser cambiados regularmente y lavados antes de su reutilización. Buenas prácticas de trabajo y la adopción de medidas higiénicas, reducen exposiciones innecesarias. Debe disponerse de duchas con agua caliente y jabón (no otros disolventes). Utilizar cremas para la piel después del trabajo. |   |
| <b>Controles de exposición:</b> TLV/TWA (ACGIH): 600 ppm<br>PEL/TWA (OSHA): 600 ppm<br>VLA (INSHT): 1000 ppm<br>MAK: 1000 ppm<br>IDLH (Immediately Dangerous for Life &Health): 1500 ppm   |   |

| 9.PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS                         |   |
|--|---|
| Aspecto:Líquido.   | pH: NP  |
| Color:Incoloro.  | Olor: A gasolina.   |
| Punto de ebullición: 36°C (96.8°F)                       | Punto de fusión/congelación: -130°C (-202°F)              |
| Punto de inflamación/Inflamabilidad: -49°C C/C (-56.2°F) | Autoinflamabilidad: 309°C (588°F)                         |
| Propiedades explosivas: LSE: 7.8% LIE: 1.5%              | Propiedades comburentes: NP                               |
| Presión de vapor: 426 mm Hg a 20°C                       | Densidad: 0.626 g/cm <sup>3</sup> a 20°C                  |
| Tensión superficial: NP                                  | Viscosidad:   |
| Densidad de vapor: 2.49 (aire: 1)                        | Coef. reparto (n-octanol/agua): log K <sub>ow</sub> : 3.4 |
| Hidrosolubilidad: Insoluble.                             | Solubilidad: Alcohol.                                     |
| Otros datos: Peso molecular: 72.15 g/mol                 |   |

| 10.ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD  |  |
|---|--|
| Estabilidad: Líquido extremadamente inflamable y combustible a temperatura ambiente.                              | Condiciones a evitar: Chispas, llamas y fuentes de ignición. |
| Incompatibilidad: Materiales oxidantes.   |  |
| Productos de combustión/descomposición peligrosos: Cuando se descompone, puede emitir humos tóxicos e irritantes. |  |
| Riesgo de polimeración: NP  | Condiciones a evitar: NP                                     |

| 11.INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA  |  |
|--|--|
| Vías de entrada: Inhalación, ingestión y contacto con piel y ojos.   |  |
| Efectos agudos y crónicos: Nocivo: Si se ingiere puede causar daño pulmonar. Irritación de vías respiratorias, piel y ojos. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo. |  |
| Carcinogenicidad: NP   |  |
| Toxicidad para la reproducción: No hay datos disponibles.  |  |
| Condiciones médicas agravadas por la exposición: Problemas respiratorios y dermatológicos.   |  |

Rev.:12      Fecha:22 de ene de 2014      Doc:12042      4 de 8

### 12. INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

**Forma y potencial contaminante:**

*Persistencia y degradabilidad:* Cuando se libera al medio ambiente, sufre intensa evaporación. La biodegradación del producto puede ocurrir en suelos y agua, siendo la volatilización y la adsorción a sedimentos o materiales suspendidos en el agua los procesos más importantes. En la atmósfera, reacciona con radicales hidroxilos, teniendo una vida media de 4.1 días.

*Movilidad/Bioacumulación:* Presenta baja movilidad en el suelo. El factor de bioconcentración (log FBC) calculado para el n-pentano no indica importante bioacumulación en organismos acuáticos.

**Efecto sobre el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

### 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

**Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes):** Incineración o recuperación cuando sea posible.

**Residuos:** Líquidos de procesos industriales.

*Eliminación:* Remitirse a un gestor autorizado.

*Manipulación:* Los materiales contaminados por el producto presentan los mismos riesgos y necesitan las mismas precauciones que el producto y deben considerarse como residuo tóxico y peligroso. No desplazar nunca el producto a drenaje o alcantarillado.

