

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA

ESCUELA DE INGENIERÍA Y GESTIÓN



PRODUCCIÓN DE SOPORTES TIPO TRACKER PARA PANELES SOLARES

AUTORES: Abella, Mateo (Leg. N° 56272)

Bengolea, Santos (Leg. N° 54112)

Corradetti, Julia (Leg. N° 55377)

Ferraro, Dolores (Leg. N° 55333)

Preusche, Teo (Leg. N° 56129)

Tivelli, Federica (Leg. N° 55411)

TUTOR: Díaz, Lucas

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

BUENOS AIRES

2019

Resumen Ejecutivo

El presente es el trabajo de final de carrera del título de grado de Ingeniería Industrial. Este trabajo analiza la prefactibilidad de un proyecto de inversión para la producción y comercialización de soportes móviles para paneles solares con seguimiento automático de la radiación solar, denominados 'trackers'. La característica diferencial del producto a comercializar subyace en el material con el que está fabricado, aluminio, y los beneficios que aporta este frente a otros materiales con los que se producen en el mercado. Este producto se utiliza principalmente en la construcción de parques solares de más de 10 MW, ya que, si bien aumenta el rendimiento de la instalación comparado con soportes fijos, requiere de una inversión considerablemente más alta.

El proyecto se analiza como una inversión por parte de la empresa fabricante de perfiles de aluminio Flamia S.A. y la idea del mismo surgió a partir de la situación actual de la organización. En un contexto económico complejo como el de Argentina, Flamia S.A. presenta una baja en sus ventas, lo que abre paso a la oportunidad de desarrollar el proyecto aprovechando recursos ociosos de la planta. Las etapas de desarrollo involucradas en el proyecto son la construcción de un taller de mecanizado y un almacén; y la compra de un horno de envejecimiento.

Para el estudio de prefactibilidad de este proyecto se realizaron: un análisis de mercado, un análisis de ingeniería, un análisis económico financiero y un análisis de riesgos.

Executive Summary

The present work is the final project of the studies for the Degree in Industrial Engineering at the Instituto Tecnológico de Buenos Aires. This project consists of the pre-feasibility analysis of an investment proposal which is the production and commercialization of solar tracking support mounts for solar panels. The key differentiation attributes this product holds, are the benefits that the material with which it is produced has. This particular trackers are made from aluminum, which presents better chemical and mechanical characteristics compared to the others available in the market. This type of support mounts are mainly utilized in solar farms which have more than 10 MW of installed capacity, due to the level of investment it requires.

The project is analyzed as a marginal investment for an already established company which produces aluminum profiles as a business, Flamia S.A.. In the complicated economic context of Argentina, the yearly decaying demand of aluminum profiles, due to the decay in construction, presents itself as an opportunity for Flamia S.A. to analyze this project. The aim is to take advantage of the current and future idle capacity of the plant, while producing a product with much more added value than that of the profiles. The stages of development proposed along the project are the construction of a machining workshop and a warehouse; and the acquisition of a new aging oven.

The pre-feasibility study of the investment project was focused on four types of analysis; the market analysis, the engineering analysis, the economical and financial analysis and the risk analysis.

Agradecimientos

Por sus grandes aportes al presente trabajo de fin de carrera del título de grado de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Buenos Aires, se agradece primero que nada a Aníbal Micillo y a Federico Acevedo, Director y Gerente de Producción de Flamia S.A., empresa familiar argentina con más de 50 años en operación, en base a la cual fue planteado el proyecto marginal de inversión.

Por su colaboración con conocimientos técnicos en la materia de instalaciones solares y su entrega constante a la difusión y promoción de energías renovables, agradecemos a Nicolás Brown, ex-alumno de nuestra universidad y actual Asesor en Sustentabilidad y Energías Renovables del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y del Gobierno de la Nación.

Seguido, un especial agradecimiento a Andrea Irene Valle, madre de una integrante del equipo y a Germán Preusche, padre de otro integrante, por dedicar tiempo y esfuerzo ayudando cada uno en su área de expertise a la realización de este proyecto.

