

2019

Plan de negocios para una empresa de reciclado de poliestireno expandido

Battista, Gianluca

Capparelli, Delfina

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Mar del
Plata
Mar del Plata, Agosto 2019



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Título: Plan de Negocios para una empresa de reciclado de poliestireno expandido

Autores: Battista, Gianluca
 Capparelli, Delfina

Director: Carrizo, Guillermo Adrián.

Co-Director: De Elorza, Ricardo.

Evaluadores: D'Onofrio, María Victoria
 Morcela, Oscar Antonio

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a todas las personas que de alguna forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo final, en especial a:

El Ing. Guillermo Carrizo, por su compromiso como director del trabajo, y por su voluntad y predisposición en el desarrollo del mismo.

El Lic. Ricardo De Elorza, co-director del trabajo, por su aporte en los temas de estudio de mercado, marketing estratégico y operativo.

A la delegación marplatense de la Cámara Argentina de la Construcción (CAMARCO), principalmente a Candelaria Costa y a Patricio Gerbi, por brindarnos información necesaria, y dejarnos utilizar sus instalaciones.

El Ing. Martin Avila de la empresa Industrias Tromarco Edificios, por brindarnos información sobre los requerimientos de materiales en las obras y orientarnos en los usos del poliestireno en la construcción.

A la empresa Capparelli S.A. por colaborar con información de sus productos y del mercado de los materiales para la construcción.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
TABLA DE SIGLAS.....	viii
Resumen	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO.....	4
2.1.1 Descripción del mercado.....	4
2.1.2 Estimación de la demanda	6
2.1.3 Análisis de la oferta.....	11
2.2 ANÁLISIS TÉCNICO	11
2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	11
2.4 MARKETING	16
2.4.1 Marketing Estratégico	16
2.4.2 Marketing Operativo.....	17
2.5 ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL.....	19
3. DESARROLLO	20
3.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO.....	20
3.1.1 Descripción del mercado.....	20
3.1.2 Estimación de la demanda	22
3.1.3 Oferta.....	26
3.1.4 Precio.....	29
3.1.5 Descripción y usos de los productos	31
3.2. ANÁLISIS TÉCNICO	34
3.2.1 Capacidad de la planta.....	34
3.2.2 Diagrama de flujo.....	36
3.2.3 Descripción técnica del proceso.....	37
3.2.4 Requerimientos técnicos de producción.....	38
3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	53
3.3.1 Inversión	53
3.3.2 Costos.....	54
3.3.3 Rentabilidad	57

3.4 MARKETING	59
3.4.1 Marketing estratégico.....	59
3.4.2 Marketing operativo.....	61
3.5 ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL.....	66
4. CONCLUSIONES	70
5. BIBLIOGRAFIA.....	72
Anexos.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Método para estimar inversión directa por factores	13
Tabla 2: Método para estimar inversión fija por factores	14
Tabla 3: Pronóstico de los metros cuadrados construidos en General Pueyrredón.....	23
Tabla 4: Ventas de productos de poliestireno expandido del 2018 de una distribuidora local	24
Tabla 5: Cantidad de material requerido en edificaciones promedio	25
Tabla 6: Metros cuadrados destinados a edificios.....	25
Tabla 7: Requerimientos anuales de casetones y planchas	25
Tabla 8: Requerimientos anuales de granulado	26
Tabla 9: Precios de Aislaciones Mar del Plata	30
Tabla 10: Precios de distribuidora local.....	30
Tabla 11: Precios de Polpor.....	30
Tabla 12: Capacidad de diseño de la planta	35
Tabla 13: Plan anual de producción	35
Tabla 14: Factor K de acuerdo a las industrias productivas	45
Tabla 15: Especificaciones de las perlas de poliestireno expandible.....	48
Tabla 16: Requerimientos anuales de materia prima virgen.....	48
Tabla 17: Estimación anual de cantidad de basura y poliestireno	49
Tabla 18: Cantidad anual de materia prima reciclable disponible y requerida	50
Tabla 19: Unidades anuales de rollos de film requeridos	52
Tabla 20: Requerimientos de servicios auxiliares por equipo	52
Tabla 21: Consumo anual de energía eléctrica por producto.....	52
Tabla 22: Inversión fija prorrateada.....	54
Tabla 23: Costos variables por tonelada	55
Tabla 24: Costos fijos.....	56
Tabla 25: Cuadro de flujo de fondos del proyecto	57
Tabla 26: Precios unitarios por producto.....	63
Tabla 27: Vida útil de diseño por categoría de edificios.....	66
Tabla I. 1: Cálculo de suavizado exponencial.....	74
Tabla I. 2: Cálculo de suavizado exponencial corregido por tendencia	75
Tabla I. 3: Cálculo de promedio móvil con n=2.....	75
Tabla I. 4: Cálculo de promedio móvil con n=3.....	76
Tabla I. 5: Cálculo de promedio móvil ponderado	76
Tabla II. 1: Capacidad de cada equipo y utilización.....	77
Tabla II. 2: Demanda de cada producto para el año 2023 y su porcentaje en el mercado...	77
Tabla II. 3: Cantidades de diseño de casetones y planchas	78
Tabla II. 4: Capacidad de los equipos limitantes de la capacidad de la planta.....	78
Tabla III. 1: Factores directos	80
Tabla III. 2: Factores indirectos.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Descomposición de la serie de tiempo	7
Figura 2: Metros cuadrados construidos en General Pueyrredón.....	22
Figura 3: Esquema de planchas utilizadas en techos de teja o chapa.....	31
Figura 4: Esquema de planchas utilizadas en techos planos	32
Figura 5: Esquema de planchas utilizadas para paredes dobles.....	32
Figura 6: Fotografía de casetones utilizados en la losa de una construcción	33
Figura 7: Fotografía de bloques de hormigón alivianado con granulado	34
Figura 8: Diagrama de flujo de los procesos fabricación de los productos de poliestireno ..	36
Figura 9: Esquema de pre-expansor continuo y sus especificaciones técnicas.....	39
Figura 10: Fotografía de tolva y sus especificaciones técnicas	39
Figura 11: Fotografía de máquina de moldeo continuo y sus especificaciones técnicas	40
Figura 12: Esquema de máquina de corte automático y sus especificaciones técnicas	40
Figura 13: Fotografía de máquina de reciclado y sus especificaciones técnicas	41
Figura 14: Fotografía de mezcladora y sus especificaciones técnicas	41
Figura 15: Fotografía de caldera y sus especificaciones técnicas	42
Figura 16: Fotografía de tanque de vapor y sus especificaciones técnicas	42
Figura 17: Esquema de compresor de aire y sus especificaciones técnicas	43
Figura 18: Fotografía de tanque de aire comprimido y sus especificaciones técnicas	43
Figura 19: Fotografía de ventiladores industriales y sus especificaciones técnicas.....	44
Figura 20: Organigrama propuesto para el proyecto	46
Figura 21: Fotografía de perlas de poliestireno expandible	47
Figura 22: Tiempo de repago	58

TABLA DE SIGLAS

EPS: Poliestireno expandido.

AAPE: Asociación Argentina de Poliestireno Expandido.

TRMA: Tasa de rentabilidad mínima aceptable.

TIR: Tasa interna de retorno.

EDEA: Empresa Distribuidora de Energía Atlántica.

BNAI: Beneficio Neto Antes de Impuestos.

CURA: Común Unidad de Recuperadores Argentinos.

RSU: Residuos sólidos urbanos.

EMSUR: Ente Municipal de Servicios Urbanos.

CTEP: Federación Argentina de Cartoneros Carreros y Recicladores.

OSSE: Obras Sanitarias S.E.

CAMARCO: Cámara Argentina de la Construcción

IERIC: Instituto de Estadística y Registro de la Industria de la Construcción.

Resumen

En el presente plan de negocios se evalúa la factibilidad de establecer una planta para el reciclado de poliestireno expandido en la ciudad de Mar del Plata.

El mercado al cual se apunta está conformado por empresas constructoras y particulares del municipio de General Pueyrredón. Para describirlo se llevaron a cabo entrevistas con el personal de distribuidoras de productos de poliestireno expandido destinados a la construcción, empresas constructoras y miembros de la Cámara Argentina de la Construcción. Debido a que Mar del Plata sólo cuenta con un fabricante de estos productos, no se logran satisfacer todas las necesidades de los clientes, es por esto que los grandes compradores recurren a fabricantes de Capital Federal.

Los productos de poliestireno utilizados principalmente en la construcción son: los casetones, las planchas y el EPS molido, por lo tanto se seleccionaron los mismos para el desarrollo del proyecto.

Para el 2016 los metros cuadrados construidos en la ciudad fueron aproximadamente 260.000, y se estima que para el 2023 aumentará a 346.084.

El proceso productivo es simple y no produce ningún tipo de contaminación directa. Los equipos requeridos para llevar a cabo el proyecto tienen una capacidad mayor a la requerida para satisfacer la demanda objetivo, por eso la capacidad de la planta presenta un porcentaje de utilización menor al 50% durante toda la vida útil del proyecto.

El análisis económico muestra una inversión total necesaria para el proyecto de 920.174 USD. Los valores de TIR del proyecto son de 0,14%, y un tiempo de repago de 4,9 años. En función de este análisis, se determinó que el proyecto no es rentable, sin embargo se debería analizar la posibilidad de aumentar el mercado objetivo para mejorar el resultado.

Este proyecto apunta a tener un impacto positivo que permite estimular el desarrollo económico local, a través de la generación de empleo, y mejorar la calidad de vida de la población mediante la concientización y la reducción de residuos. A su vez, estimular el aislamiento térmico de las viviendas permite reducir el consumo de energía hasta un 50% generando una disminución en la utilización de combustibles fósiles.

Palabras clave: Plan de negocios, construcción, poliestireno expandido, reciclaje.

1. INTRODUCCIÓN

La producción en Argentina de productos plásticos para el año 2015 fue de 1.770.730 toneladas, de las cuales el 13% fue destinado a la industria de la construcción y el 45,5% a envases y embalajes. De las 1.303.760 toneladas de materia primas plásticas producidas en el mismo año, 65.900 toneladas fueron de poliestireno (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016).

Los productos de poliestireno expandido (EPS) se caracterizan por su ciclo de vida relativamente corto, a diferencia de otros usos del poliestireno, como por ejemplo la construcción, donde el producto presenta un uso más prolongado. El material usado en envases y embalajes se convierte rápidamente en residuo (Hernandez Moreno, 2016).

Sólo se recupera aproximadamente el 50% de los residuos de poliestireno expandido. Uno de los principales problemas de este material es que deriva del petróleo y por lo tanto no es biodegradable. La fracción que no se recupera acaba en un vertedero o es incinerado, una práctica poco sustentable (Pedraz, 2013).

Se puede reciclar el 100% de los desechos de EPS, sin embargo éstos pueden representar hasta un 50% de la materia prima en la conformación de nuevos productos, el resto debe ser poliestireno virgen (Acierno et al, 2009).

El poliestireno expandido es un material que tiene diversas aplicaciones tanto industriales como domésticas y comerciales. Una de ellas es en el sector de envasado y embalaje debido principalmente a sus cualidades para la protección contra impactos y sus propiedades de aislamiento térmico, así como su baja densidad, higiene y facilidad de conformado que le permiten adaptarse a las necesidades de cada producto a proteger (Czajkowski et al., 2017).

En el sector de la construcción se utiliza el poliestireno para distintos sistemas constructivos, alivianamiento estructural, aislación, tanto térmica como acústica, y para la conformación de hormigón alivianado. No todos los productos aplicables a la construcción presentan sustitutos, uno de ellos es el casetón de EPS (Comunicación con empresa constructora local, 2019).

La industria de la construcción es ineficiente en su logística, por ello se están buscando mejores formas de gestionar y construir. La baja productividad no depende del tamaño del proyecto sino de la complejidad en la interacción de todas las partes necesarias para llevar a cabo una obra (Comunicación con empresa constructora local, 2019).

Las tres principales causas de pérdidas en obra son el retraso de las actividades, la falta de coordinación con proveedores y contratistas y las esperas o detenciones.

Mar del Plata solo cuenta con un fabricante de productos de EPS para la construcción. Esto, sumado a los precios de las distribuidoras, hace que las grandes empresas constructoras realicen sus pedidos principalmente en Capital Federal, aumentando así los tiempos de suministro y produciendo complicaciones en la logística (Comunicación con empresa constructora local, 2019).

La población en el Partido de General Pueyrredón al año 2010 fue de 618.989 habitantes mientras que se estimaba para el año 2016 una cantidad de 644.055 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 6,01%. Las viviendas particulares se incrementaron en 12.402 unidades entre los mismos años. En cuanto a la industria de la construcción el incremento de los metros cuadrados construidos durante el mismo periodo fue del 97,11% (Red Mar del Plata Entre Todos, 2018).

Por estas razones, se considera que la industria de la construcción en el Partido de General Pueyrredón presenta una oportunidad. El objetivo general del proyecto es desarrollar un plan de negocios para el reciclado de poliestireno expandido, con el fin de fabricar productos destinados a la construcción en el Partido de General Pueyrredón. En base a la utilización de productos de EPS en el sector, se ha optado por elaborar planchas, casetones y EPS molido. Estos productos son versátiles y pueden formar parte de diversos tipos de construcciones, causando que el mercado al cual se apunta sea amplio y heterogéneo. Esto, junto con la baja complejidad del proceso productivo y la simpleza de los requerimientos del material, genera el atractivo en los productos. En el proyecto se reunirá toda la información necesaria para evaluar el negocio y se establecerán los lineamientos para ponerlo en marcha.

Sumado al impacto que ocasiona en el ambiente la generación de residuos de EPS, debe considerarse que la aislación térmica de este material contribuye al ahorro energético (Czajkowski et al., 2017). En base a estos dos hechos, se busca sensibilizar sobre la importancia del reciclado y su impacto en el ambiente como variable de decisión empresarial, a la hora de planificar acciones de responsabilidad social. También, que el sector empresarial valore la conveniencia de la utilización del material reciclado para la disminución tanto de tiempos como de costos en la construcción y la oportunidad que existe en el desarrollo de una empresa de reciclaje de este polímero actualmente inexistente en el partido de General Pueyrredón.

Para llevar a cabo este trabajo, primero se procederá a cuantificar la demanda de los productos fabricados, se verificará la posibilidad de penetración de los productos en el

mercado, y se encuadrará a la empresa en su macro entorno y micro entorno. Se analizará la disponibilidad de material apto para el reciclado en la zona.

Luego se seleccionará el proceso productivo y se detallarán los aspectos técnicos del proyecto. Una vez determinado, en relación a la demanda, se estimará la capacidad de producción.

En función de los resultados obtenidos se seleccionarán y desarrollarán las estrategias para alcanzar los objetivos de marketing.

Con los datos previamente obtenidos se procederá a estimar la inversión para poner en marcha el proyecto, así como también se calcularán los costos de producción, los ingresos por ventas y la rentabilidad del proyecto.

Se estimará la reducción de los desechos producidos por la implementación del proyecto, a partir de las cantidades de desechos industriales de poliestireno en la ciudad y de las cantidades utilizadas por la planta recicladora; siendo este efecto un indicador ambiental del proyecto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

2.1.1 Descripción del mercado

Es el diseño, búsqueda, obtención y presentación de datos con una situación específica del mercado. Esta información puede ser utilizada para identificar y definir oportunidades y problemas de marketing.

Técnicas de recolección de datos

Existe un amplio rango de técnicas de recolección de datos, las cuales pueden tener un enfoque cuantitativo o cualitativo. Las mismas se pueden clasificar en técnicas directas, que son aquellas que recolectan directamente desde la fuente, como en el caso de este proyecto en el cual se realizaron entrevistas con empresarios de la construcción y empleados de distribuidoras locales. Las técnicas indirectas se basan en la recolección de datos a través de canales secundarios o intermedios, de las cuales se utilizaron el análisis de contenido y los datos secundarios (Universidad de Chile, 2016).

Cinco fuerzas de Porter

La capacidad de una empresa de explotar una ventaja competitiva en su mercado, depende tanto de sus competidores directos que enfrenta, como también de las fuerzas rivales, que incluyen a los competidores potenciales, los productos sustitutos, los clientes y los proveedores. Este modelo permite determinar el clima competitivo del mercado en cuestión, a través del análisis de los elementos previamente mencionados (Porter, 1980).

Las cinco fuerzas de Porter son:

1. Amenaza de los nuevos competidores

Los competidores potenciales con posibilidades de entrar al mercado constituyen una amenaza que la empresa debe evitar, y contra la cual debe protegerse, para lo cual debe crear barreras de entrada. Los competidores potenciales pueden ser empresas externas al mercado que pueden superar las barreras de entrada, empresas para las cuales la entrada representaría una clara sinergia, empresas para las cuales la entrada es la conclusión lógica de su estrategia y clientes o proveedores que pueden proceder a una integración aguas arriba o aguas abajo.

2. Amenaza de productos sustitutos

Los productos sustitutos son aquellos que pueden desempeñar una misma función para el mismo cliente, pero basándose en tecnologías diferentes. Representan una amenaza permanente porque la sustitución es casi siempre posible. No ocurre en este proyecto que todos los productos tengan sustitutos, si bien existen algunos materiales que luego de un tratamiento se pueden utilizar para el alivianamiento estructural, no llegan a cumplir completamente la función del poliestireno expandido triturado.

3. Poder de negociación de los clientes

Los clientes pueden afectar la rentabilidad potencial de una empresa de acuerdo al grado de influencia que los mismos generan. Esto dependerá de la concentración del grupo de clientes, los volúmenes de compra, la posición o el lugar del producto en su estructura de costos, de las características propias del producto y de la información acerca del mercado que ellos tienen.

4. Poder de negociación de los proveedores

Así como sucede con el poder de los clientes, los proveedores pueden afectar a la rentabilidad de la empresa, con aumento de precios, la reducción de la

calidad del producto, o de la limitación de las cantidades que venden. Los factores que afectan el poder de los proveedores son su posición en el mercado, la ausencia de productos sustitutos, la diferenciación de los productos y la posibilidad de integración del proveedor al consumidor.

5. Rivalidad en la industria

Esta fuerza analiza cuál es la situación actual del mercado en relación a los competidores existentes, y a las características particulares del mismo en relación a los productos comercializados.

2.1.2 Estimación de la demanda

La estimación de la demanda es el análisis estadístico del comportamiento futuro del consumo. Es la base para la planeación y la gestión de inventarios, la planeación de las compras y la programación de producción.

Modelo de pronósticos de serie de tiempo

Los siguientes métodos sirven para realizar un análisis detallado de los patrones de una variable en estudio, anterior en el transcurso del tiempo y para proyectar tales patrones hacia el futuro. Es decir, en base al comportamiento de la variable en el tiempo se puede predecir su comportamiento futuro.