*Disposiciones:* Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.

| <b>14. CONSIDERACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE</b>                  |                   |
|---|-------------------|
| <b>Precauciones especiales:</b> Etiquetado como líquido inflamable. |                   |
| <b>Información complementaria:</b>                                  |                   |
| <b>TRANSPORTE TERRESTRE :</b>                                       |                   |
| Nombre Apropiado para Embarque :                                    | PENTANOS LÍQUIDOS |
| No UN/ID :  | 1265              |
| Clase de Peligro:   | Clase 3           |
| Número de Identificación de Riesgo :                                | 33                |
| Grupo de Embalaje :   | II                |
| Cantidad Exenta :   | 333 Kg.           |
| <b>TRANSPORTE AÉREO (ICAO/IATA) :</b>                               |                   |
| Nombre Apropiado para Embarque :                                    | PENTANOS LÍQUIDOS |
| No UN/ID :  | 1265              |
| Clase de Peligro :  | Clase 3           |
| Grupo de Embalaje :   | II                |
| CRE :   | 3H                |
| Aviones de Pasajeros y Carga :                                      | Y341/353          |
| Aviones de Carga solamente :  | 364               |
| <b>TRANSPORTE MARÍTIMO (IMDG/IMO) :</b>                             |                   |
| Nombre Apropiado para Embarque :                                    | PENTANOS LÍQUIDOS |
| No UN/ID :  | 1265              |
| Clase de Peligro :  | Clase 3           |
| Grupo de Empaque :  | II                |
| Contaminante Marino :   | SI                |
| Estiba y Segregación :  | CATEGORIA 3       |
| Ems :   | F-E, S-D          |