Ineludiblemente, agradecemos a nuestros profesores del Instituto Tecnológico de Buenos Aires, por formarnos como profesionales y guiarnos tanto en el aprendizaje en cada una de las materias cursadas como en el desarrollo de este, nuestro trabajo final integrador. Asimismo, agradecemos a nuestro tutor en este proyecto, Lucas Díaz, por guiarnos en el proceso del mismo.

Finalmente, a nuestras familias, agradecemos el apoyo incondicional a lo largo de estos intensos años de estudio llenos de frustraciones, pero sobre todo llenos de inolvidables satisfacciones.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	6
1.1 PROYECTO DE INVERSIÓN	6
1.2 INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA	7
1.2.1 Misión y visión	9
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	10
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	10
2.1.1 Instalaciones de paneles fotovoltaicos	10
2.1.2 El arco solar diario	11
2.1.3 El producto: Soportes con seguimiento solar	12
2.1.4 Potencia a lo largo del día y dimensionamiento de inversores	14
2.1.5 Los soportes y el viento	15
2.1.6 Materiales: acero vs aluminio	16
2.2 CICLO DE VIDA	17
2.3 FUERZAS DE PORTER	18
2.3.1 Proveedores	19
2.3.2 Clientes	19
2.3.3 Competidores	20
2.3.4 Sustitutos	21
2.3.2 Nuevos entrantes	22
2.4 SEGMENTACIÓN	22
2.4.1 Selección de target	25
2.4.2 Posicionamiento	26
2.5 ANÁLISIS HISTÓRICO	26
2.5.1 Análisis histórico de la demanda	26
2.5.2 Análisis histórico oferta	30
2.6 PROYECCIONES	32
2.6.1 Proyección de la demanda	32
2.6.2 Proyección de la Oferta	37
2.6.3 Proyección de las ventas	37
2.7 PRECIO	38
2.7.1 Proyecciones del precio	38
2.8 CANALES Y ESTRATEGIA DE DISTRIBUCIÓN	46
2.9 ANÁLISIS FODA	48
2.10 ESTRATEGIA COMERCIAL	49
CAPÍTULO III: INGENIERÍA	51
3.1 PROCESO PRODUCTIVO	51
3.1.1 Piezas de producción propia	51
3.1.2 Procesos de producción de las piezas	52

3.1.3 Diagrama de proceso	60
3.1.4 Factores críticos de diseño	60
3.2 TECNOLOGÍAS	63
3.2.1 Elección de Tecnología	63
3.2.2 Equipos de Movimiento	72
3.2.3 Vida Útil	73
3.2.4 Matriz de decisión	74
3.2.5 Inversión necesaria	74
3.2.6 Mantenimiento	75
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN	76
3.3.1 Manufacturing Bill of Materials (MBOM)	76
3.3.2 Balance de masa y balance de línea	81
3.3.3 Mano de obra	86
3.3.4 Puesta en marcha	86
3.3.5 Planificación de la producción	87
3.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	89
3.4.1 Análisis de aspectos e impactos ambientales del proceso productivo	89
3.4.2 Análisis ambiental del producto	92
3.5 LOCALIZACIÓN	93
3.5.1 Macrolocalización	93
3.5.2 Microlocalización	96
3.5.3 Descripción del lugar elegido	98
3.6 LAY OUT	98
3.6.1 Lay Out propuesto	100
3.7 ORGANIZACIÓN DE PERSONAL	102
3.9 TERCERIZADO	103
3.9.1 Piezas tercerizadas	103
3.9.2 Tiempos de entrega de proveedores	106
3.9.3 Tiempos de pedido	107
3.8 MARCO LEGAL	107
CAPÍTULO IV: ECONÓMICO FINANCIERO	110
4.1 COSTOS	110
4.1.1 Evolución de stock	110
4.1.2 Elección de tipo de costeo	110
4.1.3 Gastos	110
4.1.3.1 Gastos de Fabricación	110
4.1.3.2 Gastos Administrativos	114
4.1.3.3 Gastos de Comercialización	114
4.1.3.4 Impuestos	115
4.1.3.5 Bases de Prorratio	115