Las series de tiempo están formadas por un componente de nivel, la tendencia, el patrón de estacionalidad, las variables aleatorias y los ciclos. En la figura 1 se puede visualizar en la parte superior el comportamiento de la serie de tiempo original, y debajo la descomposición de la misma en sus respectivos componentes (Hanke y Wichern, 2006).

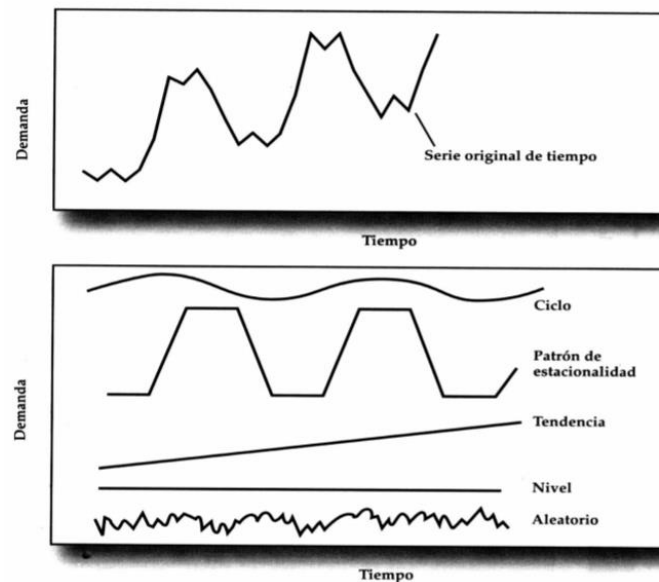


Figura 1: Descomposición de la serie de tiempo

Fuente: Hanke y Wichern, 2006

Los métodos para pronósticos que se desarrollaron son suavización de una serie de tiempo, y modelo de regresión lineal.

Suavización de una serie de tiempo

Cuando se advierte que una serie de tiempo tiene variaciones considerables período a período se la debe suavizar, ya que estas fluctuaciones pueden afectar la tendencia a largo plazo de la misma. Las técnicas de suavizado que se han desarrollado son:

- Suavizado exponencial

Esta técnica para alisar una serie de tiempo da buenos resultados cuando los cambios en los componentes de tendencia y estacionalidad no son tan grandes. Tiene la forma presentada en la ecuación (1).

$$E_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) E_{t-1} \quad (1)$$

Donde:

E_t = Valor de la serie suavizada exponencialmente en el período t

X_t = Valor observado de la serie en el período t

α = Constante de ajuste exponencial ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Los valores de la constante de ajuste exponencial se toman en función de la respuesta que se desee. Si se prefiere un valor conservador se toma entre 0,1 y 0,3. Si se prefiere una respuesta sensible a los valores recientes de la variable en estudio se escoge un valor grande, así el modelo responde más rápido a los cambios en la serie de tiempo. Sin embargo, un valor muy alto puede rastrear las variaciones aleatorias en la serie en vez de los cambios fundamentales (Hanke y Wichern, 2006).

La relación que existe entre el pronóstico y el suavizado se muestra en la ecuación (2).

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t = E_t \text{ con } k \leq t \leq n \quad (2)$$

Cuando $k = t$

$$F_t = \sum_{i=1}^k \frac{X_t}{k}$$

Donde:

F = Pronóstico

t = Período de tiempo constante

F_t = Pronóstico para el período "t"

F_{t+1} = Pronóstico para el período siguiente a "t"

X_t = Valor real de la variable del período "t"

k = Cantidad de períodos que se utilizan para estimar el primer pronóstico necesario para comenzar este método recursivo

Desarrollando la ecuación se llega a la siguiente relación recursiva entre F_{t+1} y F_t de manera alternativa, F_{t+1} se puede expresar como se muestra en la ecuación (3):

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \dots \quad (3)$$

Observando la ecuación previa se vuelve evidente que el suavizamiento exponencial da el mayor peso a X_t y pesos decrecientes a las observaciones anteriores (Hanke y Wichern, 2006).

- Suavizado exponencial corregido por tendencia

También conocido como método HOLT, se utiliza cuando existe una tendencia por lo que el modelo anterior se corrige con las ecuaciones de (4) a (7).

$$S_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_t + T_t) \quad (4)$$

$$T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta)T_t \quad (5)$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1} \text{ con } k \leq t \leq n \quad (6)$$

Cuando $t = k$

$$S_t = \sum_{i=1}^k \frac{X_i}{k} \quad (7)$$

Si $k = 1$; $T_t = 0$

Si $k > 1$; $T_t = b_1$ pendiente

Donde:

S_t = Pronóstico inicial para el período "t"

F_{t+1} = Pronóstico con tendencia corregida para el período "t+1"

T_t = Tendencia para el período "t"

β = Constante de ajuste de tendencia ($0 \leq \beta \leq 1$)

- Promedio móvil

Es el método más sencillo para pronosticar una serie de tiempo dado que considera que la serie cuenta sólo con un componente de nivel y uno aleatorio. Se selecciona un número de períodos (N) para los cálculos, que es el rango o la amplitud del promedio. El valor de la variable promedio X_t para los N períodos anteriores en el momento t se calcula con la ecuación (8).

$$P_t = X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1} / N \quad (8)$$

Como se supone que la serie es plana, el mejor pronóstico para el periodo t+1 (F_{t+1}) es una continuación el valor promedio que se observa a lo largo del período t, de la forma mostrada en la ecuación (9).

$$F_{t+1} = P_t \quad (9)$$

Cada vez que se calcula F_{t+1} , se incluye el valor más reciente a la variable. Este procedimiento mantiene N períodos de la variable en el pronóstico y deja que el promedio se mueva a medida que observan nuevos datos de la variable (Hanke y Wichern, 2006).

- Promedio móvil ponderado

El promedio móvil ponderado es otra técnica de suavización que difiere de los promedios móviles ya que, para que el promedio móvil responda con mayor rapidez a los cambios de la variable, se le coloca un peso mayor a los valores más recientes que los anteriores. Entonces el valor pronosticado tiene la forma que se muestra en la ecuación (10) y (11).

$$F_{t+1} = P_t = W_1X_t + W_2X_{t-1} + \dots + W_NX_{t-N+1} \quad (10)$$

Con la condición que:

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1 \quad (11)$$

Siendo W el valor correspondiente al peso

Modelo de regresión lineal

La tendencia es el factor de una serie de tiempo que se estudia con mayor frecuencia. Este modelo utiliza el método de mínimos cuadrados para ajustar las tendencias (Hanke y Wichern, 2006). Su forma es la que se muestra en las ecuaciones de (12) a (14).

$$y = \beta_0 + \beta_1x_i \quad (12)$$

Siendo la ordenada al origen la que figura en (X):

$$b_0 = y - b_1x \quad (13)$$

Y la pendiente:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - xy}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - x^2} \quad (14)$$

2.1.3 Análisis de la oferta

El análisis de la oferta consiste en identificar y describir a los competidores, de forma tal de determinar la estructura del mercado seleccionado. Se tienen en cuenta las características de las empresas, su localización, los productos vendidos y su poder en el mercado. En este análisis también se relevaron los precios de venta de ciertos competidores, mediante entrevistas personales y telefónicas con el personal de las empresas vendedoras de productos de poliestireno.

2.2 ANÁLISIS TÉCNICO

Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Las figuras que se utilizan son cuadros que contienen una breve descripción de la operación, rombos que representan una decisión de sí, no o consecuencia, y líneas y flechas para indicar las secuencias. La divergencia se representa con dos o más flechas que salen de un paso y que conducen a diferentes cuadros. En este proyecto el diagrama de flujo permite detallar todos los pasos del proceso de fabricación (Meyers, 2001).

Organigrama

El organigrama permite representar gráficamente la estructura de una organización, identificando las relaciones jerárquicas y la forma de organización interna. Puede incluir la estructura departamental y/o las personas que ocupan cada puesto (Meyers, 2001).

2.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Inversión total

Es la cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de procesos, con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de poder comenzar a producir hasta obtener ingresos por ventas. Está compuesta por la inversión fija total y la inversión en capital de trabajo.

La inversión fija total es la suma del valor de todos los activos de la planta. Los activos fijos pueden ser tangibles o intangibles. Los primeros se integran con la maquinaria (que incluye el monto de su montaje), terreno, edificios, instalaciones auxiliares; y los segundos, las patentes, conocimientos técnicos, gastos de organización.

Se define al activo de trabajo como la disponibilidad de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnicos-económicos. En ausencia de información requerida, es posible estimarla como un 10-20% de la inversión fija total (Chilton, 1949).

Método de estimación de la inversión fija por factores

Es un método mediante el cual puede extrapolarse la inversión fija de un sistema completo a partir del precio de los equipos principales del proceso incluyendo la instalación. El punto de partida en este método es la estimación de la inversión de los equipos principales del proceso con instalación que llamaremos (I_e). Se observa que otros componentes de la inversión, necesarios para completar el sistema, se pueden correlacionar con la inversión en los equipos instalados y que la inversión fija se puede estimar por la aplicación de factores experimentales mostrados en las tablas 1 y 2 (Chilton, 1949).

Valor del Equipo de Proceso Instalado	IE
Factores experimentales como fracción de IE	
Tuberías de Proceso	f1
Proceso de sólidos	0.07-0.10
Proceso mixto	0.10-0.30
Proceso de fluidos	0.30-0.60
Instrumentación	f2
Control poco automatizado	0.02 - 0.05
Control parcialmente automatizado	0.05 - 0.10
Control complejo, centralizado	0.10 - 0.15
Edificios de Fabricación	f3
Construcción abierta	0.05 - 0.20
Construcción semiabierta	0.20 - 0.60
Construcción cerrada	0.60 - 1.00
Planta de Servicios	f4
Escasa adición a las existentes	0.00 - 0.05
Adición considerable a las existentes	0.05 - 0.25
Plantas de servicios totalmente nuevas	0.25 - 1.00
Conexiones Entre Unidades	f5
Entre las unidades de servicios	0.00 - 0.05
Entre las unidades de procesos separadas	0.05 - 0.15
Entre las unidades de procesos dispersas	0.15 - 0.25
Inversión Directa	$I_E (1 + \sum f_i)$

Tabla 1: Método para estimar inversión directa por factores
Fuente: Chilton, 1949

Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
Ingeniería y construcción	f1
Ingeniería inmediata	0.20 - 0.35
Ingeniería compleja	0.35 - 0.50
Factores de Tamaño	f2
Unidad comercial grande	0.00 - 0.05
Unidad comercial pequeña	0.05 - 0.15
Unidad experimental	0.15 - 0.35
Contingencias	f3
De la compañía	0.10 - 0.20
Variaciones imprevistas	0.20 - 0.30
Procesos exploratorios	0.30 - 0.50
Factores de Inversión Directa	$f_I = \sum f_{ii} + 1$
Inversión Fija	$I_F = I_E(1 + \sum f_i) f_I$

Tabla 2: Método para estimar inversión fija por factores
Fuente: Chilton, 1949

La inversión fija resulta de aplicar la ecuación (15), en la cual los factores experimentales fueron obtenidos a partir del estudio de procesos existentes.

$$I_F = I_E \cdot (1 + \sum f_i) \cdot (1 + \sum f_{ii}) \quad (15)$$

Donde:

I_F = Inversión fija (sin terreno) del sistema completo.

I_E = Valor del equipo principal instalado.

f_i = Factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa como cañerías, instrumentación, construcciones.

f_{ii} = Factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta como ingeniería y supervisión, contingencias.

Costos de producción

Son los gastos involucrados en mantener un proyecto, operación, o una pieza de un equipo en producción. Los costos de producción pueden dividirse en dos grandes categorías, los costos variables, que son proporcionales a la producción, por ejemplo la materia prima y envases; y los costos fijos, que son independientes de la producción, como los de administración y dirección. (Zugarramurdi, 2003).

Rentabilidad

La rentabilidad es una medida de la ganancia obtenida por una actividad en relación a la inversión de capital necesaria para que esa actividad se realice.

La evaluación de la rentabilidad es el objetivo en el análisis de proyectos de inversión, debido a que de este parámetro depende la aceptación o rechazo del proyecto. La evaluación de la rentabilidad se basa en una predicción de futuros resultados, que necesariamente incluye suposiciones.

La rentabilidad esperada será favorable si es superior a la tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA) definida por la empresa, ésta que puede ser la tasa de oportunidad del mercado, siendo éste el mayor rendimiento que se puede obtener si se invirtiera el dinero en otro proyecto de riesgo similar disponible en ese momento (Canada y De Garmo, 1978).

Para definir si un proyecto es rentable, debe aplicarse un método dinámico de evaluación de la rentabilidad, es decir, aquellos que consideran el valor temporal del dinero con el tiempo, como por ejemplo el método de Valor Presente o la Tasa Interna de Retorno (TIR), y complementarlo con la determinación del Tiempo de Repago.

Tasa interna de retorno (TIR)

Este método está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto. Se establece la tasa de interés que debería aplicarse anualmente al flujo de caja de tal manera que la inversión original sea reducida a cero (o al valor residual más terreno más capital de trabajo) durante la vida útil del proyecto. Por lo tanto, la tasa de retorno que se obtiene por este método es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero necesario para

financiar la inversión y tenerla totalmente paga al final de la vida útil del proyecto (Canada y De Garmo, 1978).

Tiempo de repago

Se define como el mínimo período de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión fija depreciable en forma de flujo de caja del proyecto (Canada y De Garmo, 1978).

Cuadro de flujo de fondos del proyecto

Es una herramienta que presenta cuál es el origen o fuente de los fondos y cuál es su destino final. Sirve para evaluar la rentabilidad económica, y en tal caso se considera que tanto el activo fijo como el activo de trabajo serán afrontados en su totalidad con fondos propios, consideración que se ha tenido en cuenta en el desarrollo del presente proyecto (Canada y De Garmo, 1978).

2.4 MARKETING

2.4.1 Marketing Estratégico

Es una metodología de análisis y conocimiento del mercado, con el objetivo de detectar oportunidades que ayuden a la empresa a satisfacer las necesidades de los consumidores de una forma óptima y eficiente, comparado con el resto de competidores (Kotler y Armstrong, 2004).

Ventajas competitivas

Son aquellas características o atributos de un producto o una marca que otorgan a la empresa algún tipo de superioridad sobre sus competidores directos. Le permiten a la empresa diferenciarse por el producto es sí mismo, por los servicios que ofrece o por los modos de producción, distribución o venta (Kotler y Armstrong, 2004).

Estrategia general

Determina la forma de competir en el mercado de acuerdo con el tipo de ventaja competitiva buscada. En el mercado de la construcción la modalidad de compra se caracteriza por estar basada en el precio, por lo tanto la estrategia seleccionada es el liderazgo en costos para el nicho de particulares y empresas constructoras (Kotler y Armstrong, 2004).

Estrategia competitiva

Determina la forma de competir en el mercado teniendo en cuenta la ventaja competitiva buscada comparándola con la de los competidores. Se basa en el nivel de participación de mercado (Kotler y Armstrong, 2004).

Carterización de los clientes

Es un proceso que permite segmentar el mercado, en base a un criterio seleccionado, en grupos más pequeños. De esta forma se pueden identificar aquellos segmentos en donde se puede atender mejor a los clientes para destinar de la mejor forma posible los esfuerzos (Kotler y Armstrong, 2004).

2.4.2 Marketing Operativo

Es un análisis de la estrategia interna desarrollada comúnmente por las empresas. Se analizan cuatro variables básicas de su actividad: producto, precio, distribución y promoción (Kotler y Armstrong, 2004).

Elementos del mix de marketing

El objetivo de aplicar este análisis es desarrollar los lineamientos operativos para cumplir los objetivos del proyecto (Kotler y Armstrong, 2004).

- Producto

Esta variable engloba tanto el producto en sí que satisface una determinada necesidad, como todos aquellos elementos/servicios suplementarios a ese producto en sí. Estos elementos pueden ser: embalaje, atención al cliente, garantía.

La empresa deberá identificar también el ciclo de vida del producto para estimular la demanda cuando ésta decrece. Hay que destacar que cuando se habla de productos se engloban aquellos tangibles e intangibles, como los servicios.

- Precio

En esta variable se establece la información sobre el precio del producto al que la empresa lo ofrece en el mercado. Este elemento es muy competitivo en el mercado, dado que tiene un poder esencial sobre el consumidor. Además, es la única variable que genera ingresos.

Al ajustar el precio el conjunto de la estrategia de marketing se verá afectada, al igual que la demanda del producto. Es lo que se conoce como elasticidad precio de la demanda.

- Distribución

En esta variable se describen los canales que atraviesa un producto desde que se crea hasta que llega a las manos del consumidor. Además, se puede hablar también del almacenamiento, de los puntos de venta, la relación con los intermediarios, el poder de los mismos. La selección de los canales para este caso está condicionada por las características del producto, el tipo de clientes y el alcance deseado en el mercado. Se puede tener más de un canal, para el proyecto se eligió un canal directo enfocado en las empresas constructoras y un canal indirecto, a través de distribuidoras y mayoristas con la finalidad de llegar a la mayor cantidad de clientes.

- Promoción

La promoción del producto establece todos los esfuerzos que la empresa realiza para dar a conocer el producto y aumentar sus ventas en el público, por ejemplo: la publicidad, las relaciones públicas, la localización del producto.

2.5 ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL

Método de los factores ISO 15686 para estimar la vida útil de las construcciones

Este método es una de las formas que existe para medir la vida útil de los edificios y de sus partes. A la hora de utilizarlo se debe tener en cuenta que no es un método exacto y que depende del análisis y la experiencia del profesional. No obstante es muy útil para obtener una idea aproximada de lo que puede durar un inmueble.

Básicamente con éste método se estima una vida útil a partir de una serie de factores de durabilidad y de una vida útil de referencia, o vida de diseño. Los factores (f_i) a considerar son:

1. Calidad del diseño arquitectónico y constructivo
2. Calidad de los materiales de construcción
3. Tipo de medio ambiente interior del edificio
4. Tipo de medioambiente exterior del lugar
5. Calidad de la mano de obra
6. Uso que se le dará al edificio
7. Tipo y grado de mantenimiento

Primero se determina qué tipo de edificio es y su ubicación, y luego se designan los factores y se le asigna un valor para cada uno. Los valores pueden ser 0,8 que corresponde a un valor bajo, 1 a uno medio y 1,2 a uno alto. Por último, para obtener la vida útil estimada, se multiplican todos los factores por la vida útil de diseño de acuerdo con la ecuación (16) (Hernandez Moreno, 2016).

$$Vida\ estimada = Vida\ diseño \prod_{i=1}^n f_i \quad (16)$$

3. DESARROLLO

3.1 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

3.1.1 Descripción del mercado

El nicho de mercado al que se propone llegar serán tanto particulares como empresas constructoras de carácter privado en la localidad de Mar del Plata. Para describir el mercado se utiliza la herramienta de las cinco fuerzas de Porter.