Rev.:12      Fecha:22 de ene de 2014      Doc:12042      6 de 8

**ANEXO F – Cuadro de Resultados**

| CUADRO DE RESULTADOS                               | 2020             | 2021             | 2022             | 2023             | 2024               | 2025               | 2026               | 2027               | 2028               | 2029               |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|  | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                  | 6                  | 7                  | 8                  | 9                  | 10                 |
| Ventas brutas totales                              | \$ 182.161.739   | \$ 481.986.735   | \$ 888.096.172   | \$ 1.162.596.123 | \$ 1.470.152.814   | \$ 1.797.760.754   | \$ 2.134.537.220   | \$ 2.512.343.370   | \$ 2.935.513.493   | \$ 3.405.230.643   |
| Ingresos brutos                                    | \$ (9.108.087)   | \$ (24.099.337)  | \$ (44.404.809)  | \$ (58.129.806)  | \$ (73.507.641)    | \$ (89.888.038)    | \$ (106.726.861)   | \$ (125.617.168)   | \$ (146.775.675)   | \$ (170.261.532)   |
| Costo de ventas                                    | \$ (150.027.795) | \$ (362.162.887) | \$ (646.694.247) | \$ (840.305.560) | \$ (1.038.338.560) | \$ (1.338.723.592) | \$ (1.579.948.921) | \$ (1.848.933.780) | \$ (2.150.769.286) | \$ (2.483.488.182) |
| <b>Resultado bruto</b>                             | \$ 23.025.857    | \$ 95.724.811    | \$ 196.997.116   | \$ 264.160.756   | \$ 338.306.868     | \$ 369.149.124     | \$ 447.861.438     | \$ 537.792.422     | \$ 637.968.532     | \$ 751.480.928     |
| <i>Margen bruto</i>                                | 13%              | 20%              | 22%              | 23%              | 23%                | 21%                | 21%                | 21%                | 22%                | 22%                |
| <b>Gastos de operación</b>                         | \$ (4.367.549)   | \$ (11.549.824)  | \$ (26.633.383)  | \$ (34.449.857)  | \$ (48.749.706)    | \$ (61.238.663)    | \$ (71.473.475)    | \$ (83.013.363)    | \$ (99.143.756)    | \$ (113.735.651)   |
| <i>Gastos de comercialización</i>                  | \$ (3.724.847)   | \$ (10.500.243)  | \$ (25.107.784)  | \$ (32.632.429)  | \$ (46.633.279)    | \$ (58.842.661)    | \$ (68.809.063)    | \$ (79.986.709)    | \$ (95.722.532)    | \$ (109.884.165)   |
| <i>Gastos de administración</i>                    | \$ (420.910)     | \$ (496.173)     | \$ (567.405)     | \$ (623.587)     | \$ (680.423)       | \$ (727.289)       | \$ (765.912)       | \$ (813.250)       | \$ (863.921)       | \$ (923.016)       |
| <i>Otros gastos</i>                                | \$ (221.792)     | \$ (553.408)     | \$ (958.194)     | \$ (1.193.841)   | \$ (1.436.004)     | \$ (1.668.712)     | \$ (1.898.500)     | \$ (2.213.404)     | \$ (2.557.303)     | \$ (2.928.470)     |
| Gastos extraordinarios                             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -               | \$ -               | \$ -               | \$ -               | \$ -               | \$ -               |