4.2 INVERSIONES	115
4.2.1 Activos Fijos	116
4.2.2 IVA a la Inversión	117
4.2.3 Activo de Trabajo	118
4.2.4 Amortizaciones	119
4.3 ESTADO DE RESULTADOS	120
4.3.1 Cuadro de Resultados	121
4.3.2 Tratamiento de la inflación y de la variación en el tipo de cambio	121
4.3.3 Punto de equilibrio por período	122
4.4 FINANCIAMIENTO	122
4.4.1 Estructura de Financiamiento	122
4.4.2 Gastos Financieros	124
4.5 FLUJO DE FONDOS	125
4.5.1 Estado de Origen y Aplicación de Fondos	125
4.5.2 Estructura del Balance	125
4.5.2.1 Activo	125
4.5.2.2 Pasivo	126
4.5.2.3 Patrimonio Neto	126
4.5.2.4 Cierre del Balance	127
4.5.3 Flujo de Fondos del proyecto	127
4.5.4 Flujo de Fondos del inversor	128
4.6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO	128
4.6.1 VAN	128
4.6.2 TIR y TOR	129
4.6.3 Índice de apalancamiento ($I=TOR/TIR$)	129
4.6.4 Período de repago	129
4.6.5 Índice de Rentabilidad	130
4.7 CÁLCULO DE INDICADORES	130
4.7.1 Índice corriente de liquidez	131
4.7.2 Índice absoluto de liquidez	131
4.7.3 Profit Margin	131
4.7.4 ROA: Return over Assets	133
4.7.5 ROE: Return over Equity	133
4.7.6 EVA: Economic Value Added	134
CAPÍTULO V: RIESGOS	135
5.1 INTRODUCCIÓN	135
5.2 MODELO DE DATOS DE VARIABLES PARA LA SIMULACIÓN	135
5.2.1 Variables aleatorias	136
5.2.1.1 Precio del Aluminio	136
5.2.1.3 Cambio en Market Share	140

5.2.2 Variables dependientes	141
5.2.2.1 Tasa de cambio nominal	141
5.2.2.2 Precio de mercado del tracker de aluminio	141
5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	141
5.3.1 Simulación de Montecarlo - interpretación de resultados	141
5.3.2 VAN	142
5.3.2.1 Histograma de los valores del VAN	142
5.3.2.2 Gráfico de sensibilidad del VAN	142
5.3.2.3 Spider Chart	143
5.3.2.4 Tornado chart	144
5.3.2.5 Análisis diferenciado de escenarios de market share	145
5.3.3 Análisis período de repago	147
5.3.4 Tasa Interna de Retorno (TIR)	147
5.3.5 Variable indicadora de sobrepaso de demanda	148
5.3.6 Análisis de sensibilidad y variables escenario optimista	149
5.4 MITIGACIÓN DE RIESGOS	150
5.4.1 Tipo de cambio	150
5.4.2 Precio del aluminio	151
5.4.3 Mercados externos	151
5.4.4 Alianzas	151
5.5 OPCIONES REALES	151
5.5.1 Conformación de una sociedad en Chile para exportación	152
5.5.2 Política de stock	155
6.1 ANEXO	158
6.2 BIBLIOGRAFÍA	171

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1 PROYECTO DE INVERSIÓN

El proyecto desarrollado tiene como objetivo realizar un estudio de prefactibilidad de la introducción de un nuevo producto en la cartera de Flamia S.A. El producto que se busca incorporar es un soporte móvil para paneles solares con seguimiento automático de la radiación solar. La aplicación de este tipo de soportes en la generación de energía fotovoltaica está en crecimiento en el mundo debido al diferencial de eficiencia que ofrece con respecto a los soportes fijos.

En el año 2016 se lanzó en Argentina el Plan RenovAr que tiene como objetivo aumentar la participación de las energías renovables en el suministro de electricidad del país hasta alcanzar un 20% de la totalidad generada. Para alcanzar dicho objetivo se establecen ciertas metas intermedias a cumplir a lo largo de los 10 años que dura el proyecto. El programa consiste en licitaciones en las que se adjudica una cierta cantidad de MW a generarse por los distintos tipos de energía renovable.