La primera fuerza a considerar es el poder negociador de los clientes. Dada las características de los clientes en el mercado meta propuesto, la probabilidad de que los mismos se organicen significando este hecho una negociación de los precios de ventas y los tiempos de entrega, es baja. Principalmente los clientes buscan a los proveedores de EPS en función al precio, disponibilidad y tiempos de suministro. Como en Mar del Plata sólo hay un fabricante y escasas distribuidoras, los clientes no tienen la disponibilidad para elegir un proveedor en el mercado local. Sin embargo, las grandes empresas constructoras de la ciudad realizan sus pedidos a aquellos fabricantes en Capital Federal teniendo en cuenta los tiempos de suministro, se presenta una oportunidad para introducirse en el mercado local compitiendo en base al precio y la disponibilidad de productos.

Con respecto al poder de negociación de los proveedores, se considera elevado a nivel nacional. En Argentina el proveedor más importante de poliestireno expandible, materia prima del EPS, es Styropek, que cuenta con plantas en México, Argentina, Brasil y Chile. Esta empresa se encuentra asociada a la Asociación Argentina de Poliestireno Expandido (AAPE) y forma parte del Grupo Alpek que es la principal petroquímica de América. Existen también proveedores de poliestireno expandible en China. En este caso, debido a la cantidad de competidores que existe en este país, el poder de negociación de estos proveedores se considera bajo. El precio de la materia prima, independientemente del proveedor, está ligado al precio del petróleo por ser uno de sus derivados.

Por el otro lado, el proveedor del material reciclable es la Cooperativa CURA (Común Unidad de Recuperadores Argentinos). Esta cooperativa es la única en el partido que trata y comercializa los residuos reciclables, por ello su poder negociador es alto.

La amenaza de nuevos competidores es la tercera fuerza a evaluar para la descripción del mercado. La principal barrera de entrada para este negocio es la compra de

la maquinaria y la puesta en marcha de la planta. Debido a la simpleza del proceso, es accesible para un nuevo competidor ingresar al mercado. Sin embargo, para producir de forma eficiente se requiere complejidad tecnológica e inversión. Esto podría resultar a largo plazo una barrera de salida para una empresa que no logró alcanzar índices competitivos. Los canales de distribución, sobretudo en Mar del Plata, son accesibles. Sólo una distribuidora de materiales de construcción en la ciudad posee contrato de exclusividad con una fábrica de EPS, el resto comercializa el material que proviene de diversos proveedores. Al no presentar las distribuidoras locales ninguna preferencia, la barrera para comercializar los productos es baja. Los productos de EPS no presentan diferencias sustanciales para sus funciones, por ejemplo se pueden encontrar las planchas de EPS con retardante de llama, pero ese no es un condicionante para el cliente a la hora de adquirirlo. Esto quiere decir, la barrera de diferenciación de producto es baja, ya que no hay ninguna marca posicionada en la mente del cliente. Por último, se puede decir que hoy en día reciclar y reducir los volúmenes de desperdicio son una tendencia en crecimiento. Esto se puede traducir en una baja barrera de entrada en cuanto a las políticas medioambientales.

No todos los productos presentan sustitutos. Los casetones de EPS no tienen sustituto en su utilización. La lana de vidrio y la membrana aluminizada son sustitutos de las planchas de EPS para aislación térmica y acústica (Mastropor, 2018). Si bien este sustituto es igual de fácil de adquirir, y la diferencia de precio no es considerable, el EPS presenta ventajas sobre la lana de vidrio. Por ejemplo, la resistencia térmica del EPS no varía con las estaciones y todas sus propiedades permanecen estables a lo largo del tiempo. La lana de vidrio tiende a apelmazarse, en especial, en las densidades más bajas. Las membranas aluminizadas requieren de una cámara estanca de aire, la cual presenta dificultades en la ejecución de la obras y, en la práctica, se opacan y cubren de polvo con lo que pierden un 20% de su reflectividad en sólo un año; además su capacidad aislante se reduce en invierno facilitando la condensación de vapor de agua y la formación de mohos que afectan la salud de los usuarios y el desarrollo de organismos xilófagos que atacan a la madera. Otro producto sustituto de la planchas de EPS son las placas aislantes termoacústicas de espuma de polietileno. Las características generales son similares a las del EPS pero son más económicas y pueden venir con una cara revestida en aluminio. No existe un producto sustituto del EPS molido, pero se puede hacer hormigón alivianado con otros materiales como el caucho.

A nivel nacional, la rivalidad en la industria es fuerte ya que, si bien hay pocos fabricantes de productos de EPS, son empresas importantes que trabajan a gran escala, comercializando productos similares con menores costos unitarios. Pero, en el mercado local, la rivalidad es débil. Esto se debe a que hay sólo un fabricante de productos de EPS y

distribuidoras que no disponen siempre de los volúmenes requeridos. Es por ello, que insertarse en el mercado local fabricando planchas, casetones y EPS molido es una oportunidad.

En base al análisis anterior, se concluye que en función de la estructura del mercado al cual se apunta, el crecimiento demográfico en la zona de influencia, las características funcionales de los productos a elaborar, y de las preferencias de los clientes cuando compran sumando a su bajo poder negociador, el mercado presenta un importante atractivo.

3.1.2 Estimación de la demanda

Para estimar la demanda primero se analizará la evolución de la industria de la construcción en el partido de General Pueyrredón teniendo en cuenta los metros cuadrados construidos. En base a datos provenientes de entrevistas con empresas constructoras de la ciudad se cuantificarán los requerimientos de EPS molido y casetones. Luego, considerando las ventas de productos de poliestireno expandido para la construcción de una distribuidora local, se validarán los resultados obtenidos de la primera estimación y se cuantificarán los requerimientos de planchas.

En la figura 2 se pueden observar los metros cuadrados construidos en base a los permisos otorgados por el municipio. Estos valores permiten ver cómo evoluciona la industria de la construcción y así estimar la demanda.

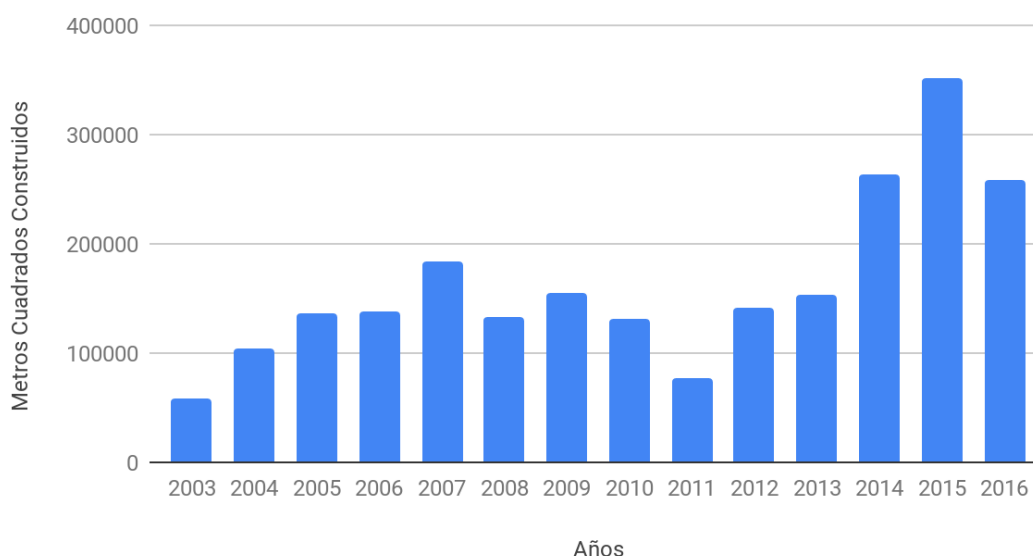


Figura 2: Metros cuadrados construidos en General Pueyrredon
Fuente: Elaboración propia en base a Red Mar del Plata Entre Todos (2018)

Se pueden apreciar dos valores extraordinarios, en el gráfico. La caída que se presenta en el 2011 está dada por la restricción en la aprobación de obras nuevas, los amparos judiciales, y la limitación a la adquisición de dólares impuesta por la medida del gobierno nacional, denominada “Cepo Cambiario”. El importante salto de crecimiento que se observa principalmente en el año 2015, responde a la aprobación de innumerables expedientes que estaban retenidos en los años anteriores.

La situación socioeconómica de Argentina, es muy volátil y está en constante cambio, a pesar de eso se utilizaron cuatro herramientas para estimar cómo evolucionará el sector de la construcción en Mar del Plata, presentadas en el Anexo I. Dicho análisis demostró que debido a la variabilidad de los datos, el método más conveniente para estimar los metros cuadrados construidos es la regresión lineal sobre la serie de datos originales. Si bien se podría esperar que el sector no se comporte de la manera calculada, ésta es una aproximación necesaria para el desarrollo del proyecto.

Los valores estimados para los próximos años se muestran en la tabla 3.

Año	Pronóstico en m ²
2017	264.718
2018	278.279
2019	291.840
2020	305.401
2021	318.962
2022	332.523
2023	346.084

Tabla 3: Pronóstico de los metros cuadrados construidos en General Pueyrredon
Fuente: Elaboración propia

Una empresa constructora en la ciudad de Mar del Plata que realiza aproximadamente dos obras de entre seis y diez plantas por año indica que las cantidades de poliestireno utilizadas varían con el tamaño de la obra. Una obra de diez plantas de aproximadamente 380 m² por planta, consume 3.000 bloques de 50x50x15 cm totales. Esto representa una reducción de 282 toneladas en la totalidad de la estructura del edificio debido a la no utilización de 112,5 m³ de hormigón. Una obra de seis plantas de aproximadamente 312 m² por planta consume 1.320 bloques de 50x50x15 cm totales, lo que significa una reducción de 124 toneladas sobre el peso de la estructura, debido a la no utilización de 49,5 m³ de hormigón (Comunicación con empresa constructora local, 2019).

Otra empresa constructora, que realiza entre una y dos obras por año, utiliza en un edificio de cuatro plantas, con 541 m² por planta, 3.600 casetones totales de 50x50x15 cm. En otro edificio, de 10 plantas de 224 m² por planta, 400 casetones totales, esto se debe a que las luces de las plantas de este edificio no contaban con el tamaño para requerir dicho producto, y solamente se requirieron en el subsuelo. Se utilizaron entonces 1.500 planchas de 5 mm de espesor y 200 planchas de poliestireno de 10 mm de espesor con una densidad de 10 kg/m³ (Comunicación con empresa constructora local, 2019).

Las ventas para el año 2018 y la participación de mercado de una distribuidora local se obtuvieron mediante entrevistas con sus representantes. Las ventas se presentan en la tabla 4. Los principales clientes de la distribuidora son particulares, aunque también venden a empresas constructoras. La empresa estima que la cuota de mercado que abarca es de un 15%. Con estos datos se validará la demanda calculada con los metros cuadrados construidos y los requerimientos por obra.

Casetones	Cantidad	Porcentaje
Isopor Liviano	9.165	24,6%
Isopor PE 15 kg	88	0,2%
Isopor PE 20 kg	23.143	62,1%
Isopor PE 25 kg	29	0,1%
Isopor PE 30 kg	39	0,1%
Isopor Casetón	4.824	12,9%
Granulado		
Pre-expandido Grano Grueso x 0.17 m ³	234	8,3%
Isocret Bolsa x 0.17 m ³	2.592	91,7%
Planchas		
Planchas Isopor 20 kg/m ³ 5 mm x m ²	472	34,9%
Planchas Isopor 20 kg/m ³ 10 mm x m ²	317	23,4%
Planchas Isopor 20 kg/m ³ 20 mm x m ²	563	41,6%

Tabla 4: Ventas de productos de poliestireno expandido del 2018 de una distribuidora local
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con una empresa distribuidora local (2019)

Con el fin de poder estimar el tamaño de la demanda que se encuentra actualmente en el mercado, se calcularon los requerimientos de materiales para un edificio promedio utilizando la información, presentada en la tabla 5.

	m ² por planta	Cantidad de plantas	Casetones Utilizados	Planchas Utilizadas
Edificio A	380	10	3.000	0
Edificio B	312	6	1.320	0
Edificio C	512	4	3.600	0
Edificio D	224	12	400	1.700
Edificio Promedio	357	8	2.080	425

Tabla 5: Cantidad de material requerido en edificaciones promedio
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con una empresa constructora local (2019)

Según el Censo realizado en el 2010, el 11,9% de los argentinos vive en departamento, esto no quiere decir que esa sea la relación entre edificios y viviendas en Mar del Plata; sin embargo, para poder acotar la estimación, se afectaron los valores de la tabla 3 llegando a un cálculo de los metros cuadrados destinados a la edificación de departamentos, presentado en la tabla 6.

Año	m ² Destinados a Edificios
2019	35.021
2020	36.648
2021	38.275
2022	39.903
2023	41.530

Tabla 6: Metros cuadrados destinados a edificios
Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron los datos de la tabla 5 junto con los valores de la tabla 6, para calcular los requerimientos anuales desde el 2019 a 2023 de casetones y planchas de EPS, presentados en la tabla 7.

Año	Casetones	Planchas
2019	204.043	41.691
2020	213.524	43.629
2021	223.005	45.566
2022	232.487	47.503
2023	241.968	49.441

Tabla 7: Requerimientos anuales de casetones y planchas
Fuente: Elaboración propia

Si bien el proyecto también está destinado a la comercialización de productos de construcción para viviendas, se realizó el cálculo de la estimación para los requerimientos de los edificios, ya que estos son los que consumen mayores volúmenes, obteniendo así también una estimación conservadora de la demanda.

Por último, para obtener la cantidad demandada de las bolsas de EPS molido se afectaron las ventas de los granulados por la participación en el mercado de la distribuidora. El granulado “Isocret” está conformado por perlas preexpandidas aditivadas; sin embargo, la utilidad de este producto es la misma que la del poliestireno expandido molido, por ello se contemplaron las ventas para el valor de la demanda, presentada en la tabla 8.

Año	Granulado EPS
2019	18.119
2020	18.961
2021	19.802
2022	20.644
2023	21.486

Tabla 8: Requerimientos anuales de granulado
Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Oferta

Se describen los competidores existentes en la provincia de Buenos Aires, que comercializan en el partido de General Pueyrredón ya sea directamente o a través de distribuidoras, con el fin de determinar el posicionamiento de cada uno en el mercado, y establecer qué porcentaje de la demanda se podría cubrir.

Aislaciones Mar del Plata

Esta empresa marplatense se dedica a la fabricación de productos de EPS, entre ellos se encuentran las planchas, los casetones y el poliestireno molido para hormigón alivianado. Aislaciones Mar del Plata no se dedica al reciclado, sino que todos sus productos están hechos a base de materia prima virgen. Además, es la única empresa en la ciudad que fabrica productos de EPS para la construcción.

Se solicitó una entrevista para recopilar más información acerca de la fabricación del poliestireno en Mar del Plata, pero la empresa no accedió a lo solicitado.

Polpor

Esta empresa provee a través de la venta y distribución de artículos de poliestireno expandido, productos que cubren distintas necesidades del mercado.

Posee amplia gama de productos que abarcan a la construcción, industria alimenticia, laboratorios, agroindustria y productos para el tiempo libre. Los productos no se fabrican con material reciclado. La empresa cuenta con experiencia en logística y la capacidad operativa necesaria para satisfacer las demandas de sus clientes, con un sistema de distribución que los posiciona como uno de los líderes en el mercado. La empresa se encuentra en Capital Federal.

Induspol

Es una empresa de fabricación de plástico cuya planta se encuentra en los Troncos del Talar, provincia de Buenos Aires. Desde hace más de 30 años busca dar respuestas a las necesidades del mercado dentro de la línea de productos elaborados con EPS. Posee una amplia gama de productos de línea, que se pueden agrupar en adhesivos y resinas, aislación, construcción, cotillón y librería, decoración, gastronomía, herramientas, impermeabilizantes, y material de relleno. Los productos de EPS que fabrica son: planchas acanaladas, planchas lisas para paredes y pisos, placas aislantes termodrenantes. Toda su producción es en base a materia prima virgen.

Los siguientes competidores son los miembros de la Asociación Argentina de Poliestireno Expandido (AAPE).

Grupo Estisol

Es un grupo industrial dedicado a la producción de EPS Isopor desde el año 1964. Hasta la actualidad es la empresa líder en la fabricación de productos de poliestireno expandido para la industria de la construcción, embalajes industriales, el agro y envases para alimentos y bebidas. Cuenta con cada etapa del proceso productivo, comercial y de diseño de producto avalada por la Certificación del Sistema de Calidad ISO 9001 versión 2008.

El grupo Estisol cuenta con cuatro unidades de negocios; Estisol construcción, Estisol packaging, Estisol Live (soluciones innovadoras para la vida cotidiana) y Estisol embalajes industriales.

Dentro de la unidad Estisol construcción, se encuentran los productos destinados al alineamiento de estructuras, aislación térmica y acústica y decoración de frentes e interiores. Algunos de ellos son perlas preexpandidas de EPS aditivadas, casetones de EPS perdidos y recuperables, bloques ultralivianos para techos y entrepisos con viguetas, premezclado cementicio ultraliviano, placa termoaislante revestida, planchas para aislación térmica de muros, cubiertas y contrapisos, placa de aislación térmica continua de alta densidad, placa termodrenante, entre otros. También desarrollan diversos sistemas constructivos. Los productos no están hechos con material reciclado.

Esta empresa cuenta con un contrato de exclusividad con una distribuidora local, ocasionando que la distribuidora acapara todo el volumen de ventas de esta empresa en el partido de General Pueyrredon.

Mastropor

Es una de las empresas líderes en el mercado argentino, que brinda soluciones innovadoras y acordes a las necesidades del mercado de la construcción, autopartes, embalajes, embalajes industriales, tiempo libre, matricaria, máquinas y equipos. Se encarga del diseño, desarrollo y comercialización de productos y servicios comprometidos con el medio ambiente y la comunidad. Se dedica al desarrollo de productos de poliestireno expandible, polipropileno expandible (EPP), matricería e Ingeniería Industrial.

Los productos de EPS que ofrecen destinados a la construcción no son reciclados, entre ellos se encuentran placas lisas para muros techos y pisos, placas cubiertas livianas de todo tipos de formas, placa de revestimiento para aislación térmica interior para muros exteriores, placa para tabiquería de sistema de construcción en seco, placas para aislación térmica de pisos radiantes, casetones de corte a pedido, bloques para losas forjadas de viguetas, perlas preexpandidas para alivianamiento estructural, panel para aislación térmica de techos y paredes y medias cañas.

El grupo de los competidores está conformado por un grupo reducido de grandes empresas que se dedican a la fabricación de una amplia variedad de productos de EPS. Aislaciones Mar del Plata es el único fabricante en la ciudad pero no está consolidado en el mercado, sino que los clientes optan por comprar en las grandes empresas. Esto puede

significar una desventaja porque éstas, aparte de estar fuertemente consolidadas en el mercado, producen con economía de escala.