| <b>EBITDA</b>                                      | \$ 18.658.309    | \$ 84.174.987    | \$ 170.363.734   | \$ 229.710.899   | \$ 289.557.103     | \$ 307.910.461     | \$ 376.387.963     | \$ 454.779.059     | \$ 538.824.776     | \$ 549.357.879     |
| <i>Margen EBITDA</i>                               | 10%              | 17%              | 19%              | 20%              | 20%                | 17%                | 18%                | 18%                | 18%                | 16%                |
| <b>D&amp;A</b>                                     | \$ (24.182.384)  | \$ (24.182.384)  | \$ (24.182.384)  | \$ (24.182.384)  | \$ (24.202.122)    | \$ (88.532.864)    | \$ (88.532.864)    | \$ (88.532.864)    | \$ (88.532.864)    | \$ (88.532.864)    |
| <b>EBIT</b>  | \$ (5.524.075)   | \$ 59.992.603    | \$ 146.181.350   | \$ 205.528.515   | \$ 265.354.980     | \$ 219.377.598     | \$ 287.855.099     | \$ 366.246.195     | \$ 450.291.912     | \$ 460.801.753     |
| <i>Margen EBIT</i>                                 | -3%              | 12%              | 16%              | 18%              | 18%                | 12%                | 13%                | 15%                | 15%                | 14%                |
| <b>Impuesto a las ganancias antes de intereses</b> | \$ -             | \$ 20.997.411,11 | \$ 51.163.472,51 | \$ 71.934.980,42 | \$ 92.874.243,12   | \$ 76.782.159,13   | \$ 100.749.284,81  | \$ 128.186.168,39  | \$ 157.594.027,69  | \$ 161.280.613,64  |
| <b>Intereses por pasivos</b>                       | \$ (22.045.324)  | \$ (25.352.123)  | \$ (27.898.738)  | \$ (30.027.252)  | \$ (32.041.738)    | \$ (58.134.699)    | \$ (59.716.596)    | \$ (61.364.405)    | \$ (63.078.126)    | \$ (64.791.847)    |
| <b>Intereses por activos</b>                       | \$ (79.657.143)  | \$ (26.348.571)  | \$ (20.291.429)  | \$ (16.960.000)  | \$ (16.051.429)    | \$ (29.528.571)    | \$ (18.171.429)    | \$ (18.928.571)    | \$ (19.685.714)    | \$ (19.685.714)    |
| <b>Exposición al tipo de cambio</b>                | \$ (107.226.542) | \$ 8.291.909     | \$ 97.991.184    | \$ 158.541.264   | \$ 217.261.813     | \$ 131.714.327     | \$ 209.967.075     | \$ 285.953.219     | \$ 367.504.810     | \$ 376.324.192     |
| <b>EBT</b>   | \$ -             | \$ 2.902.168     | \$ 34.296.914    | \$ 55.489.442    | \$ 76.041.635      | \$ 46.100.014      | \$ 73.488.476      | \$ 100.083.627     | \$ 128.626.684     | \$ 131.713.467     |
| <b>Impuesto a las ganancias</b>                    | \$ (107.226.542) | \$ 5.389.741     | \$ 63.694.269    | \$ 103.051.821   | \$ 141.220.179     | \$ 85.614.312      | \$ 136.478.599     | \$ 185.869.592     | \$ 238.878.127     | \$ 244.610.725     |
| <b>Resultado neto</b>                              | \$ -             | \$ 8.291.909     | \$ 97.991.184    | \$ 158.541.264   | \$ 217.261.813     | \$ 131.714.327     | \$ 209.967.075     | \$ 285.953.219     | \$ 367.504.810     | \$ 376.324.192     |