Para el año 2017 se planificó incrementar la participación de las fuentes renovables de energía en la matriz eléctrica hasta alcanzar un 8% de los consumos anuales totales. Luego se seguiría aumentando dicha participación porcentual de forma progresiva hasta alcanzar un 20% al 31 de diciembre del año 2025. Una de las fuentes de energía renovables que se impulsa es la solar fotovoltaica, que a partir de celdas fotovoltaicas transforma la energía del sol en electricidad. Estos equipos son montados sobre soportes o estructuras metálicas que luego pasan a conformar lo que se denomina un “Parque Solar”.

En conjunto con dicho plan, existe el MaTer que conforma una alternativa para grandes usuarios de energía eléctrica. Dicha iniciativa les otorga la posibilidad de cubrir su cuota de energía renovable por medio de contratos privados. La ley 27.191 delimita el marco legal para este incentivo con el objetivo de fomentar el uso de fuentes renovables para la generación de electricidad. Para ello, busca estimular las inversiones en generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y regular los contratos del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). También administra las prioridades de despacho en función de las capacidades existentes de la red eléctrica para evitar la congestión de proyectos renovables.

Por otro lado, la visión mundial frente al calentamiento global contribuye a la presión ejercida por distintos organismos sobre los entes gubernamentales para luchar contra la huella de carbono actual. En este contexto, la empresa Flamia S.A., posee una gran oportunidad de inversión para insertarse en el mercado energético, combinando su know-how en la industria del procesamiento de aluminio con el desarrollo nacional creciente de este tipo de tecnologías.

1.2 INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA

La empresa Flamia S.A. se dedica a la producción y comercialización de perfiles extruidos de Aluminio. Cuenta con más de 60 años de experiencia en el mercado de la extrusión y durante este tiempo se convirtió en proveedor de grandes obras de arquitectura, distintas industrias y las más variadas líneas de carpintería.

Actualmente la empresa cuenta con un predio de 45.000 m² que contiene una planta de 8.000 m² y se ubica en la calle San Miguel de Tucumán 1100, Carlos Spegazzini, Provincia de Buenos Aires. Además, posee otras dos instalaciones, una en Santa Fé y otra en Mendoza.



Imagen 1.2.1: Ubicación geográfica de la planta

La actividad de Flamia S.A. se centra en la extrusión de Aluminio Primario (aleación AA-6063) para la producción de perfiles. Para ello, cuenta con 113 empleados, 2 prensas de extrusión y una planta de aplicación de pintura en polvo para lograr abastecer las múltiples exigencias del mercado nacional. La capacidad instalada es de 9000 Toneladas anuales pero actualmente produce por debajo del máximo a raíz de las desfavorables condiciones de la economía nacional.

La extrusión se realiza mediante una prensa y se basa en un procedimiento de conformación por deformación plástica. Consiste en moldear un metal, en caliente o frío, por compresión en un recipiente. El mismo, está obturado en un extremo con una matriz que presenta un orificio con las dimensiones aproximadas del producto que se desea obtener, y por el otro extremo con un disco macizo, llamado disco de presión. En general, la longitud del producto extruido depende del tamaño del horno en el que se realiza la maduración artificial como acabado para aumentar la resistencia. La empresa puede templar perfiles de hasta 12 m (12.000 mm) de longitud, pero la longitud estándar para la extrusión de perfiles es de 6 m (6000 mm). Se puede adaptar el largo en función de las necesidades del cliente, con ciertos límites, para optimizar los costos.

Flamia S.A. extruye la aleación 6063 pero ofrece a sus clientes la alternativa de optar por otras 3: 1050, 6061 y 6463. En este caso, la empresa exige cantidades mínimas y mayores plazos de entrega. La cartera de productos actual de la empresa se compone de la siguiente manera:



Gráfico 1.2.1: Cartera de productos de Flamia S.A.

El mercado de productos de Aluminio extruido cuenta con 53 compañías productoras. La empresa en cuestión abarca actualmente el 7% del mercado. La participación porcentual de cada una se detalla a continuación.