Los grandes fabricantes de poliestireno expandido tienen varios canales de distribución. Con las empresas constructoras cuyos volúmenes de compra son elevados en general, el canal es directo. Los compradores eligen ponerse en contacto directo con el fabricante para obtener descuentos, asegurar los requerimientos de los materiales, garantizar la disponibilidad de los productos, coordinar el cronograma e incurrir en menores tiempos. Es decir, realizar la compra de los materiales de forma segura y conveniente. La distribución corre por cuenta del fabricante y se hace a través de una flota de camiones que descargan directamente el material en la obra. El costo del transporte se incluye en el de compra.

El resto de los canales son más largos y, por ende, existe un menor control sobre el material. Los fabricantes comercializan sus productos a través de distribuidoras y de minoristas cuando los compradores no están próximos geográficamente o cuando los volúmenes de compra son bajos, como sucede con los particulares. En este caso el comprador retira el material directamente por la sucursal. Si eligiese la entrega en la obra el flete corre por cuenta de la distribuidora, pero abonado por el consumidor, y el costo de transporte es proporcional a los metros cúbicos ocupados por el material en el camión. A su vez, el costo del transporte desde el punto de fabricación hasta el distribuidor es pagado por este último pero luego cargado en el precio de venta al que lo adquiere el consumidor.

Se presenta una oportunidad, ya que las grandes empresas se encuentran localizadas en Capital Federal y el Gran Buenos Aires. Esto significa que los clientes, a la hora de comprarle a éstas, incurren en un mayor tiempo de suministro y en considerables costos de transporte.

3.1.4 Precio

Se detalla el precio al cual se ofrecen los tres productos en el mercado. Para esto, se tomó como referente a tres empresas dedicadas al comercio de EPS.

Aislaciones Mar del Plata

En la tabla 9 se detallan los precios de mercado a los cuales comercializa esta empresa fabricante.

Producto	Precio
Casetones de 50x50x15 cm	115 \$/u
Planchas de 10 mm (15 kg/m ³)	70 \$/m ²
Bolsas de EPS molido	1.200 \$/m ³

Tabla 9: Precios de Aislaciones Mar del Plata

Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con una empresa fabricante local (2019)

Distribuidora local

Esta empresa se dedica a la comercialización exclusivamente de productos del grupo Estisol, y sus precios al público se presentan en la tabla 10.

Producto	Precio
Isopor 10 kg	2.588 \$/m ³
Isopor 15 kg	4.744 \$/m ³
Isopor 20 kg	6.223 \$/m ³
Plancha 10 mm (10 kg/m ³)	25,6 \$/m ²
Plancha 10 mm (15 kg/m ³)	46,5 \$/m ²
Plancha 10 mm (20 kg/m ³)	61 \$/m ²
Isocret (Pre-expandido grano grueso con aditivos)	2.300 \$/m ³

Tabla 10: Precios de distribuidora local

Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con una empresa distribuidora local (2019)

Polpor

Este fabricante ubicado en Capital Federal, comercializa algunos productos de EPS, cuyos precios se muestran en la tabla 11.

Producto	Precio
Plancha EPS 10 mm (15 kg/m ³)	53 \$/m ²
Bolsa EPS recuperado molido	718,75 \$/m ³

Tabla 11: Precios de Polpor

Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con una empresa fabricante de Capital Federal (2019)

3.1.5 Descripción y usos de los productos

Planchas de EPS

Planchas lisas para muros y techos. Son piezas de corte de espesor a pedido, cuya finalidad es la creación de capas aislantes térmicas y acústicas para los cerramientos tanto verticales como horizontales. Existen dimensiones estandarizadas de todas las placas que se fabrican, sin embargo, en el caso de que se requieran otras dimensiones, se pueden realizar a pedido. Según su función se pueden dividir en planchas para techos ventilados, para techos planos y para intrapared.

Para las construcciones cuyos techos son de tejas cerámicas o chapas metálicas, se utilizan placas de EPS de espesor variable destinadas a la generación de capas aislantes como se ve en la figura 3. Esta capa no se encuentra interrumpida en ningún punto para evitar la formación de puentes térmicos. Las densidades son de 15 kg/m³ y 20 kg/m³, cuya elección está dada en función de la obra y los requerimientos mecánicos y de aislación necesarios.



Figura 3: Esquema de planchas utilizadas en techos de teja o chapa
Fuente: Grupo Estisol, 2019

Las placas para techos planos que se observa en la figura 4, son producidas por corte de espesor variable y destinadas a la generación de capas aislantes térmicas. Según el tipo de techo existen distintas maneras de realizar la aislación térmica. Frente a la necesidad de una reparación tiene la ventaja de permitir la rápida remoción del exterior de la cubierta, sin roturas de difícil arreglo posterior. La densidad está dada en función del tipo

de obra, los requerimientos de aislación y los esfuerzos mecánicos que el techo debe cumplir.

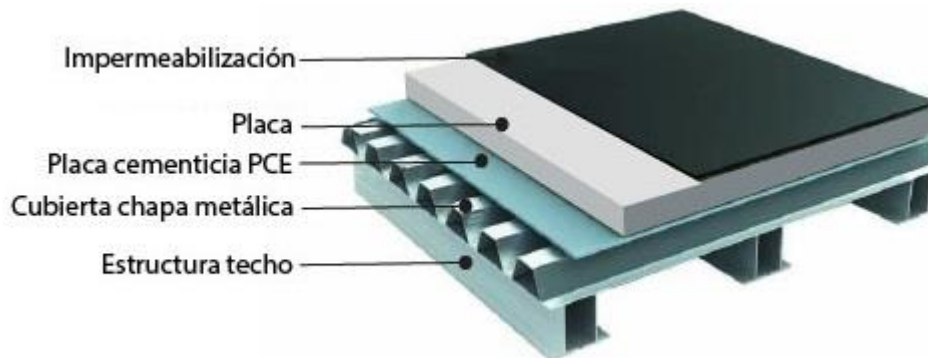


Figura 4: Esquema de planchas utilizadas en techos planos
Fuente: Grupo Estisol, 2019

Las placas de EPS utilizadas para paredes dobles se presentan en la figura 5. Son producidas por corte de espesor variable destinadas a la generación de capas aislantes térmicas en paredes dobles. Constituyen el mejor aislante para la protección integral de los muros externos debido a su densidad y espesor. La interposición de una placa mejora considerablemente la aislación total, ya que elimina la transmisión de calor por efecto de radiación y convección. Las densidades recomendadas son 15 kg/m^3 y 20 kg/m^3 .

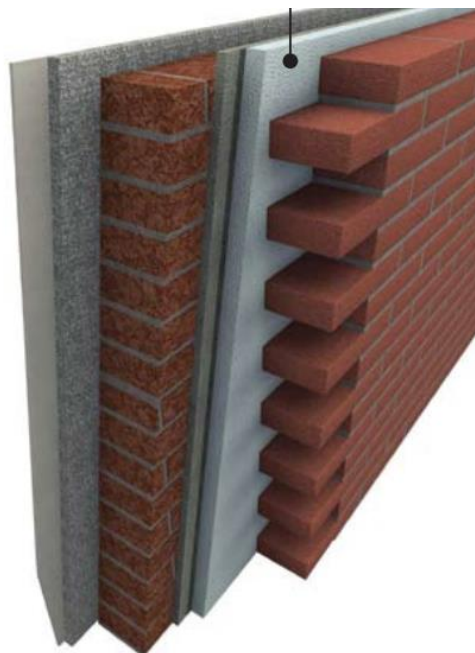


Figura 5: Esquema de planchas utilizadas para paredes dobles
Fuente: Grupo Estisol, 2019

Dado que los procesos productivos de los tres tipos de placa no difieren considerablemente, a fines prácticos se consideran como un solo producto con el fin de definir la capacidad de la planta (Grupo Estisol, 2019).

Casetones de EPS

Son bloques de poliestireno expandido de dimensiones variables que se utilizan para el relleno de losas nervadas reticulares. Se obtienen losas de cubierta o de entrepiso de gran ligereza sin perder características estructurales y con ventajas adicionales, como por ejemplo la optimización del acero en las estructuras. Se fabrican bajo pedido de acuerdo a las dimensiones establecidas por el cliente, por lo tanto no existirán piezas pre-cortadas o de tamaño standard (Grupo Estisol, 2019).

Los casetones ubicados en el eje neutro de la estructura, como se observa en la figura 6, cumplen la doble función de molde de los nervios y elemento alivianador. Los casetones se destinan únicamente a la construcción de edificios, ya que las losas en las viviendas son de menor dimensión. De acuerdo a la cantidad de usos pueden realizarse en dos variantes, casetones perdidos o recuperables. Los primeros se fabrican en baja densidad, pues quedan incorporados en la estructura. Los segundos son de alta densidad y están dotados de la conicidad necesaria para facilitar su extracción y posterior reutilización.



Figura 6: Fotografía de casetones utilizados en la losa de una construcción
Fuente: Grupo Estisol, 2019

EPS molido para alineamiento estructural

El EPS molido se utiliza como agregado liviano para hormigón de tipo alivianado como se ve en la figura 7. La principal ventaja del hormigón alivianado es su reducido peso,

lo que lo hace ideal para rellenos, contrapisos livianos, rampas, como base para el pegado de tejas sobre losa y piezas moldeadas. Otra de sus cualidades es el mayor poder de aislación térmica obtenido, debido a la adición del EPS en la mezcla. Esto lo hace apto para realizar aislaciones sobre techos, contrapisos y revoques aislantes, entre otros. Sólo se utilizan en la construcción de edificios.

El hormigón así obtenido tiene una resistencia reducida que impide su uso como hormigón estructural. Sin embargo, el hormigón es totalmente transitable y puede soportar grandes sobrecargas como contrapiso o rampa.

Para obtener hormigón alivianado, se requieren, siete partes de EPS molido, dos de arena mediana, una de cemento portland, media de adhesivo para cerámicos, y agua para completar.

Una bolsa de EPS molido de un quinto de metro cúbico rinde aproximadamente el mismo volumen de hormigón alivianado, ya que la arena y el cemento sólo rellenan los espacios vacíos en el EPS. Utilizando las proporciones indicadas, se obtiene un hormigón alivianado con un peso específico en el orden de los 400 a 450 kg/m³ (Grupo Estisol, 2019).



Figura 7: Fotografía de bloques de hormigón alivianado con granulado
Fuente: Grupo Estisol, 2019

3.2. ANÁLISIS TÉCNICO

3.2.1 Capacidad de la planta

La capacidad de la planta se diseñó teniendo en cuenta la cuota de la demanda estimada a la cual se apunta satisfacer. El objetivo, en función de una planificación para cinco años, es que la capacidad de diseño corresponda al 80% de la demanda estimada

máxima, que se presenta en el 2023. Se seleccionó una cuota de mercado elevada, ya que se tuvieron en cuenta las variables analizadas en el estudio de mercado, y la forma conservadora de estimar la demanda. Si bien se comercializan productos de distintas dimensiones y densidades, se realizó la estimación en base a la densidad de los más demandados. El valor total en toneladas de poliestireno expandido demandado para dicho año es de 405. La capacidad de diseño correspondiente a este análisis es de 324 toneladas.

Luego de realizar el relevamiento de los equipos disponibles para una jornada laboral de ocho horas, produciendo veinte días por mes, 10 meses al año, no es factible construir una planta para una capacidad de diseño menor a 406 t/año. Su cálculo se presenta en el anexo 2.

Si se afecta la capacidad de la planta en toneladas por la participación en la demanda de los productos, se obtienen valores estimados para las cantidades que se pueden fabricar cuando la planta cuando trabaja al 100%, y se detalla en la tabla 12.

Producto	Unidades/Año	Toneladas/año
Casetones 15x50x50 cm (15 kg/m ³)	436.867	201
Planchas 10x1.000x1.000 mm (15 kg/m ³)	89.748	110
Bolsa de EPS granulado 0.125 m ³	50.773	95,2

Tabla 12: Capacidad de diseño de la planta
Fuente: Elaboración propia

Luego, se determinaron los porcentajes de penetración en el mercado para la vida útil del proyecto. Con las estimaciones anuales de las ventas y la capacidad de diseño se calcularon los porcentajes de utilización para cada año, que se muestran en la tabla 13.

Año	Casetones	Planchas	Granulado EPS	Total en Toneladas	% de Utilización	% Mercado
2019	142.830	29.184	12.683	125	30,90%	70,00%
2020	170.819	34.903	15.169	150	36,95%	80,00%
2021	178.404	36.453	15.842	157	38,59%	80,00%
2022	209.238	42.753	18.580	184	45,26%	90,00%
2023	217.771	44.497	19.337	191	47,11%	90,00%

Tabla 13: Plan anual de producción
Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Diagrama de flujo

En la figura 8 se presenta el diagrama de flujo del proceso de reciclaje y fabricación de los productos seleccionados.

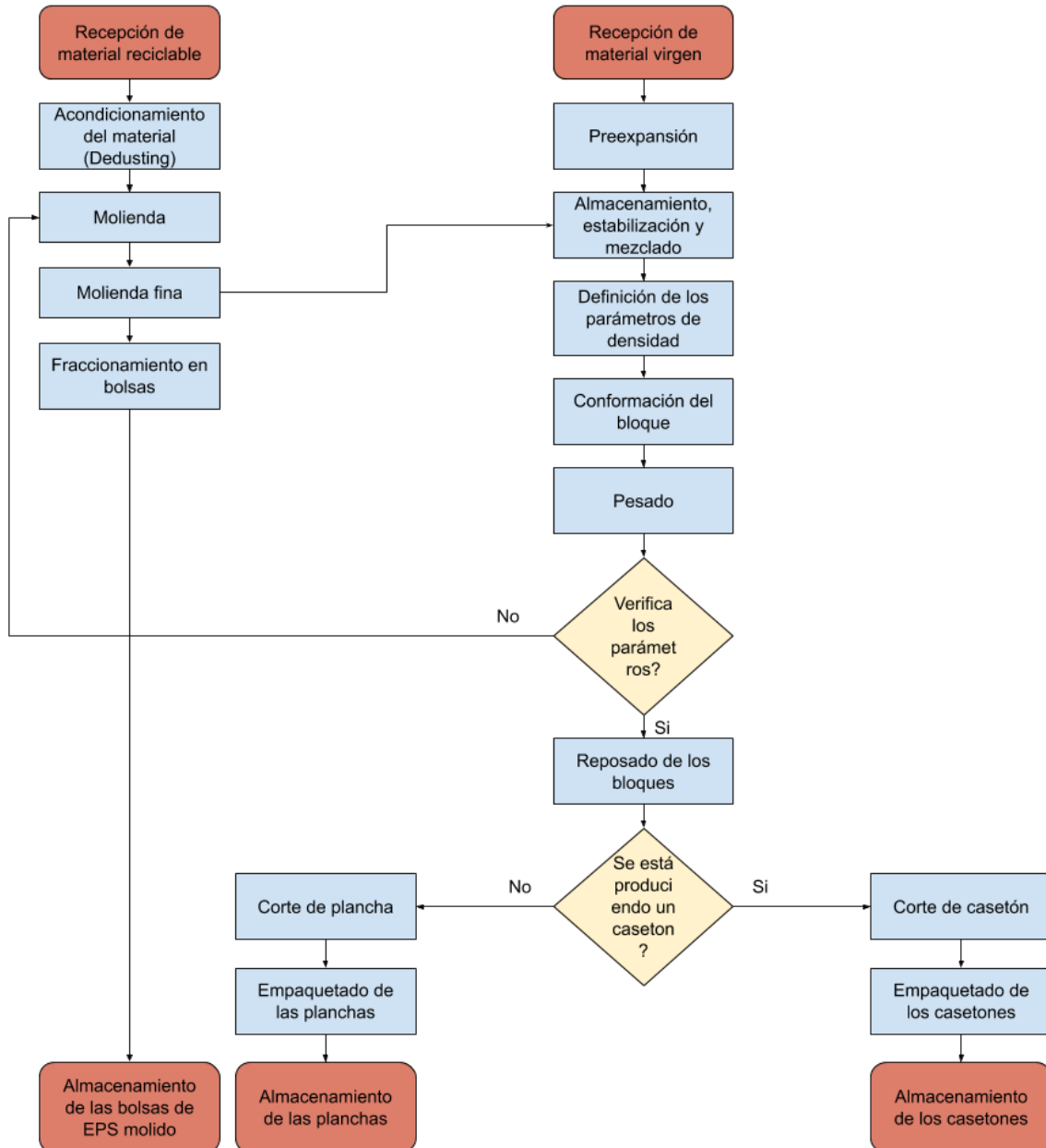


Figura 8: Diagrama de flujo de los procesos fabricación de los productos de poliestireno
Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Descripción técnica del proceso

Molienda y reciclaje

El material reciclable llega a la fábrica desde los puntos de reciclaje, este aspecto se desarrollará en el apartado 3.2.5. Se acondiciona el material en las máquinas de reciclado donde se elimina la suciedad para poder asegurar que este se va a poder mezclar correctamente con el EPS virgen. Luego la misma máquina se encarga de hacer el molido fino o granulado. En el molido fino el telgopor se lleva al tamaño necesario para poder mezclarse con el poliestireno expandido virgen. Dependiendo la cantidad necesaria para el proceso de conformado de bloques, se mezclan con el EPS virgen. El EPS molido que no es utilizado en dicho proceso, se fracciona en $0,125 \text{ m}^3$, y luego es almacenado (Martínez et al., 2012).

Pre-expansión y estabilización

El poliestireno expandible virgen se recibe en forma de pellets. Estos se expanden en una cámara de vapor a temperaturas entre los 80 y 200°C , así el pentano sale de los pellets, ingresa aire, y se inflan hasta alcanzar entre cuarenta y cincuenta veces su tamaño inicial. En esta etapa es donde se determina la densidad final del EPS dependiendo de los requerimientos del producto a conformar. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad del material puede oscilar entre 10 y 30 kg/m^3 . Una vez frías, en las partículas recién expandidas se crea un vapor en su interior que debe ser compensado con la penetración de aire por difusión. Para ello se las deja almacenadas en silos ventilados entre doce y veinticuatro horas.

Las perlas preexpandidas estabilizadas son mezcladas con el material molido y luego almacenadas en tolvas. Para que el producto final no pierda sus propiedades mecánicas se utiliza un 40% de material molido reciclado en la mezcla dentro de la tolva (Martínez et al., 2012).

Conformado de bloques

Desde las tolvas se vierte el contenido en el autoclave para el conformado de bloques de EPS. Aplicando vapor se fusionan las perlas hasta formar un bloque de tres metros de largo y uno de ancho. Este proceso puede tardar hasta veinte minutos dependiendo de la densidad.

Se verifica con una báscula en la cinta transportadora que el bloque cumpla las especificaciones. Dependiendo de la densidad puede alcanzar hasta 200 kg (Martínez et al., 2012).