ANEXO G – Fuentes y Usos

| FUENTES Y USOS                                | 2019           | 2020           | 2021           | 2022           | 2023             | 2024             | 2025             | 2026             | 2027             | 2028             | 2029             |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|   | 0              | 1              | 2              | 3              | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               |
| Saldo acumulado al ejercicio anterior         |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| <b>Aportes de Capital</b>                     |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Ventas  | \$ 196.606.842 | \$ 182.161.739 | \$ 481.986.735 | \$ 888.096.172 | \$ 1.162.596.123 | \$ 1.470.152.814 | \$ 1.797.760.754 | \$ 2.134.537.220 | \$ 2.512.343.370 | \$ 2.935.513.493 | \$ 3.405.230.643 |
| Créditos renovables bancarios                 |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Créditos no renovables                        | \$ 96.000.000  | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ 382.962.857   | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Créditos renovables (con proveedores)         | \$ 10.169.226  | \$ 16.699.264  | \$ 16.699.264  | \$ 22.702.274  | \$ 15.297.935    | \$ 17.282.880    | \$ 18.295.571    | \$ 18.950.540    | \$ 21.129.861    | \$ 23.815.406    | \$ 26.311.477    |
| Recupero del Crédito Fiscal IVA               | \$ -           | \$ 11.052.205  | \$ 29.746.985  | \$ 9.983.815   | \$ -             | \$ -             | \$ 45.447.876    | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Recupero por venta de bienes de uso           |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Recupero AF                                   | \$ 292.606.842 | \$ 213.494.832 | \$ 528.432.984 | \$ 977.967.888 | \$ 1.314.798.772 | \$ 2.125.266.738 | \$ 1.963.110.865 | \$ 2.471.777.814 | \$ 3.063.014.821 | \$ 3.746.119.287 | \$ 5.362.773.628 |
| <b>TOTAL FUENTES</b>                          | \$ 241.823.836 | \$ 27.946.078  | \$ 451.813.199 | \$ 61.135.083  | \$ 41.331.280    | \$ 46.225.700    | \$ 50.735.805    | \$ 50.881.895    | \$ 56.979.474    | \$ 63.548.803    | \$ 71.170.360    |
| Inversión Activo Fijo                         | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Variación financiamiento en Activo de Trabajo | \$ 50.783.006  | \$ 187.685.814 | \$ 421.994.131 | \$ 741.914.822 | \$ 957.067.607   | \$ 1.204.797.833 | \$ 1.578.383.156 | \$ 1.846.682.120 | \$ 2.146.097.174 | \$ 2.485.244.842 | \$ 2.856.041.491 |
| IVA Inversión                                 |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Costo total de lo vendido                     | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Gastos extraordinarios                        | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| CANCELACIÓN DEUDAS NO RENOVABLES              | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Intereses deudas no renovables                | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| CANCELACIÓN DEUDAS RENOVABLES                 | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| IG/ Impuesto Activos                          | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| CANCELACIÓN DE DEUDAS                         | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>TOTAL USOS</b>                             | \$ 292.606.842 | \$ 237.677.216 | \$ 495.429.741 | \$ 865.245.558 | \$ 1.084.112.969 | \$ 2.047.862.195 | \$ 1.733.353.675 | \$ 2.030.769.087 | \$ 2.364.757.297 | \$ 2.740.498.455 | \$ 4.147.030.427 |
| <b>Fuentes - Usos</b>                         | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Amortizaciones del ejercicio                  | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Saldo Acumulado                               | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Saldo Propio del ejercicio                    | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |

ANEXO H – Flujo de Fondos

|                           | 2019             | 2020            | 2021            | 2022             | 2023             | 2024             | 2025             | 2026             | 2027             | 2028             | 2029             |
|---------------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                           | 0                | 1               | 2               | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               |
| <b>FLUJO DE FONDOS</b>    |                  |                 |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Egresos                   | \$ 182.161.739   | \$ 481.986.735  | \$ 888.096.172  | \$ 1.162.596.123 | \$ 1.470.152.814 | \$ 1.797.760.754 | \$ 2.134.537.220 | \$ 2.512.343.370 | \$ 2.935.513.493 | \$ 3.405.230.643 | \$ 3.405.230.643 |
| Ventas                    | \$ 182.161.739   | \$ 481.986.735  | \$ 888.096.172  | \$ 1.162.596.123 | \$ 1.470.152.814 | \$ 1.797.760.754 | \$ 2.134.537.220 | \$ 2.512.343.370 | \$ 2.935.513.493 | \$ 3.405.230.643 | \$ 3.405.230.643 |
| Egresos                   | \$ 163.503.431   | \$ 397.811.748  | \$ 717.732.438  | \$ 932.883.224   | \$ 1.180.595.711 | \$ 1.489.850.293 | \$ 1.758.149.257 | \$ 2.057.564.311 | \$ 2.396.688.717 | \$ 2.853.872.764 | \$ 2.853.872.764 |
| MP + Packaging            | \$ 123.725.585   | \$ 326.899.967  | \$ 603.110.973  | \$ 789.335.854   | \$ 999.510.892   | \$ 1.222.107.003 | \$ 1.452.671.901 | \$ 1.709.751.872 | \$ 1.999.505.982 | \$ 2.319.628.951 | \$ 2.319.628.951 |
| MOD                       | \$ 19.374.197    | \$ 25.468.592   | \$ 31.191.665   | \$ 36.799.422    | \$ 42.754.286    | \$ 49.849.861    | \$ 57.614.033    | \$ 65.826.717    | \$ 74.718.611    | \$ 84.326.048    | \$ 84.326.048    |
| Electricidad              | \$ 3.472.610     | \$ 5.592.381    | \$ 7.358.165    | \$ 8.440.404     | \$ 9.406.602     | \$ 10.478.101    | \$ 11.554.993    | \$ 12.632.886    | \$ 13.712.779    | \$ 14.792.672    | \$ 14.792.672    |
| Almacenamiento            | \$ 1.757.653     | \$ 2.311.314    | \$ 2.831.360    | \$ 3.341.004     | \$ 3.882.247     | \$ 4.443.491     | \$ 4.994.735     | \$ 5.545.979     | \$ 6.097.223     | \$ 6.648.467     | \$ 6.648.467     |
| Costo aceite              | \$ 160.088       | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Agua                      | \$ 9.619         | \$ 15.687       | \$ 22.598       | \$ 24.246        | \$ 25.997        | \$ 27.721        | \$ 28.852        | \$ 30.239        | \$ 31.751        | \$ 33.399        | \$ 33.399        |
| Gastos de Adm. & Com.     | \$ 4.367.549     | \$ 11.549.824   | \$ 26.633.383   | \$ 34.449.857    | \$ 48.749.706    | \$ 61.238.663    | \$ 71.473.475    | \$ 83.013.363    | \$ 99.143.756    | \$ 113.735.651   | \$ 113.735.651   |
| IIBF                      | \$ 9.108.087     | \$ 24.099.337   | \$ 44.404.809   | \$ 58.129.806    | \$ 73.307.641    | \$ 89.888.038    | \$ 106.726.861   | \$ 125.617.168   | \$ 146.775.675   | \$ 170.261.532   | \$ 170.261.532   |
| GGF                       | \$ 1.528.042     | \$ 1.874.646    | \$ 2.179.486    | \$ 2.464.629     | \$ 2.758.340     | \$ 3.011.259     | \$ 3.204.307     | \$ 3.413.096     | \$ 3.638.916     | \$ 3.881.765     | \$ 3.881.765     |
| Gastos extraordinarios    | \$ -             | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| EBITDA (miles pesos)      | \$ 18.658.300    | \$ 84.174.987   | \$ 170.363.734  | \$ 229.710.899   | \$ 289.557.103   | \$ 307.910.461   | \$ 376.387.963   | \$ 454.779.059   | \$ 538.824.776   | \$ 549.357.879   | \$ 549.357.879   |
| IIGG / Impuestos Activos  | \$ -             | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Inversión Activo Fijo     | \$ (241.823.836) | \$ -            | \$ (20.997.411) | \$ (51.163.473)  | \$ (71.934.980)  | \$ (92.874.243)  | \$ (76.782.139)  | \$ (100.749.285) | \$ (128.186.168) | \$ (157.594.028) | \$ (161.280.614) |
| D Capital de Trabajo      | \$ (17.776.851)  | \$ (28.482.055) | \$ (38.432.809) | \$ (26.033.345)  | \$ (28.942.820)  | \$ (31.931.355)  | \$ (35.849.613)  | \$ (39.733.397)  | \$ (44.858.884)  | \$ (46.400.117)  | \$ (46.400.117)  |
| Recupero de CT + AF + BDU | \$ -             | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Flujo de IVA              | \$ (50.783.006)  | \$ 11.052.205   | \$ 29.746.983   | \$ 9.983.815     | \$ (45.447.876)  | \$ 45.447.876    | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>FCFF</b>               | \$ (292.606.842) | \$ 11.933.662   | \$ 64.442.506   | \$ 90.751.267    | \$ 131.545.187   | \$ 244.135.944   | \$ 243.707.323   | \$ 290.510.660   | \$ 341.497.351   | \$ 341.497.351   | \$ 341.497.351   |
| Nueva deuda               | \$ 96.000.000    | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Cancelación de deuda      | \$ -             | \$ -            | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Intereses                 | \$ -             | \$ (22.045.324) | \$ (25.352.123) | \$ (27.898.738)  | \$ (30.027.252)  | \$ (32.041.738)  | \$ (38.134.699)  | \$ (44.248.596)  | \$ (50.364.405)  | \$ (56.470.314)  | \$ (62.571.223)  |
| Ahorro impositivo         | \$ -             | \$ -            | \$ 18.095.443   | \$ 16.866.558    | \$ 16.445.538    | \$ 16.832.608    | \$ 17.260.809    | \$ 17.712.542    | \$ 18.164.344    | \$ 18.616.147    | \$ 19.072.000    |
| <b>CFE</b>                | \$ (196.606.842) | \$ (10.111.662) | \$ 57.185.626   | \$ 79.719.087    | \$ 117.963.473   | \$ (153.361.522) | \$ 216.683.389   | \$ 257.248.797   | \$ 307.386.569   | \$ 307.386.569   | \$ 307.386.569   |