Corte

Para ello se tiene una máquina de corte en tres dimensiones que funciona con un sistema de hilos que permite obtener planchas o casetones a partir del bloque.

Los bloques estabilizados de poliestireno expandido pueden ser cortados de acuerdo a las necesidades del cliente mediante la programación de la máquina (Martínez et al., 2012).

Almacenamiento

Por último se procede a trasladar el producto terminado, ya sea casetón o planta, al almacén de producto terminado. Los productos son empaquetados y almacenados en función de los pedidos de los clientes, junto al EPS molido que se encuentra en bolsas.

3.2.4 Requerimientos técnicos de producción

3.2.4.1 Factores fijos

Equipos

Se detallan los equipamientos necesarios para la puesta en marcha de la planta. El valor del dólar que se adoptó para el trabajo es de 44,5 pesos, al 30 de mayo del 2019.

Pre-Expansor Continuo

En la figura 9 se muestra el pre-expansor continuo, el cual se encarga de llevar la materia prima virgen al tamaño requerido, con sus características técnicas.



Código	LWC-900
Densidades	7-30 kg/m ³
Capacidad	200-400 kg/h
Consumo de vapor	200-250 kg/h
Potencia	10 kW
Peso	2.000 kg
Dimensiones	4.700x2.900x3.200 mm
Valor en F.O.B	8.000 USD

Figura 9: Esquema de pre-expansor continuo y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Tolvas

En la figura 10 se muestra la tolva donde se almacenará el poliestireno expandido para su estabilización y luego transportarse a la mezcladora, con sus características técnicas. Se requerirán seis tolvas.



Tamaño	2.500x2.500x5.500 mm
Materiales	Nylon y Hierro Galvanizado
Valor en F.O.B	3.900 USD

Figura 10: Fotografía de tolva y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Máquina de moldeo de bloques

En la figura 11 se muestra la máquina de moldeo de bloques de EPS, con sus características técnicas. Esta máquina incluye sus respectivas tolvas, el sistema de conexión para las mismas, y un sistema de pesado automático para el cálculo de la cantidad requerida.



Código	LWB-3000A
Tamaño del bloque	3.000x1.200x600 mm
Capacidad	10 min/bloque
Consumo de vapor	25-35 kg/ciclo
Consumo de aire comprimido	1,2-1,6 m ³ /ciclo
Potencia	8kW
Tamaño	5.100x2.300x2.100 mm
Peso	5.000 kg
Valor en F.O.B	25.000 USD

Figura 11: Fotografía de máquina de moldeo continuo y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Máquina de corte automático

En la figura 12 se muestra la máquina de corte automática, con sus características técnicas. Esta máquina realiza cortes tanto verticales como horizontales. En la tabla x se muestran sus características.



Código	LWQ-3000B
Potencia	21 kW
Tamaño	4.800x1.900x2.500 mm
Peso	1.600 kg
Valor en F.O.B	4.000 USD

Figura 12: Esquema de máquina de corte automático y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Máquina de reciclado

En la figura 13 se muestra la máquina de reciclado con sus características técnicas, la cual se encarga de acondicionar el material a reciclar, molerlo hasta obtener el granulado necesario y finalmente almacenarlo en la tolva.



Código	LWR-CD
Potencia	13,8 kW
Capacidad	25-30 m³/hora
Tamaño	4.100x1.800x2.800 mm
Valor en F.O.B	7.000 USD

Figura 13: Fotografía de máquina de reciclado y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Mezcladora

En la figura 14 se muestra la máquina mezcladora con sus características técnicas, la cual se encarga de mezclar y homogeneizar las cantidades de EPS reciclado y virgen.



Capacidad	55-100 m³/hora
Potencia	5,67 kW
Tamaño	3.050x2.050x5.700 mm
Peso	550 kg
Valor en F.O.B	6.000 USD

Figura 14: Fotografía de mezcladora y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Caldera

En la figura 15 se muestra la caldera con sus características técnicas, la cual producirá el vapor necesario para el proceso de pre-expansión y conformado de bloques. Ésta funciona sólo a base de energía eléctrica.



Salida	1 t/hora
Presión Máxima	1.25 MPa
Temperatura de vapor	195°C
Potencia	790,2 kW
Tamaño	3.200x2.090x1.960 mm
Valor en F.O.B	22.000 USD

Figura 15: Fotografía de caldera y sus especificaciones técnicas

Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Tanque de vapor

En la figura 16 se muestra el tanque de vapor con sus características técnicas, el cual almacena el vapor producido por la caldera.



Volumen	8 m ³
Presión Máxima	1 MPa
Valor en F.O.B	5.600 USD

Figura 16: Fotografía de tanque de vapor y sus especificaciones técnicas

Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Compresor de Aire

En la figura 17 se muestra el compresor de aire con sus características técnicas, requerido para la pre-expansión, y la conformación de bloques.



Capacidad	3.6 m ³ /min
Potencia	22 kW
Tamaño	1.290x900x1.190 mm
Peso	650 kg
Valor en F.O.B	4.500 USD

Figura 17: Esquema de compresor de aire y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Tanque de aire comprimido

En la figura 18 se muestra el tanque de aire comprimido con sus características técnicas, el cual almacena el aire producido por el compresor.



Presión Máxima	1 MPa
Valor en F.O.B	1.500 USD

Figura 18: Fotografía de tanque de aire comprimido y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Ventilación

En la figura 19 se muestra la ventilación requerida para el secado y estabilizado del EPS pre-expandido y los bloques con sus características técnicas. Esta ventilación cuenta con un sistema de control de temperatura automático. En la tabla 19 se muestran sus características.

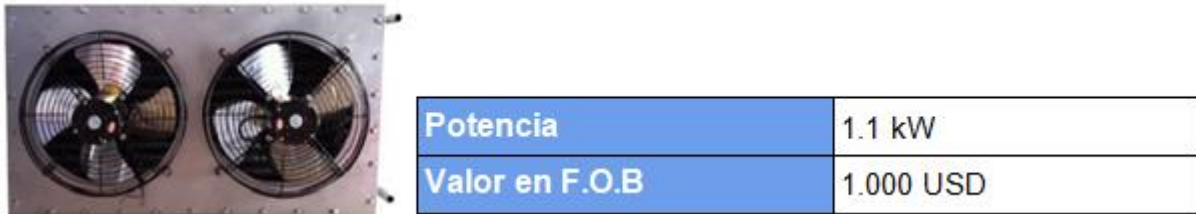


Figura 19: Fotografía de ventiladores industriales y sus especificaciones técnicas
Fuente: Elaboración propia en base a comunicación con empresa fabricante de equipos, 2019

Tubos y cañerías

Son requeridos también tubos sin costura para el sistema de vapor, aire comprimido, agua y para el transporte del EPS. Así como también válvulas. Se estima que el valor de estos materiales es de 7.000 USD (Comunicación personal con empresa proveedora, 2019).

Toda la maquinaria se envía en dos contenedores y el costo es de 2.400 USD. Los cargos correspondientes a la importación se estiman como un 50% del precio F.O.B. con transporte (Comunicación personal con empresa proveedora, 2019).

Edificio

Tamaño de la planta

Para el cálculo de la superficie total de la planta se utilizó el método de Guerchet (Guerchet y Estival, 1991). Este método considera tres tipos de superficie:

- Superficie estática (S_s): Es la superficie correspondiente a las máquinas e instalaciones.
- Superficie de gravitación (S_g): Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por los operarios y el material acopiado para las operaciones en curso. Para cada máquina, la superficie de gravitación se obtiene multiplicando la superficie estática por los lados accesibles (N) como se indica en la ecuación (17).

$$S_g = S_s \times N \quad (17)$$

- Superficie de evolución (S_e): Es la superficie entre los puestos destinados a los desplazamientos del personal y la mantenimiento como se muestra en la ecuación (18).

$$S_e = (S_s + S_g) \times k \quad (18)$$

Existen diferentes valores de k tabulados según el tipo de industria al que se haga referencia. En la tabla 14 se detallan los valores.

Tipo de actividad	K
Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0,10 - 0,25
Textil hilados	0,05 - 0,25
Textil tejidos	0,50 - 1,00
Relojería y joyería	0,75 - 1,00
Pequeña mecánica	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

Tabla 14: Factor K de acuerdo a las industrias productivas
Fuente: Elaboración propia en base a Rondón Fernández (2014)

De acuerdo a los tipos de actividad contemplados, se ha seleccionado un valor de k de 0,25 correspondiente al trabajo en cadena con transportador mecánico.

La superficie total para el área de producción se calcula como la suma de las tres superficies calculadas para cada una de las máquinas. El valor obtenido es de 161 m².

Las superficies ajenas a la producción que se calcularán son las áreas de mantenimiento, bodega y almacén, administración, área de personal y servicios higiénicos.

Mantenimiento: El área de mantenimiento estará destinada los suministros de mantenimiento, herramientas, áreas para repuestos y espacio adicional para realizar reparaciones simples, esto se debe a que se requieren pocas máquinas y éstas no son complejas. La superficie es de 10 m².

Administración: La superficie para el área de administración contempla los espacios requeridos para el personal administrativo y el jefe de producción. Se compone de una oficina de dirección (10 m²), un sector administrativo (30 m²) donde se encuentran los puestos operativos de los demás empleados y un sector de atención al cliente (15 m²).

Almacenamiento y bodega: El sector de almacenamiento y bodega se calculó en base a la capacidad máxima de la fábrica. Teniendo en cuenta que la planta opera 10 meses por año, el cálculo del producto a almacenar se contempló para dos semanas de

producción, es decir 22 toneladas, que representa aproximadamente 500 bloques de 3 x 1,2 x 0,6m. La superficie destinada a este sector es de 450 m², de los cuales se asignaran 30 m² para el almacenamiento de la materia prima virgen. En cuanto a la materia prima reciclable, cuando se recibe se la pasa directamente a la máquina de reciclado para luego ser almacenada en la mezcladora.

Área de personal: Es el espacio de descanso/comedor cuya superficie destinada es de 10 m².

Servicios higiénicos: Para el cálculo del espacio requerido son tomados en cuenta los estándares de seguridad y salud en el sector industrial (Avelino, 2005). Un inodoro y dos urinarios por cada 50 hombres, un lavamanos por cada 25 hombres y un inodoro y un lavamanos por cada 25 mujeres. El personal es menor a 50 personas, por lo que se requieren dos baños estándar de 9 m².

La superficie total de la planta es de 704 m².

Mano de obra

Para calcular los costos y la cantidad de operarios necesarios, se propuso una estructura organizacional, la cual se puede apreciar en la figura 20, y se dividió el sector de la producción en tres estaciones de trabajo.

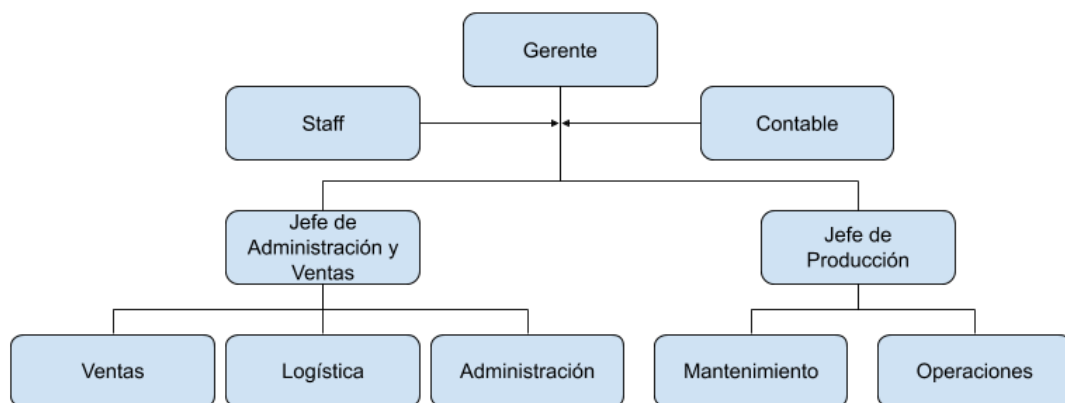


Figura 20: Organigrama propuesto para el proyecto
Fuente: Elaboración propia

La primera estación de trabajo cuenta con las operaciones de caldera y compresor de aire, a la cual se le asignará un operario calificado. Luego la estación del pre-expansor continuo y la máquina de reciclado, que contará también con un operario. La máquina de conformado de moldes y la máquina de cortes serán otra estación de trabajo que contará

con dos operarios. Estos operarios también se encargan de envasar el EPS molido y de colocarle el film a las planchas y los casetones para su almacenamiento.

Debido a la naturaleza del proceso y al nivel de automatización, la cantidad de operarios es constante independientemente del punto de operación, por lo que se la considerará un factor fijo.

Según Unión Obreros y Empleados Plásticos, la escala salarial para marzo/mayo del 2019 es de 127,64 \$/hora para un operario básico y de 154,73 \$/hora para un operario calificado. A estos valores hay que agregarle un 40% correspondiente a las cargas sociales.

3.2.4.2 Factores Variables

Materia prima

Materia prima virgen

El poliestireno expandible es la materia prima virgen que se requiere para la producción de productos de EPS reciclados. Inicialmente se había seleccionado a Styropek S.A. como proveedor, dado que es la empresa líder de abastecimiento de poliestireno expandible en Argentina y pertenece al Grupo Alpek que es una de las petroquímicas más grandes de América. Sin embargo, al no contar con una empresa existente Styropek decidió no compartir información ni del producto y ni del precio estimado.

Luego, se seleccionó como proveedor a Hangzhou Epsole Technology Co. Ltd. Esta empresa es de carácter privado y está localizada en Hangzhou, Zhejiang, China. Comercializa poliestireno expandible, máquinas para el procesamiento del EPS, productos de poliestireno expandido y también ofrece asesoramiento técnico. Posee más de 10 años de experiencia en el mercado del poliestireno.

El producto a adquirir cuenta con retardante de llama, debido a que la aplicación es en la construcción. Su apariencia se puede apreciar en la figura 21.

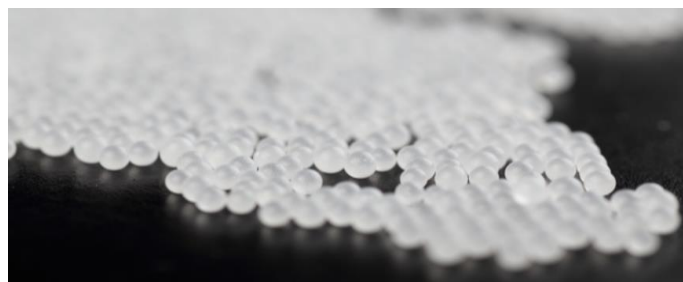


Figura 21: Fotografía de perlas de poliestireno expandible
Fuente: Hangzhou Epsole Technology Co. Ltd. (2019)

El diámetro de las perlas de poliestireno determina la densidad del producto final, siendo los diámetros inferiores para densidades altas y viceversa. A fines prácticos se considera que los productos a comercializar presentan densidades medias por lo que los pedidos serán del P-303 y P-40 como se muestra en la tabla 15.

Especificación	Diámetro (mm)	Densidad (kg/m ³)	Radio expandible una vez (mm)
P-303	0,70 - 0,90	15 - 18	50 - 65
P-401	0,50 - 0,80	18 - 25	40 - 50

Tabla 15: Especificaciones de las perlas de poliestireno expandible
Fuente: Elaboración propia con información de Hangzhou Epssole Technology Co. Ltd, 2019.

La compra mínima es de una tonelada por pedido y la máxima es de 500.000 toneladas por año. El precio se da en valores FOB y para los productos seleccionados es de 1.300 dólares la tonelada. La comercialización se hace en bolsas de papel laminado y en bolsones de diferentes volúmenes. El transporte se estima en un 25% del precio FOB y el costo de importación corresponde a un 50%, por lo tanto el precio final por tonelada es de 2.438 USD.

Este material contiene compuestos combustibles y volátiles por lo que debe mantenerse siempre lejos de fuentes de ignición. El almacenamiento debe hacerse en un lugar seco, ventilado y a una temperatura menor a 25 grados centígrados. La vida útil es de 3 meses siempre y cuando se respeten las condiciones del almacenamiento, sin embargo una vez que el paquete se abre el agente expansor (pentano) se comienza a evaporar dentro del primer mes.

El tiempo de suministro varía entre 20 y 60 días. Esta variabilidad puede presentar una desventaja dado que la disponibilidad de la materia prima afecta directamente a la de los productos terminados.

El consumo anual de materia prima virgen se puede ver en la tabla 16.

Año	Requerimientos (t/año)
2019	61
2020	73
2021	76
2022	89
2023	93

Tabla 16: Requerimientos anuales de materia prima virgen
Fuente: Elaboración propia

Debido a esto se realizará un pedido bimestral con las cantidades necesarias para satisfacer la demanda de ese periodo. Cada trimestre representa un consumo de un quinto del total del año, ya que la planta trabaja diez meses al año.

Materia prima reciclable

Los desechos de poliestireno expandido forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU). En base a los datos provistos por el Ente Municipal de Servicios Urbanos (Emsur) cada marplatense genera 0,9 kilos de basura por día. Para calcular la cantidad de basura que se genera por día por habitante se tuvo en cuenta la información provista por el Segundo Informe de Monitoreo Ciudadano de la red Mar del Plata Entre Todos. La estimación para el año 2016 fue de 644.055 habitantes con una tasa de crecimiento anual de 6,01%.

De acuerdo al “Estudio de Composición de Residuos Municipalidad de General Pueyrredón Noviembre - Diciembre 2014” llevado a cabo por Benito Roggio para la empresa Tecsan, el porcentaje promedio de RSU correspondiente al poliestireno es de 0,63%. En la tabla 17 se pueden visualizar los valores obtenidos del cálculo.

Año	Habitantes	Cantidad de basura (t/año)	Poliestireno (t/año)
2017	682.763	224.288	1.413
2018	723.797	237.767	1.498
2019	767.297	252.057	1.588
2020	813.412	267.206	1.683
2021	862.298	283.265	1.785
2022	914.122	300.289	1.892
2023	969.060	318.336	2.006

Tabla 17: Estimación anual de cantidad de basura y poliestireno
Fuente: Elaboración propia en base a Roggio et al. (2014)

No toda la basura es efectivamente reciclada. Para obtener el valor del material recuperado se tuvo en cuenta la tasa de recuperación de la planta, cuyo valor de 7,51% proviene del Informe Anual Ambiental del 2019 de la Instalación de recuperación de materiales. En la tabla 18 se detallan para los años de vida útil de proyecto la cantidad de materia prima reciclada disponible y los requerimientos en función a la producción.

Año	Poliestireno disponible (t/año)	Poliestireno requerido (t/año)
2019	119	64
2020	126	77
2021	134	80
2022	142	94
2023	151	98

Tabla 18: Cantidad anual de materia prima reciclable disponible y requerida
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, la disponibilidad de materia prima es suficiente para todos los años del proyecto. La cantidad requerida se calculó considerando que todo el EPS molido es de material reciclado y que las placas y los casetones están compuestos por un 40% del mismo.

Los valores se tuvieron en cuenta desde un punto de vista conservador, dado que no se contemplan los meses de temporada en los cuales la población casi que se duplica junto con el consumo de envases de poliestireno. A su vez, se han tenido en cuenta únicamente los RSU. En el caso que se consideren los residuos industriales y los restos de construcción el valor obtenido de poliestireno expandido sería mayor.

En relación al aprovisionamiento, en el municipio los desechos de poliestireno expandido no forman parte de la recolección diferenciada. Entonces, éstos no se reciclan y terminan en el predio de disposición final. La recolección de los residuos reciclables en todas las zonas de la ciudad apunta a la fracción seca de los residuos que incluye metales, plásticos, papel, cartón, textil, vidrios, tetrabrik, entre otros.

Para adquirir este material reciclado se propone realizar un convenio con el municipio, específicamente con el Emsur, para gestionar la incorporación del poliestireno expandido a la recolección diferenciada. De este modo, el EPS al igual que los plásticos que se reciclan, serán separados por los ciudadanos en los puntos de consumo y luego recolectados por la Transportadora 9 de Julio para ser enviados a la Planta de Municipal de Separación y Clasificación de los RSU o al Predio de Disposición Final.

Se ha seleccionado esta forma de adquisición de la materia prima reciclable, porque la mayoría del poliestireno que corresponde a envases y embalajes termina su ciclo de vida en el punto de consumo, por lo que forma parte de los RSU.

Se propone también establecer una alianza con la Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores (CTEP) a través de un convenio de exclusividad entre la cooperativa y la empresa, y entre Tecsan, que es quien opera el galpón social, y la empresa. El mismo consiste en que, luego de haber sido separados todos los desechos de

EPS en la planta de separación, por los trabajadores de la Cooperativa CURA, y en el galpón social, por los recuperadores informales, puedan ser retirados y transportados a la planta del proyecto para la producción.

En relación a los grandes generadores, se puede establecer un convenio para retirar grandes volúmenes del material de los puntos donde se generan estos residuos. Esto es así porque la densidad del material hace que sea muy poco económico su transporte.

En lo que respecta al precio se establece que un valor posible es un 50% del precio de venta del EPS recuperado molido. La bolsa de 160 litros de EPS molido de Polpor cuesta \$115 pesos, y si se toma la densidad de 15 kg/m³, el precio por tonelada es de \$23.959 pesos aproximadamente, o 521 USD.

Envases y embalaje

Bolsas

El EPS granulado se envasa en bolsas de 0,125 m³. El proveedor es Juxian Xingui Plastics Co. Ltd., ubicado en Liuguangzhuang Town, Juxian. Las mismas serán de ácido poliláctico (PLA), el cual es biodegradable, y tendrán impreso el logo de la marca. El precio F.O.B. unitario de cada bolsa es de 0,05 USD y la compra mínima es de 10.000 unidades. El lead time está entre los 20 y 30 días una vez recibido el depósito. El envío se estima como un 25% del precio F.O.B. y el valor de los impuestos de importación corresponde a un 50% del total F.O.B. con transporte a puerta. El valor unitario para las bolsas de granulado es de 0,09 USD.

La cantidad total de bolsas requeridas es de 81.611 unidades. Se establecen dos grandes compras, una previo al primer año de vida útil de 40.000 unidades que permite cumplir con los requerimientos de los dos primeros años y casi la totalidad del tercero. En éste último se realizará otra compra de 42.000 unidades.

Film

Las planchas y los casetones se comercializan envasados con film biodegradable. El mismo se adquiere en rollos de 150 metros. Para el cálculo del costo por unidad se tuvo en cuenta que el volumen mínimo a embalar es el equivalente al de un bloque de 3 x 1,2 x 0,6 m. El precio del metro es de 0,02 USD.

La compra del film se realizará dos veces al año, una en el primer mes y la segunda en el quinto. Se deberán satisfacer los requerimientos mostrados en la tabla 19.

Año	Rollos de film (u/año)
2019	198
2020	236
2021	247
2022	290
2023	301

Tabla 19: Unidades anuales de rollos de film requeridos
Fuente: Elaboración propia

Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares requeridos para la producción son la energía eléctrica, provista por EDEA, y agua por OSSE.

Equipo	Potencia (kW)	Agua (l/h)
Pre-expansor	10	
Máquina de moldeo de bloques	8	
Cortadora	21	
Máquina de reciclado	13,8	
Mezcladora	5,67	
Caldera	730,2	460
Compresor de aire	22	
Ventilación	1,1	
Total	811,77	460

Tabla 20: Requerimientos de servicios auxiliares por equipo
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 20 el principal consumo eléctrico proviene de la caldera, esto es así, ya que su funcionamiento es únicamente eléctrico.

El consumo anual de energía eléctrica por producto se muestra en la tabla 21.

Año	Casetones (kWh)	Placas (kWh)	EPS molido (kWh)
2019	378.993	20.746	1.569
2020	453.262	24.812	1.877
2021	473.384	25.914	1.960
2022	555.200	30.392	2.299
2023	577.843	31.632	2.392

Tabla 21: Consumo anual de energía eléctrica por producto
Fuente: Elaboración propia

3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.3.1 Inversión

La inversión total es la cantidad de dinero que se necesita para poner el proyecto en operación. Está compuesta por la inversión fija total (I_{FT}) y la inversión en capital de trabajo (I_w).

Inversión fija total

Para determinar el valor de construcción de la planta se consultó a la empresa Argentina Leza, Escriña y Asociados S.A. el cual es de 345 USD por metro cuadrado. Con esta información y el tamaño de la planta, calculado en el apartado 3.2.4.1, se obtuvo que el costo de la construcción es 242.872 USD.

Para el cálculo de la inversión fija se utiliza el método de estimación por factores (Chilton, 1949), mediante el cual se obtiene una estimación de la inversión fija con un error de 10-15% del valor real. Su aplicación detallada se presenta en el anexo 3.

Para el cálculo en primera instancia es necesario determinar la inversión en equipos (I_E). La inversión total de equipos instalados es de 211.320 USD. En la sección 3.2.4.1 se detalla la información técnica junto con el precio de cada equipo.

La estimación de la inversión fija es de 786.673 USD.

El requerimiento de superficie es de 704 m² que, considerando un F.O.S. de 0.8 para zona industrial, la superficie necesaria de terreno es de 890 m². El precio aproximado del metro cuadrado en la zona donde se ubicara la planta es de 150 USD, por lo tanto el valor total del terreno es de 133.500 USD. El terreno estará ubicado en la zona industrial de la ciudad para facilitar el acceso al punto de venta y la recolección de la compra (Comunicación con inmobiliarias con terrenos disponibles en la zona, 2019). Luego la inversión fija total se ha estimado en 920.173 USD.

Inversión en capital de trabajo

El capital de trabajo se ha estimado como el costo de producción si incluir la depreciación, ver sección 3.3.2, para un plazo de crédito a clientes que se estima en dos meses y medio. El valor de capital de trabajo es 106.334 USD.

Prorrateo de la inversión fija

Se considera que el prorrateo se debe hacer por la capacidad de producción ya que si bien el proceso de fabricación de las placas y los casetones es el mismo, en el del EPS intervienen sólo algunos equipos.

La inversión fija prorrateada se muestra en la tabla 22:

	Planchas	Casetones	EPS Molido	Total
IF Prorrateada	263.525	481.532	41.617	786.674
Porcentaje Prorrateado	33,5%	61,2%	5,3%	100%

Tabla 22: Inversión fija prorrateada
Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Costos

Costos variables

Las cantidades requeridas juntos con los precios se encuentran detallados en la sección 3.2.4.2 de los requerimientos variables de producción.

Costo de materia prima y envases

Se calculó teniendo en cuenta los precios de la materia prima, tanto virgen como reciclable, y de los envases.

Costo de servicios

Los costos asociados a la energía eléctrica están determinados en base al cuadro tarifario del proveedor EDEA. El consumo es superior a 50 kW, por lo que se consideran las tarifas correspondientes a T3 para grandes demandas en baja tensión. El costo fijo es de 182 USD/año, y 0,072 USD/kWh el variable.

El costo de agua es 0,3 USD/m³. Por hora el consumo de agua es de 460 litros, entonces por año se tiene un consumo de 736.000 litros cuyo costo es de 221 USD.

Costo de mantenimiento y suministros

El costo de mantenimiento se estimó en función del tipo de proceso y la complejidad de las máquinas. Se tomaron en cuenta un 1% de la inversión fija para la mano de obra, y un 2% para los materiales.

El costo de suministro es del 0,5% de la inversión fija. Dentro de este costo se contemplan los químicos para el tratamiento del agua de la caldera, lubricantes, aceites, entre otros.

Por la naturaleza del proceso y los productos, los costos de laboratorio y patentes no se tienen en cuenta.

En la tabla 23 se detallan los costos variables por tonelada para cada uno de los productos. El costo variable total se detalla por tonelada.

Costos Variables	Planchas	Casetones	EPS Molido
Materia Prima + Envases	1.726,76	1.678,61	569,00
Servicios	283,04	284,36	4,75
Mantenimiento	445,26	44,13	11,82
Suministros	74,21	7,35	1,97
Costo Variable Unitario	2.529,26	2.014,45	587,54

Tabla 23: Costos variables por tonelada
Fuente: Elaboración propia

Costos fijos

Las cantidades requeridas juntos con los precios se encuentran detallados en la sección 3.2.4.1 de los requerimientos variables de producción.

Costo de Mano de obra y cargas sociales

A partir de la capacidad de producción anual, la cantidad de operarios necesarios y sus costos, se calcularon los costos de mano de obra por tonelada, el cual es de 215,74 USD/t para cada producto.

Costo de supervisión

Debido a que la empresa cuenta con pocos operarios, las operaciones son automatizadas, y no se presentan altos estándares de calidad, se estima el costo de supervisión como un 30% del costo de la mano de obra.

Costo de inversión

Para calcular el costo de depreciación, se utilizó el método de la línea recta, en el que la depreciación anual es constante. El valor residual se considera 40%, debido a que los equipos son nuevos, el proyecto es a cinco años, el porcentaje de utilización de la planta es bajo, y la naturaleza del proceso no es abrasiva, por lo tanto el desgaste que recibirán no es elevado.

Teniendo en cuenta que el costo de impuesto depende a los impuestos fijos a la propiedad, se estimó como el 1,5% de la inversión fija.

El costo de seguros se estima en un 0,5% de la inversión fija, ya que el proceso no es riesgoso por lo que se contará con servicios de protección básicos.

Costo de ventas y distribución

Para poder cumplir con los objetivos relacionados al plan de ventas, se considera que estos costos van a ser elevados, por lo tanto se estiman como un 5% de los ingresos por ventas.

Costo de administración y dirección

Para el cálculo de este costo se tuvo en cuenta el sueldo del gerente, el secretario, y los servicios tercerizados. La estimación se realiza en base al sueldo de administración-oficina general promedio que es de 1.171 USD mensuales por empleado.

En la tala 24 se pueden visualizar los costos fijos.

Costos Fijos	Planchas	Casetones	EPS Molido
Mano de Obra + Cargas Sociales	1.133,31	20.799,81	5.130,61
Supervisión	339,99	6.239,94	1.539,18
Depreciación	31.623,00	57.783,85	4.994,01
Impuestos	3.952,88	7.222,98	624,25
Seguros	1.317,63	2.407,66	208,08
Ventas y Distribución	4.902,95	61.862,05	5.888,10
Administración y Dirección	2.549,89	46.798,49	11.543,62
Costo Fijo Sin Depreciación	14.196,64	145.330,94	24.933,85
Costo Fijo Total	45.819,65	203.114,79	29.927,86

Tabla 24: Costos fijos
Fuente: Elaboración propia

En relación a los costos fijos se puede decir que el de mayor importancia relativa es el correspondiente a la depreciación, ya que la inversión a la que se incurre es elevada. Para poder cumplir con los objetivos propuestos, y en relación a la estructura organizacional, los dos costos más relevantes son administración y dirección, y ventas y distribución.

3.3.3 Rentabilidad

Para analizar la rentabilidad del proyecto se utilizaron la tasa interna de retorno (TIR) y se lo complemento con el tiempo de repago (n_R).

En la tabla 25 se presenta el cuadro de flujo de fondos del proyecto.

Cuadro de Flujo de Fondos	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ventas Netas		423.514	506.507	577.469	677.275	704.896
Costos de Producción sin Depreciación		405.934	449.334	461.094	508.906	522.137
BNAI		-76.821	-37.228	21.974	73.968	88.357
Impuestos		0	0	7.691	25.889	30.925
BN		-76.821	-37.228	14.283	48.079	57.432
Depreciación		94.401	94.401	94.401	94.401	94.401
Inversión Fija	-785.796					
Terreno	-133.500					
Capital de Trabajo	-106.334					
Flujo de Caja	-1.025.631	17.580	57.173	108.684	142.480	151.833

Tabla 25: Cuadro de flujo de fondos del proyecto
Fuente: Elaboración propia

En base a los flujos de caja se calculó la TIR, la cual arrojó un valor de 0,14%. Luego, debido a que los flujos de caja no son constantes se calculó el tiempo de repago en forma gráfica. Se puede visualizar el mismo en figura 22. El tiempo de repago es de 4,9 años.

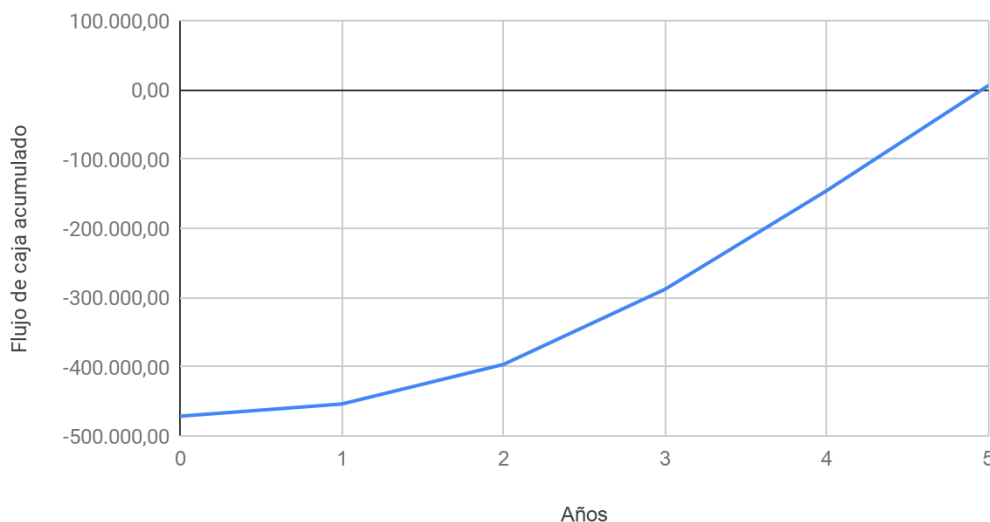


Figura 22: Tiempo de repago
Fuente: Elaboración propia

En base a las tasas de interés de los bancos provistas por el Banco Provincia a través de su página web, se establece una TRMA del 4%. El tiempo de repago es la totalidad de la vida útil del proyecto. Con esto junto a que la TIR es menor a la TRMA se puede afirmar que el proyecto no es rentable.

Teniendo en cuenta el análisis económico, se pueden identificar alguno de los factores que llevaron a este resultado.

El cálculo de la demanda se realizó desde un punto de vista conservador, por un lado se utilizaron los datos provistos por el municipio sobre los metros cuadrados construidos en base a los permisos otorgados por el mismo. De esta forma no se contemplaron construcciones que no requieran o que no hayan solicitado permisos. Además solamente se tuvieron en cuenta los requerimientos de obra para los edificios, y no para las viviendas, ni cualquier otro tipo de construcción, como por ejemplo la industrial.

El equipamiento cuenta con una capacidad mayor a la requerida por la demanda estimada. Esto junto con los elevados costos de importación y transporte, llevan a que la inversión fija se considere considerablemente elevada. La capacidad ociosa de la planta es durante toda la vida del proyecto mayor al 50% debido a que no se encontraron equipos de capacidad menor. Esto aumenta los costos, en especial los de mano de obra y supervisión, dado que con esta cantidad de empleados se puede producir al 100% de la capacidad de la planta.

La falta de información sobre la materia prima y envases provocaron que el costo de éstas sea el más elevado en la estructura de los costos variables. Se tuvo que utilizar información de proveedores extranjeros debido a que el proveedor nacional no estuvo dispuesto a brindar información, aumentando así los costos por transporte e impuestos.

Una alternativa que podría mejorar el resultado es ampliar el mercado objetivo. De esta manera la demanda a satisfacer por el proyecto sería mayor, generando un aumento en la producción y disminuyendo la capacidad ociosa de la planta. Debido a esto, disminuirían los costos unitarios. El aumento del mercado objetivo debe tener en cuenta la disponibilidad de materia prima reciclable, si las cantidades requeridas fueran mayores a las disponibles, se deberían buscar otras fuentes de aprovisionamiento en otras zonas.

3.4 MARKETING

3.4.1 Marketing estratégico

Considerando el análisis del mercado y el desarrollo de los aspectos internos se puede determinar la forma de competir en el mercado seleccionado. En relación con los aspectos internos del negocio se pueden diferenciar dos ventajas competitivas.

Ventaja de costo: El costo unitario en relación al de los fabricantes de Capital Federal es menor. Por un lado, por el ahorro significativo en transporte y, por el otro, por la utilización de un máximo del 40% de material reciclable cuyos costos de adquisición son menores a los del material virgen. Esto implica que se puede tener precios más bajos manteniendo la productividad.

Ventaja basada en competencias clave: Los productos a comercializar presentan un valor único en el mercado seleccionado, que reside en la utilización del material reciclado. La tendencia a virar a una empresa responsable socialmente va en aumento, por ello se considera que esta ventaja es sostenible. Por un lado, los productos reciclados le proveen un valor apreciable a aquellos clientes que buscan desempeñar sus actividades en forma rentable pero sostenible para la sociedad y el medioambiente. Por el otro, el contrato de exclusividad propuesto para la adquisición de la materia prima reciclable genera una considerable barrera de entrada que hace sea difícil para otras empresas disponer de material reciclable para la conformación de los productos.

Selección de la estrategia

La estrategia general seleccionada es la de especialización en costos, enfocándose en el nicho de mercado compuesto por los particulares y las empresas constructoras de carácter privado del municipio de General Pueyrredón.

La estrategia competitiva es la del especialista, y se basa en que la clave es enfocarse en uno o pocos segmentos del mercado para que el nicho sea rentable y sustentable.

Carterización de los clientes

Mediante una caracterización de los clientes se pueden identificar los segmentos clave, los más rentables. De esta forma se direccionan correctamente las fuerzas operativas y se garantiza la rentabilidad esperada.