ANEXO I – Balance

|                                     | 2019           | 2020             | 2021             | 2022             | 2023            | 2024             | 2025             | 2026             | 2027             | 2028             | 2029             |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                     | 0              | 1                | 2                | 3                | 4               | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               |
| <b>BALANCE</b>                      |                |                  |                  |                  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Disponibilidad en Caja y Bancos     | \$ 0           | \$ 4,554,043     | \$ 69,235,295    | \$ 159,107,118   | \$ 283,933,090  | \$ 138,360,485   | \$ 365,234,073   | \$ 582,905,021   | \$ 849,598,972   | \$ 1,107,564,794 | \$ 1,304,299,326 |
| Cédulo por Ventas (om IVA)          | \$ -           | \$ 14,972,198    | \$ 39,615,548    | \$ 72,994,206    | \$ 95,555,846   | \$ 120,834,478   | \$ 147,761,138   | \$ 175,441,415   | \$ 206,493,976   | \$ 241,275,082   | \$ -             |
| Bienes de Cambio                    | \$ -           | \$ 8,419,836     | \$ 21,462,380    | \$ 39,065,870    | \$ 50,973,011   | \$ 64,231,162    | \$ 79,850,088    | \$ 94,632,314    | \$ 111,114,073   | \$ 129,302,517   | \$ -             |
| <b>Total Activo Corriente</b>       | \$ 0           | \$ 27,946,077    | \$ 130,313,023   | \$ 271,167,194   | \$ 430,461,947  | \$ 323,426,125   | \$ 590,845,319   | \$ 852,978,250   | \$ 1,107,207,021 | \$ 1,338,142,393 | \$ 1,304,299,326 |
| Cédulo Fiscal IVA                   | \$ -           | \$ 50,783,006    | \$ 39,730,800    | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Inversiones                         | \$ -           | \$ 241,823,836   | \$ 241,823,836   | \$ 241,823,836   | \$ 242,021,223  | \$ 885,328,636   | \$ 885,328,636   | \$ 885,328,636   | \$ 885,561,253   | \$ 885,561,253   | \$ -             |
| Amortizaciones                      | \$ -           | \$ (241,823,836) | \$ (48,864,767)  | \$ (72,547,151)  | \$ (96,729,534) | \$ (120,931,657) | \$ (209,464,520) | \$ (297,997,884) | \$ (386,530,248) | \$ (475,086,373) | \$ -             |
| <b>Total Activo No Corriente</b>    | \$ 292,606,842 | \$ 257,372,533   | \$ 203,442,884   | \$ 169,276,685   | \$ 145,291,689  | \$ 809,844,853   | \$ 675,864,116   | \$ 587,331,252   | \$ 499,031,005   | \$ 410,474,880   | \$ -             |
| <b>Activo Total</b>                 | \$ 292,606,842 | \$ 288,318,530   | \$ 333,755,907   | \$ 440,443,879   | \$ 575,753,636  | \$ 1,133,270,980 | \$ 1,266,709,435 | \$ 1,440,310,002 | \$ 1,606,238,026 | \$ 1,948,617,273 | \$ 1,304,299,326 |
| Deudas Comerciales                  | \$ -           | \$ 10,169,226    | \$ 26,868,490    | \$ 49,570,765    | \$ 64,868,700   | \$ 82,151,580    | \$ 100,447,151   | \$ 119,397,691   | \$ 140,527,551   | \$ 164,342,957   | \$ -             |
| Deudas Bancarias                    | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Otras Deudas                        | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>Total Pasivo Corriente</b>       | \$ -           | \$ 10,169,226    | \$ 26,868,490    | \$ 49,570,765    | \$ 64,868,700   | \$ 82,151,580    | \$ 100,447,151   | \$ 119,397,691   | \$ 140,527,551   | \$ 164,342,957   | \$ -             |
| Deudas Comerciales                  | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Deudas a largo plazo                | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| Otras deudas                        | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>Total Pasivo No Corriente</b>    | \$ -           | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -            | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             | \$ -             |
| <b>Total Pasivo</b>                 | \$ -           | \$ 10,169,226    | \$ 26,868,490    | \$ 49,570,765    | \$ 64,868,700   | \$ 82,151,580    | \$ 100,447,151   | \$ 119,397,691   | \$ 140,527,551   | \$ 164,342,957   | \$ -             |
| Capital                             | \$ 196,606,842 | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503  | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   | \$ 206,718,503   |
| Utilidad del Ejercicio              | \$ -           | \$ (107,226,542) | \$ 5,389,741     | \$ 63,094,269    | \$ 103,051,821  | \$ 141,220,179   | \$ 85,614,312    | \$ 183,869,592   | \$ 238,878,127   | \$ 314,610,725   | \$ 244,610,725   |
| Utilidades de Ejercicios Anteriores | \$ -           | \$ -             | \$ (107,226,542) | \$ (101,838,801) | \$ (38,142,532) | \$ 64,809,290    | \$ 206,129,468   | \$ 291,443,781   | \$ 428,222,380   | \$ 614,091,972   | \$ 852,970,099   |
| <b>Total Patrimonio Neto</b>        | \$ 196,606,842 | \$ 99,491,961    | \$ 104,881,702   | \$ 108,575,971   | \$ 271,627,793  | \$ 412,847,971   | \$ 498,462,284   | \$ 634,940,883   | \$ 820,810,475   | \$ 1,059,688,602 | \$ 1,304,299,326 |

## BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de *Ámbito Financiero*: <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais.html/>  
(29 de Enero de 2013). Obtenido de *Patents Online*:  
<http://www.freepatentsonline.com/8361362.pdf>
- (2014). Obtenido de *Código Civil y Comercial de la República Argentina*:  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/235975/norma.htm#22>
- AAPE*. (s.f.). Obtenido de <http://www.aape.com.ar/nota.asp?id=12>
- AFIP*. (21 de Septiembre de 2019). Obtenido de <http://www.afip.gob.ar/sitio/externos/>
- AgroRedes*. (s.f.). Obtenido de *AgroRedes*: <https://agroredes.com.ar/lana-de-vidrio-ventajas-y-usos/>
- AYSA*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aysa.com.ar>
- BCRA*. (s.f.). Obtenido de [https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Principales\\_variables\\_datos.asp?serie=1222&detalle=BADLAR%20en%20pesos%20de%20bancos%20privados%20\(en%20%20n.a.\)](https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Principales_variables_datos.asp?serie=1222&detalle=BADLAR%20en%20pesos%20de%20bancos%20privados%20(en%20%20n.a.))
- Bolsa de Comercio de Santa Fe*. (2018). *Inflación en Argentina: Período 2007-2017*.
- Construmática*. (s.f.). Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Poliuretano>
- Damodaran Online*. (s.f.). Obtenido de [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html#discrate](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html#discrate)
- Fazio, J. (2019).
- Greter, R. (19 de Junio de 2019). Director de Operaciones en Pampa Energía. (P. S. Gallo, Entrevistador)
- Grupo Construya*. (s.f.). Obtenido de [https://www.grupoconstruya.com.ar/servicios/indice\\_quees](https://www.grupoconstruya.com.ar/servicios/indice_quees)

- IMF. (s.f.). Obtenido de [https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP\\_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOORLD](https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOORLD)
- Instituto Petroquímico Argentino. (2018). *Anuario de Información Estadística de la Industria Química y Petroquímica*.
- Julio Fazio, F. (2019). Entrevista Famapol.
- Lamela, F. A. (Abril de 2019). Director Comercial América del Sur, Styropek. (T. Cazes, Entrevistador)
- Latin Exports*. (s.f.). Obtenido de Latin Exports: <https://www.aislante.com.mx/poliesti.htm/>
- Maltz, J. (Marzo de 2019). Entrevista Estisol. (Schapira, Entrevistador)
- Marconi, J. (Septiembre de 2019).
- Marconi, J. (s.f.). *Edenor*.
- Millán, I. P. (Diciembre, 2017). *Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina*. Buenos Aires: Instituto Petroquímico Argentino.
- Mundo Seco*. (s.f.). Obtenido de Mundo Seco: <https://mundoseco.com.ar/42-sistema-eifs>
- Nación, G. d. (s.f.). *Promoción Industrial*. Obtenido de [http://www.pliz.com.ar/cpt/promocion\\_ind.pdf](http://www.pliz.com.ar/cpt/promocion_ind.pdf)
- Poltech*. (2019). Obtenido de <http://www.poltech.com.ar/index.php/eps/#>
- Ramírez Flores, G., & Plettner Rutishauser, A. (s.f.). Obtenido de Tecnología del Plástico: <http://www.plastico.com/temas/El-poliestireno-expandible-EPS-y-el-medio-ambiente+3084142?pagina=2>
- Scheirs, D. J., & Priddy, D. B. (2003). *Modern Styrenic Polymers: Polystyrenes and Styrenic Copolymers*. Chichester: J. Wiley and Sons, Ltd.
- Stolar, A. (Marzo de 2019). Entrevista con Pampa Energía. (Baredes, Cazes, Gallo, Perczyk, Schapira, & Teperman, Entrevistadores)
- Sulzer AG. (2018). Obtenido de [https://www.sulzer.com/en/shared/products/2017/03/28/12/25/expandable-polystyrene-eps#stacked-tab\\_\\_7902b085-380c-4fda-b5eb-2371f88e05cd](https://www.sulzer.com/en/shared/products/2017/03/28/12/25/expandable-polystyrene-eps#stacked-tab__7902b085-380c-4fda-b5eb-2371f88e05cd)

Planta de EPS

Warburg, G. (2019). Entrevista International Plastic. (Baredes, Cazes, Gallo, Perczyk, Schapira, & Teperman, Entrevistadores)

YPF. (s.f.). Obtenido de <https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/FDS-Normal-Pentano.pdf>

Zanetti, S. (Abril de 2019). Manager International Plastic. (T. Cazes, Entrevistador)