El criterio seleccionado para caracterizar a los clientes es el tipo de empresa, esto se debe a que se dispone de los indicadores del IERIC en el que se exponen la cantidad de empresas que están inscriptas a la Cámara Argentina de la Construcción. Las empresas de tipo A corresponde a las unipersonales, sociedades de hecho, asociaciones civiles, consorcios y fideicomisos. Las de tipo B corresponden a las sociedades legalmente constituidas como son las sociedades anónimas, las de responsabilidad limitada, las comanditas por acciones, entre otras.

Las empresas de tipo B representan un mayor atractivo dado que la cantidad es mayor. Este grupo se encuentra discriminado en empresas constructoras, contratistas y subcontratistas. A los fines del proyecto el segmento de mayor interés, o segmento prioritario, son las empresas constructoras.

A diferencia de las de tipo A, las empresas constructoras desarrollan obras de gran tamaño. Esto implica un volumen de compra que se traduce en una cantidad de ingresos significativos para el negocio, por lo tanto es el segmento más atractivo. La pérdida de las cuentas correspondientes a estas empresas tendría un impacto negativo en la rentabilidad. Advirtiendo el crecimiento poblacional y la relación que existe entre éste y las construcciones, se puede decir también que el segmento tiene potencial de crecimiento y con ello aumentan los ingresos.

Por otro lado, la cantidad de las de tipo B inscriptas presenta una menor variabilidad mensual que las de tipo A, la cual puede estar ligada a la temporada de verano de la ciudad. Esto último significa que mes a mes las compras realizadas van a presentar una constancia mayor, por lo que se puede garantizar estabilidad si se aseguran las ventas.

Otro factor atractivo del segmento clave son sus clientes. Este grupo está conformado por personas tanto físicas como jurídicas que buscan valor añadido a la hora de efectuar la compra. Este valor puede ser generado por la ventaja de las competencias clave, que es única y sostenible.

Para finalizar con la descripción de los factores de atractividad del segmento se contempla la modalidad de compra. Estas empresas adquieren los productos en base al precio, la disponibilidad y el tiempo de suministro. Por lo desarrollado previamente a lo largo del trabajo se puede decir que se presenta una ventaja en los tres factores determinantes.

Expectativas de los clientes

Para llegar y luego fidelizar a estos clientes es necesario conocer las expectativas de los mismos, cuya confluencia genera la diferenciación buscada. En relación a los productos los clientes esperan un nivel de calidad constante y uniforme, y una variedad de productos suficiente para adaptarse a los requerimientos de las obras. Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para la diferenciación son los servicios. Los clientes buscan disponibilidad y fiabilidad en la entrega, accesibilidad y facilidad para la realización de las compras ya sea en el punto de venta o de forma remota, y seguimiento. Con respecto al personal se puede decir que la relación debe ser cordial para transmitir confianza, responsabilidad y competencia, y la comunicación fluida y accesible. El factor que se considera distintivo y clave para la diferenciación es la imagen que se quiere proyectar, de compromiso con el medioambiente, la sociedad y la responsabilidad empresarial para estimular una economía con menores externalidades negativas.

3.4.2 Marketing operativo

El marketing operativo se basa en los lineamientos prácticos necesarios para cumplir con los objetivos y ser consistente con la estrategia.

Producto

Los productos de poliestireno expandido son de composición simple, independientemente de que debido a su aplicación pueden tener aditivos. Es decir que, desde que se ha comenzado a utilizar el poliestireno, las características de este material no han diferido a lo largo del tiempo. Por ello, se considera que los esfuerzos se van a enfocar

por un lado en los servicios, para poder diferenciarse y ofrecer una alternativa que elijan los clientes, y por el otro en la marca para lograr el posicionamiento y la fidelización buscados.

Los servicios incluyen asistencia en la etapa de diseño de la obra para satisfacer los requerimientos de materiales de la misma y los tiempos de suministro, asistencia técnica, contacto con los clientes para seguimiento y solución de eventuales problemas, trabajo en conjunto con distribuidoras y mayoristas para garantizar la disponibilidad de materiales en estos puntos de venta. El enfoque se realiza sobre la calidad y personalización del servicio en relación con el cliente, permitiendo aumentar el valor percibido del producto sin afectar la rentabilidad.

Dado que la empresa es nueva, la estrategia de servicios estará acompañada de la estrategia de marca. Se busca que la imagen debe sea sencilla y transparente, pero personal, para que los clientes puedan relacionar a los productos con prácticas industriales responsables y precios accesibles, junto con servicios diferenciadores. Los valores de la marca se centran en el compromiso con la sociedad y el medio ambiente a través de la generación de empleo y el reciclaje. También en la importancia de la satisfacción del cliente, para lo cual se ofrecen productos que agregan valor en la obra a un precio menor al de la competencia, y soluciones simples para problemas complejos de forma tal de minimizar la complejidad, y con ella la ineficiencia, en las prácticas constructivas. A su vez, esto permite diferenciar los productos de la competencia lo cual es importante considerando que los productos fabricados son estandarizados. Por último, el diseño y la estética de la marca deben ser coherentes con lo mencionado previamente para consolidar la credibilidad y la confianza, que son los aspectos claves para fidelizar a los clientes. Esto se logrará cumpliendo con los tiempos y los requerimientos establecidos y a través de un trato personal con el cliente diferenciador.

Precio

Debido a la estrategia de penetración de mercado mencionada anteriormente, se decidió establecer un precio de venta un 20% menor al de los competidores. El precio de venta es fijado en relación a los precios de la competencia debido a la elasticidad de la demanda de los productos en cuestión.

El porcentaje seleccionado se debe a que un 40% del material para los bloques es reciclado por lo que su costo es menor y a que el transporte de larga distancia es eliminado.

Se decidió establecer dos precios, el precio unitario 1 que corresponde a los dos primeros años del proyecto, y el precio unitario 2 que corresponde a los últimos tres años, y es un 10% mayor al precio unitario 1. Los precios por producto se muestran en la tabla 26.

Producto	Precio Unitario 1	Precio Unitario 2
Casetones 500x500x150 mm (15 kg/m ³)	117,2	128,88
Planchas 1000x1000x10 mm (15 kg/m ³)	45,2	49,72
Bolsa EPS molido (0,125 m ³)	95,9	105,53

Tabla 26: Precios unitarios por producto
Fuente: Elaboración propia

Para fidelizar a los clientes pertenecientes al segmento prioritario se pueden ofrecer descuentos cuyo valor dependa de la magnitud de la obra. El mismo se establece entre un 5% y 10% y se realizará en la etapa de planificación de los requerimientos y presupuesto. Los descuentos no fueron considerados en el análisis económico, sino que se consideran como una alternativa posible para captar clientes.

Comercialización

La industria de la construcción presenta una baja productividad. Para hacer frente a este problema se está incorporando dentro del sector la tecnología Construcción Esbelta, buscando construir más rápido y a menor costo para satisfacer la demanda. Esta tecnología es un nuevo modelo de gestión de la construcción, basado en el sistema de producción de Toyota, que busca procesos de producción más eficientes basándose en el control de la variabilidad y la continuidad de los flujos de información, materiales y mano de obra.

Esto presenta un potencial de beneficio para el proyecto, dado que para los clientes tener un proveedor local que asegure la disponibilidad de los productos que requiere evita los costos y el tiempo a los que se incurre cuando trabajan con un proveedor de otra localidad. Asimismo, se minimizan otras pérdidas relativas a la logística.

Por esto, la comercialización de los productos presenta un papel fundamental a la hora de cumplir con los objetivos de penetración en el mercado, porque permite hacer llegar los productos a los clientes que componen el mercado satisfaciendo sus necesidades.

Se tendrán en cuenta dos tipos de canales y modalidades de comercialización en relación a los segmentos a los cuales se apunte para direccionar de la mejor forma posible los esfuerzos.

Con respecto al segmento prioritario, las empresas constructoras, se busca que la comercialización se realice en base al cliente. Es decir, se busca una articulación con las empresas constructoras con el fin de poder ejecutar los pedidos garantizando los requerimientos de calidad, disponibilidad y tiempo. Se realizará la planificación conjunta en la etapa de pre-construcción, así ambas partes disminuirán las pérdidas como pueden ser

las relativas al inventario y la sobreproducción. Esto permite aumentar la productividad en la construcción.

El canal de distribución será directo ya que los volúmenes de compra son de gran tamaño y dependen del proyecto desarrollado, y porque los clientes no se encuentran alejados geográficamente en el mercado meta seleccionado. Este tipo de canal, así como la modalidad de comercialización, permiten que se establezca un marketing relacional entre empresa y cliente que permite, en forma progresiva, fidelizarlos y consolidarse en el mercado. La distribución se realizará a través de un servicio de transporte tercerizado que corre por cuenta del cliente, organizando las fechas de entrega teniendo en cuenta las especificaciones del cliente y las ventas pautadas para minimizar los costos de transporte.

Para alcanzar el resto de los segmentos del mercado, compuesto por particulares y empresas con pequeños volúmenes de compras, se propone un canal indirecto a través de distribuidores y mayoristas. Si bien este canal implica una pérdida de contacto con estos segmentos del mercado y un menor control sobre el producto, permite ampliar la cobertura del mercado y así cumplir los objetivos. A su vez, permite acceder a estos segmentos dispersos y heterogéneos cuya modalidad de compra se ve condicionada por la proximidad geográfica del proveedor garantizando la disponibilidad inmediata del producto. Otra ventaja del canal indirecto es que, como los esfuerzos de ventas están direccionados a las empresas constructoras, mediante distribuidoras y mayoristas se le puede agregar valor al producto ofreciendo una mejor atención al cliente y servicio técnico por parte de éstas. En este caso la distribución corre por cuenta del distribuidor/mayorista, que recolecta el pedido por la planta. Cabe aclarar que, si bien el distribuidor/mayorista adquiere la propiedad de los productos, se deben cumplir ciertos recaudos en relación a la manipulación, transporte y almacenamiento para asegurar la calidad.

Por último, se propone un punto de venta remoto que puede efectuarse a través del teléfono con los representantes de ventas o a través de la web. Las ventas efectuadas por este medio pueden pagarse en forma presencial o remota, pero implican que el cliente se debe hacer cargo de la recolección y el transporte de la mercadería. Con respecto a la web, se busca que la página contenga información acerca de la empresa y los productos, que contenga una sección para efectuar la compra y que en los horarios de actividad exista la opción de chat con los representantes ante cualquier consulta.

Promoción

Mediante la comunicación se logra llegar al cliente, dar a conocer la empresa y lograr conquistar el mercado.

Para esto se deben seleccionar los mensajes dirigidos a los clientes, y estos debe basarse en los aspectos diferenciadores de la marca, en este caso, precios bajos en comparación con la competencia (precio de penetración), compromiso con los tiempos de entrega y garantías, calidad consistente, y compromiso con el medio ambiente.

Para lograr tales objetivos, la estrategia de comunicación se basa en los siguientes puntos:

- Participar en ferias relacionadas a la construcción: De esta manera se logra dar a conocer tanto la marca, como el producto y es una forma de estar cerca de los clientes para conocer sus necesidades. Un ejemplo de una feria, es la “Building Buenos Aires” en Capital Federal, todos los años en el mes de septiembre.
- Capacitación en técnicas de comunicación: Tanto los vendedores como los distribuidores de la empresa deben ser elegidos teniendo en cuenta además de sus conocimientos técnicos, sus habilidades comunicativas para con el cliente. Es importante además priorizar la capacitación de los vendedores sobre estrategias de ventas industriales.
- Manejo de las relaciones con los clientes: De esta manera se junta la información sobre los clientes extraída por los vendedores en la venta directa con un sistema de software, para ayudar a la empresa a conocer mejor a los clientes, a entender sus comportamientos y a lograr día a día una mejor atención. El objetivo es transformar la información recopilada en conocimiento, analizándolos en busca de patrones significativos que conduzcan a predicciones sobre las necesidades de los clientes. Debe entenderse a su vez como una filosofía de empresa centrada en el cliente como protagonista principal, y la fidelización de los mismos como meta principal.
- Poner anuncios en revistas que se distribuyen en la cámara de la construcción tales como.
- Establecer vínculos con las empresas constructoras: La fuerza de ventas se encargará entre otras cosas de buscar nuevos clientes y asistir a las empresas para llevar muestras del producto, y ofrecer acuerdos.

3.5 ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL

El estudio del proyecto no sólo tiene en cuenta la factibilidad técnico-económica, sino también el impacto en el plano socio-ambiental en la región de influencia.

La elección de los productos a fabricar está relacionada con el aumento de la vida útil del poliestireno, que cuando se lo utiliza para envase y embalaje es corta dado que una vez que es consumido el producto se lo desecha. Dependiendo de las características de un objeto de poliestireno expandido y del medio que lo rodea, la degradación puede tardar desde unos meses hasta más de 500 años. Un vaso de poliestireno expandido expuesto a energía solar, viento, lluvia y otros agentes erosionantes, se degradará en poco tiempo, mientras que un vaso similar que se encuentre enterrado en un relleno sanitario tardará 50 años en promedio (GreenMax, 2019). Pero las planchas, los casetones y el EPS molido tienen un período de duración extenso porque, al ser inocuos y no degradarse, su ciclo de vida es igual al de la construcción de la que forma parte. La vida útil de las construcciones depende de diversos factores como los materiales, las condiciones ambientales, la calidad, el mantenimiento, entre otros. Una forma de estimarla es por el método por factores de ISO 15686, a partir de la vida útil de diseño y de los factores en cuestión. En la tabla 27 se presenta un cuadro en el que se puede visualizar la vida útil de diseño para cuatro categorías de edificios.

Categoría de edificios	Vida útil de diseño por categoría (años)	Ejemplos
Temporales	Hasta 10	Construcciones no permanentes, oficinas de ventas, edificios de exhibición temporal, construcciones provisionales.
Vida media	25-49	La mayoría de los edificios industriales y la mayoría de las estructuras para estacionamientos.
Vida larga	50-99	La mayoría de los edificios residenciales, comerciales, de oficinas, de salud, de educación
Permanentes	Más de 100	Edificios monumentales, de tipo patrimoniales (museos, galerías de arte, archivos generales, etcétera).

Tabla 27: Vida útil de diseño por categoría de edificios
Fuente: Elaboración propia en base a Canadian Standards Association (2001)

Además de aumentar la vida útil de los productos, la utilización del EPS reciclado incurre en menos material virgen. Como el poliestireno es uno de los últimos derivados del petróleo, su producción tiene un impacto ambiental negativo desde su extracción hasta la conformación de los plásticos que de él derivan. Con la reducción de la demanda del poliestireno virgen se busca minimizar el impacto y las externalidades de esta actividad productiva.

Emplear EPS para alivianar estructuras minimiza los requerimientos de materiales y, por ende, requiere menos utilización de recursos. Estos efectos se ven potenciados cuando la materia prima a utilizar en las aislaciones es material desechado fácilmente reciclable.

Si bien el programa de separación de residuos en origen se implementó en el 2012, no todos los hogares llevan a cabo la separación para el reciclado. En base a una encuesta realizada por la Red Mar del Plata Entre Todos, aproximadamente el 61,44% de la población cumple con la separación de residuos. Para mejorar esta condición son necesarias campañas de concientización, por ello la incorporación del EPS a la recolección diferenciada crea una nueva iniciativa para el reciclado. Con esto, aparte de garantizar el abastecimiento de la materia prima reciclable, se pretende difundir la importancia del reciclado, lograr el compromiso del Municipio y los habitantes con el medioambiente y demostrar el valor de los residuos.

A su vez, la utilización del poliestireno desechado disminuye la cantidad de residuos que terminan en el predio de disposición final. Ante el colapso de éste, independientemente de que se hayan licitado obras para agregar módulos y aumentar la capacidad del predio, reducir la cantidad de material que podría llegar a disponerse permite mitigar la situación de emergencia actual. El balance del Emsur habla de una “huella ecológica que deja la separación en origen” y que se traduce en que por cada tonelada de material recuperado se evita disponer en el relleno sanitario 2,5 m³.

La propuesta de este proyecto contempla también la generación de empleo, por un lado de las personas que conformarían el equipo de trabajo, y por el otro de los trabajadores de la Cooperativa CURA y de los recicladores independientes. Con el convenio que se plantea se asegura que todos los meses se adquirirá el poliestireno expandido, estimulando el trabajo y ofreciendo el pago correspondiente. Esto permite, aunque sea en una pequeña medida, mejorar la calidad de vida de estas personas que viven y trabajan en condiciones de precariedad.

En relación al proceso de fabricación se puede decir que los productos de poliestireno expandido, a partir de la transformación del poliestireno expandible, no utilizan gases expandentes de los clorofluorocarbonos (CFCs), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) ni de hidrofluorocarburos (HFCs). Por los tanto, su fabricación y uso no conlleva ningún tipo de

efecto sobre la degradación de la capa de ozono. El funcionamiento de todos los equipos que intervienen ya sea en forma directa o indirecta en el proyecto es eléctrico. Esto es así para no utilizar combustibles fósiles y para posibilitar, en un futuro, que el aprovisionamiento de energía sea de fuentes renovables. Además, en el caso de combustión no genera ningún tipo de gas nocivo.

El consumo energético es un problema sustancial a nivel mundial, dado que actualmente las principales fuentes de energía son los combustibles fósiles. La quema de estos combustibles representa uno de los mayores contaminantes ambientales. Argentina depende de los combustibles fósiles casi en un 90% para su aprovisionamiento energético, según el Ministerio de Energía y Minería de la Nación. De todo el consumo energético, el 40% corresponde en forma directa al sector residencial y de servicios. Esto demuestra la necesidad de un desarrollo sustentable para mitigar el incremento del efecto invernadero. En relación a esto es importante tener en cuenta que es mucho más fácil ahorrar energía que producirla. El aislamiento térmico de la vivienda es una forma pasiva de reducir la demanda energética que se requiere para calentar o enfriar un ambiente, manteniendo los niveles de confort. Estimulando la utilización de aislamiento térmico es posible reducir el consumo de energía en valores del 50% o más dependiendo de las características constructivas disponibles en el mercado. El aislamiento puede ser en muros, cubiertas, depósitos, tuberías y suelos. Para ello se pueden utilizar las placas de EPS, adecuando las características de la misma para cada caso de aplicación (Czajkowski et al., 2017).

En el modelo económico actual en el que tienen desarrollo las actividades industriales, la rentabilidad económica es un requisito necesario para llevar a cabo un proyecto. Sin embargo, no hay que dejar de lado la evaluación de los impactos positivos y negativos en los diferentes planos sobre los que incide. Con este análisis se pretende demostrar, más aún en este escenario en el que el reconocimiento de estado de emergencia climática es inminente, que el análisis socio-ambiental de cualquier tipo de actividad industrial es imprescindible.

En la selección del tema y las decisiones que se tomaron para ejecutar el trabajo se tuvo en cuenta el estado de emergencia climática de forma tal de conseguir, como se espera haber logrado, un proyecto lo más sustentable posible. Si bien la planta depende de la energía eléctrica de la red, que se genera en centrales termoeléctricas, se sentaron las bases para que pudiera autoabastecerse de energía proveniente de fuentes renovables mediante la instalación de equipo únicamente eléctrico y así no quemar ningún combustible fósil en el proceso. A pesar de que el proyecto no resulto rentable, si lo hubiera hecho, esta alternativa podría ser llevada a cabo para estimular el desarrollo económico local mejorando

la calidad de vida de la población pertinente a través de la generación de empleo, la reducción de residuos y la concientización.

4. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad económica de establecer una planta de reciclado de poliestireno expandido para la fabricación de productos destinados a la construcción en el municipio de General Pueyrredon.

El mercado es atractivo para desarrollar una planta de reciclado de EPS. Esto es debido a que la mayor parte de los fabricantes de estos productos están en Capital Federal, mientras que en la localidad de Mar del Plata existe un solo fabricante y distribuidoras, que no siempre logran satisfacer las necesidades del mercado. Tampoco se presenta ninguna empresa recicladora de este material en el partido de General Pueyrredón, sino que la única relevante para el proyecto se encuentra en el Gran Buenos Aires.

La demanda de los productos de EPS utilizados para la construcción está en aumento, debido a que la industria de la construcción en la ciudad está en constante crecimiento. Si bien los tres productos presentan una demanda fuerte, el más solicitado en la industria es el casetón, ya que es utilizado en la estructura de la mayor parte de los edificios.

Las propiedades del material y las características de los productos a fabricar no le generan una ventaja a los productores, dado que no poseen marcadas diferencias en relación a los existentes en el mercado. Esto es así debido a que la función que desempeñan en la construcción no varía considerablemente en relación a las mejoras que se le pueden atribuir tanto al material, como al proceso.

El porcentaje de utilización de la planta, a lo largo de la vida útil del proyecto, es bajo. Esto se debe a que la capacidad de diseño depende de los equipos, y los proveedores no trabajan con valores de diseño menores a los seleccionados en el proyecto.

El proceso productivo se caracteriza por ser simple e inocuo en el cual no se produce ningún tipo de contaminación directa, como por ejemplo emisiones de gases de efecto invernadero, o aguas residuales. Las planchas y los casetones comparten la mayor parte de las operaciones, y por lo tanto los equipos, mientras que el granulado de EPS presenta un proceso con menor cantidad de etapas.

La materia prima reciclada es de gran interés para el trabajo, ya que le atribuye una característica distintiva al proyecto. Tanto las planchas como los casetones poseen un 40% de material reciclado mientras que la totalidad del EPS molido corresponde al reciclado. Independientemente de la baja tasa de recuperación de la planta de la Cooperativa CURA,

se garantizan los requerimientos de materia prima reciclada a lo largo de la vida útil del proyecto.

El proyecto requiere de una inversión fija total de 920.173 USD y una inversión en capital de trabajo de 106.334 USD. La TIR arrojó un valor de 0,14% y el tiempo de repago es de 4,9 años, la totalidad de la vida útil del proyecto. Se puede afirmar que el proyecto no es rentable. Una alternativa posible para mejorar este resultado es la ampliación del mercado objetivo con el fin de aumentar la capacidad de utilización de la planta, disminuir los costos unitarios y obtener un mejor rendimiento de la inversión.

La estrategia general seleccionada es la especialización en costos, dado que existe una ventaja de costo en debido al material reciclado y al ahorro en los costos de transporte. La especialización se realiza sobre los particulares y las empresas constructoras de carácter privado del municipio. Se ha seleccionado el segmento de mayor atractivo que corresponde a las empresas constructoras, de forma tal de garantizar que el nicho sea sustentable.

El desarrollo de este proyecto generaría efectos positivos relacionados con el consumo energético, porque el aislamiento térmico es una forma pasiva de ahorrar energía. También relacionados con la disminución de los residuos en el Municipio de General Pueyrredon, ya que al reciclar este material, se evita que el mismo termine en el predio de disposición donde finalizaría su vida útil.

Finalmente, se remarca la importancia de contemplar los impactos tanto positivos como negativos desde el inicio del desarrollo del proyecto. De esta forma, se intenta alcanzar un proyecto lo más sustentable posible que a su vez estimule económicamente la región y permita mejorar la calidad de vida de las personas mediante la generación de empleos y la mitigación de los impactos medioambientales negativos.

Se invita a reflexionar sobre los modelos productivos que existen en la actualidad que carecen de visión a largo plazo y en el que la importancia radica en el precio y no en el verdadero valor. Como ingenieros se considera que es necesario comprometerse con el medioambiente y la sociedad porque, al fin y al cabo, el objetivo es que se resuelvan problemas no que se los genere.

5. BIBLIOGRAFIA

- ACIERNO, S.; CAROTENUTO, C. Y PECCE, M. (2009). Compressive and Thermal Properties of Recycled EPS Foams.
- AVELINO, J.E.S. (2005). Coordinadores de Seguridad y Salud en el Sector Industrial. Lex Nova.
- BENITO ROGGIO AMBIENTAL (2014). Estudio de Composición de Residuos Municipalidad de General Pueyrredón Noviembre- Diciembre 2014.
- CANADA, J.R.Y DE GARMO E.P. (1978). Ingeniería económica. CECSA.
- CZAJKOWSKI, J.; GIL, S. Y STRIER, D. (2017). Desarrollo Sostenible: Construcción Sustentable, Noviembre 2017.
- EMSUR (2018). Balance de Gestión del Ente Municipal de Servicios Urbanos. Extraído en junio del 2019, de <https://www.mardelplata.gob.ar/documentos/comunicacion/info%20gestion%20emsur.pdf>
- GREENMAX (2019). Extraído en julio de 2019, de <https://www.poliestireno-reciclado.es/Poliestireno-expandido-su-uso-y-fin-de-vida.html?fbclid=IwAR0xNuBhMaJYrI0GV3ietatHJasW-AYpnN9wolhu0klqppu6NFvQxB2qug4>
- GRUPO ESTISOL (2019). Extraído en abril del 2019, de https://grupoestisol.com/productos-construccion/?gclid=CjwKCAjwpuXpBRAAEiwAyRRPqWSozOBBhz3zsHJ6t57LcMxanxlUBATjgecTdA6CyAKVp7sY-bpdZBoCjosQAvD_BwE
- HANKE JOHN E., WICHERN DEAN W. (2006) "Pronósticos en los Negocios". Octava Edición. Pearson Prentice–Hall.
- HERNÁNDEZ MORENO, S. (2016). ¿Cómo se mide la vida útil de los edificios?, Ciencia, Octubre-Diciembre 2016, Páginas 68-73.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.
- KOTLER, P. Y AMSTRONG, G. (2004). Fundamentos de Marketing. Pearson.
- MARTÍNEZ MARTÍNEZ, N.; TORREZ, J.R. Y NAVARRO, J.P. (2012). Construcción con Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido. Grado en Ingeniería de Edificios. Universidad Politécnica de Cartagena.

- MASTROPOR (2018). Comparación del EPS con otros aislantes tradicionales y con las llamadas “membranas reflectivas”. Extraído en mayo del 2019, de <http://www.mastropor.com.ar/notas/comparacionproductos.pdf>
- MEYERS F.E. Y STEPHENS M.P (2001). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Pearson.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y FINANZAS PÚBLICAS (2016). Informes de Cadenas de Valor. Extraído en abril del 2019, de https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadenas%20de%20Valor_Petroquimica%20-%20Plastica.pdf
- PEDRAZ C.G. (2013). Una salida sostenible para los residuos de poliestireno expandido. Extraído en abril del 2019, de <http://www.dicyt.com/noticias/una-salida-sostenible-para-los-residuos-de-poliestireno-expandido>
- PORTER, M.E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. The Free Press.
- RED MAR DEL PLATA ENTRE TODOS (2018). Segundo Informe de Monitoreo Ciudadano. Extraído en abril del 2019, de <https://mardelplataentretodos.org/documentos>
- UNIVERSIDAD DE CHILE (2010). Extraído en junio de 2019, de https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/AO1001/12/material_docente/bajar?id_material=453755
- ZUGARRAMURDI, A. PARIN, M.A. Y LUPIN, H.M. (1999). Ingeniería Económica aplicada a la industria pesquera. FAO.

Entrevistas

- AVILA, M. (Ingeniero en la empresa Tromarco, abril 2019).
- CAPPARELLI, S. (Responsable de ventas en Capparelli S.A., marzo 2019).
- COSTA, C. (Gerente de la delegación marplatense de la Cámara Argentina de la Construcción, abril 2019).
- DING, L. (Responsable de ventas en empresa fabricante de equipos, mayo 2019).
- SONG, H. (Responsable de ventas en Hangzhou Epsole Technology Co. Ltd, mayo 2019).

Anexo 1

Evaluación de métodos de estimación

Suavizado Exponencial

Se utilizó Solver para obtener el valor óptimo de alfa, que en este caso es 1. El desarrollo del método se puede observar en la tabla I. 1.

Año	m ² construidos	Pronóstico	Error
2003	58.221,00	58.221,00	
2004	103.565,00	58.221,00	45.344,00
2005	135.578,00	103.565,00	32.013,00
2006	138.609,00	135.578,00	3.031,00
2007	184.138,00	138.609,00	45.529,00
2008	133.068,00	184.138,00	-51.070,00
2009	154.349,00	133.068,00	21.281,00
2010	130.881,00	154.349,00	-23.468,00
2011	76.474,00	130.881,00	-54.407,00
2012	140.904,00	76.474,00	64.430,00
2013	152.913,00	140.904,00	12.009,00
2014	263.991,00	152.913,00	111.078,00
2015	351.457,00	263.991,00	87.466,00
2016	257.987,00	351.457,00	-93.470,00

Tabla I. 1: Cálculo de suavizado exponencial
Fuente: Elaboración propia

El error medio es 15.366,62

Suavizado Exponencial Corregido por Tendencia

Alfa y beta fueron calculados con la herramienta Solver, siendo 0,46 y 1 respectivamente. Los valores del pronóstico y el error se presentan en la tabla I. 2.

Año	m ² construidos	Ft	Tt	Pronóstico	Error
2003	58.221,00				
2004	103.565,00	58.221,00	0,00	58.221,00	-45.344,00
2005	135.578,00	102.455,10	0,00	102.455,10	-33.122,90
2006	138.609,00	134.767,24	0,00	134.767,24	-3.841,76
2007	184.138,00	138.514,96	0,00	138.514,96	-45.623,04
2008	133.068,00	183.021,27	0,00	183.021,27	49.953,27
2009	154.349,00	134.290,72	0,00	134.290,72	-20.058,28
2010	130.881,00	153.858,03	0,00	153.858,03	22.977,03
2011	76.474,00	131.443,42	0,00	131.443,42	54.969,42
2012	140.904,00	77.819,50	0,00	77.819,50	-63.084,50
2013	152.913,00	139.359,86	0,00	139.359,86	-13.553,14
2014	263.991,00	152.581,26	0,00	152.581,26	-111.409,74
2015	351.457,00	261.263,99	0,00	261.263,99	-90.193,01
2016	257.987,00	349.249,32	0,00	349.249,32	91.262,32

Tabla I. 2: Cálculo de suavizado exponencial corregido por tendencia
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los datos no presentan tendencia. El error medio es -15.928,33.

Promedio Móvil

Se desarrolló el método para n igual a uno y dos, en las tablas I. 3 y I. 4 respectivamente, se presentan los cálculos.

Año	m ² construidos	Pronóstico n=2	Error
2003	58.221,00		
2004	103.565,00		
2005	135.578,00	80.893,00	-54.685,00
2006	138.609,00	119.571,50	-19.037,50
2007	184.138,00	137.093,50	-47.044,50
2008	133.068,00	161.373,50	28.305,50
2009	154.349,00	158.603,00	4.254,00
2010	130.881,00	143.708,50	12.827,50
2011	76.474,00	142.615,00	66.141,00
2012	140.904,00	103.677,50	-37.226,50
2013	152.913,00	108.689,00	-44.224,00
2014	263.991,00	146.908,50	-117.082,50
2015	351.457,00	208.452,00	-143.005,00
2016	257.987,00	307.724,00	49.737,00

Tabla I. 3: Cálculo de promedio móvil con n=2
Fuente: Elaboración propia

El error medio es -25.086,67.

Año	m ² construidos	Pronóstico n=3	Error
2003	58.221,00		
2004	103.565,00		
2005	135.578,00		
2006	138.609,00	99.121,33	-39.487,67
2007	184.138,00	125.917,33	-58.220,67
2008	133.068,00	152.775,00	19.707,00
2009	154.349,00	151.938,33	-2.410,67
2010	130.881,00	157.185,00	26.304,00
2011	76.474,00	139.432,67	62.958,67
2012	140.904,00	120.568,00	-20.336,00
2013	152.913,00	116.086,33	-36.826,67
2014	263.991,00	123.430,33	-140.560,67
2015	351.457,00	185.936,00	-165.521,00
2016	257.987,00	256.120,33	-1.866,67

Tabla I. 4: Cálculo de promedio móvil con n=3
Fuente: Elaboración propia

El error medio es -32.387,30.

Promedio Móvil Ponderado

La ponderación se realizó con Solver y se obtuvieron W_1, W_2 y W_3 , que arrojaron 0, 0,42, y 0,58 respectivamente. Su desarrollo se presenta en la tabla I. 5.

Año	m ² construidos	Pronóstico	Error
2003	58.221,00		
2004	103.565,00		
2005	135.578,00		
2006	138.609,00	122.238,15	-16.370,85
2007	184.138,00	137.345,98	-46.792,02
2008	133.068,00	165.166,03	32.098,03
2009	154.349,00	154.348,91	-0,09
2010	130.881,00	145.481,19	14.600,19
2011	76.474,00	140.660,14	64.186,14
2012	140.904,00	99.145,44	-41.758,56
2013	152.913,00	114.055,96	-38.857,04
2014	263.991,00	147.908,84	-116.082,16
2015	351.457,00	217.704,70	-133.752,30
2016	257.987,00	315.009,84	57.022,84

Tabla I. 5: Cálculo de promedio móvil ponderado
Fuente: Elaboración propia

El error medio es -20.518,71.

Se optó por no utilizar ningún método, debido al error que arroja cada uno.

Anexo 2

Cálculo de la capacidad de la planta

Para determinar la capacidad de la planta primero se diferenciaron los equipos que se utilizan para cada uno de los productos de aquellos que se comparten.

Una vez diferenciados se calculó la capacidad de cada uno y se identificó el cuello de botella de cada proceso, considerando sólo una jornada de 8 horas que se extiende durante 20 días al mes y 10 meses al año. La utilización de los equipos y la capacidad de cada uno en toneladas por año se muestran en la tabla II. 1.

Equipos	Casetones	Planchas	EPS Molido	Toneladas por año
Pre-expansor continuo	x	x		640
Máquina de moldeo	x	x		311
Máquina de corte	x	x		622
Máquina de reciclado	x	x	x	219,2
Mezcladora	x	x		2400

Tabla II. 1: Capacidad de cada equipo y utilización
Fuente: Elaboración propia

El cuello de botella para los casetones y planchas es la máquina de moldeo, mientras que la máquina de reciclado es lo único que determina la cantidad de EPS molido. Las 311 toneladas de la máquina de moldeo equivalen a 9.600 bloques de 15 kg/m³.

En la tabla II. 2 se muestra la demanda en el último año de los tres productos y el porcentaje que representa cada uno en el mercado.

	EPS molido (t/año)	Placas (t/año)	Casetones (t/año)	Total (t/año)
Toneladas en el mercado	46	6,3	115	167,3
Porcentaje mercado	27,50%	3,77%	68,74%	100%

Tabla II. 2: Demanda de cada producto para el año 2023 y su porcentaje en el mercado
Fuente: Elaboración propia

Las toneladas correspondientes a los casetones y las planchas se determinaron teniendo en cuenta las cantidades demandadas de estos dos productos en el mercado. El total de toneladas en el año entonces es de 121,3. En la tabla II. 3 se detallan las cantidades de ambos.

	Casetones	Planchas
Porcentaje	94,81%	5,19%
Toneladas	295	16
Bloques	9.101	499
Unidades	436.867	89.748

Tabla II. 3: Cantidades de diseño de casetones y planchas
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que los casetones y las planchas tienen un 60% de material virgen, 124 toneladas corresponden a poliestireno reciclado que debe procesarse en la máquina de reciclado. Por lo tanto, la disponibilidad de la máquina de reciclado para el EPS molido es de 476 toneladas.

Este número es elevado, por lo tanto se determinó que se utilizará únicamente el 20% de la capacidad restante de la máquina para fabricación, lo que da un total de 95,2 toneladas de poliestireno reciclado que se utilizan únicamente para el EPS molido. En la tabla II. 4 se puede visualizar la capacidad de los equipos considerados.

Equipo	Capacidad (t/año)
Máquina de moldeo	311
Máquina de reciclado	219,2

Tabla II. 4: Capacidad de los equipos limitantes de la capacidad de la planta
Fuente: Elaboración propia

De esta forma se puede decir que la capacidad de diseño de la planta es de 406 toneladas por año.

Anexo 3

Aplicación del método de los factores

Componentes directos

Tuberías de proceso

Para este factor se tomó el costo de tuberías facilitado por el proveedor de la maquinaria.

Instrumentación y control

El proceso es automatizado, por lo cual su control es complejo.

Control complejo, centralizado: factor 0,125.

Edificio de fabricación

Para este factor se tomarán los costos de construcción.

Plantas de servicios

Se considera que es necesario adicionar un equipo de osmosis inversa ya que la planta cuenta con una caldera que requiere de agua tratada previamente.

Para este factor se tomó el costo de una planta de osmosis inversa de 800 litros por hora. El cual tiene un costo de 1.800 USD.

Conexión entre unidades

La empresa se instala en una única unidad de proceso.

Componentes indirectos

Ingeniería y construcción

Se considera, por no requerir complejidad: factor 0,275.

Factores de tamaño

Se considera una unidad comercial pequeña por su facturación, según la ley 5/2015: factor 0,1.

Contingencias

Variaciones imprevistas: factor 0,25.

En las tablas III. 1 y III. 2 se resumen los valores adoptados para los factores directos e indirectos.

Componentes Directos	Factor
Tuberías de proceso	0
Instrumentación	0,125
Edificios de fabricación	0
Plantas de servicios	0
Conexiones entre unidades	0
Total	0,125

Tabla III. 1: Factores directos
Fuente: Elaboración propia

Componentes Indirectos	Factor
Ingeniería y construcción	0,275
Unidad comercial grande	0,1
Contingencias	0,25
Total	0,725

Tabla III. 2: Factores indirectos
Fuente: Elaboración propia