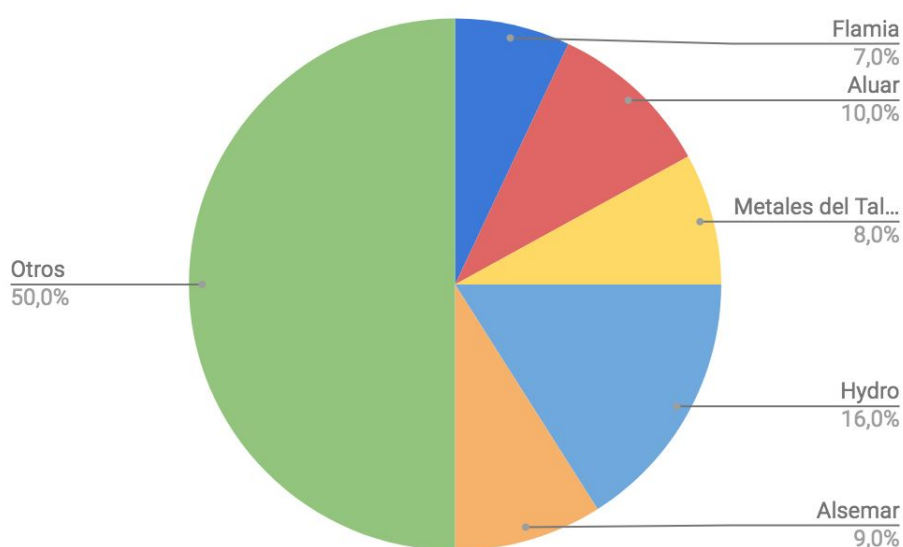


Gráfico 1.2.2: Market share de Flamia S.A. (ventas)

Como se puede observar en el gráfico 1.2.2 el 50% restante se reparte entre 48 empresas, mostrando así que el mercado de perfiles de aluminio se encuentra muy atomizado.

En 1999, la empresa certificó su Sistema de Gestión de Calidad bajo las normas ISO 9002 en extrusión, pintura y distribución de perfiles de Aluminio. Además, ha desarrollado un moderno software para que toda la información relacionada con la producción y la comercialización se encuentre disponible al instante, cumpliendo con la trazabilidad exigida por dichas normas. En Octubre de 2003, obtuvo la certificación ISO 9001 2000 en diseño, extrusión, pintura y distribución, un claro reflejo de su política de mejora continua de la calidad fuertemente orientada a la satisfacción del cliente.

1.2.1 Misión y visión

Flamia S.A. tiene como misión lograr clientes satisfechos buscando a la vez la eficiencia en la prestación de los servicios, en un marco ambientalmente responsable y cuidando la seguridad de su personal. Pretende actuar en los mercados más exigentes y para lograrlo desarrolla sus actividades en base a estos principios con el objetivo de asegurar el futuro de la organización.

2. CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Para abastecer a la demanda de quienes buscan aumentar el rendimiento de los nuevos parques solares que están siendo instalados en Argentina, Flamia S.A. analiza introducir al mercado un soporte móvil para paneles solares con seguimiento solar. Actualmente la gran mayoría de estos productos están hechos de acero, por lo que el diferencial que la empresa buscará ofrecer está en la nobleza del aluminio debido a su gran resistencia a la corrosión y su alta resistencia específica. Esto no sólo traerá menores costos de reparaciones y mantenimiento, sino un producto con mucha mayor durabilidad que los que actualmente se comercializan.

El soporte consta de un eje orientado de norte a sur, sobre el cual van montados los paneles. Este eje gira durante el día siguiendo al sol para maximizar la generación de electricidad de los paneles. Con este tipo de sistemas se puede llegar a aumentar la generación energética en un 30% comparado con las estructuras fijas tradicionales (SoltiguaTM, s.f.). Además, debido a este aumento en la generación, optimiza el uso de la tierra. Estas dos características hacen al producto perfecto para instalaciones comerciales de gran escala donde la eficiencia es la ley primera.

El producto de Flamia S.A. se diferencia del resto en la calidad y durabilidad del mismo que le otorga el material con el que estaría fabricado. Gracias a que el aluminio posee una capa protectora natural frente a la corrosión, un producto de este material resiste mejor varios ataques ambientales. En el caso de una estructura de acero galvanizado con zinc, si fuertes vientos arrastran partículas que al chocar con la misma rayaran la superficie protectora, la estructura perdería su protección y comenzaría un proceso de deterioro. Una estructura de aluminio no tendría ese problema ya que luego del rayón se volvería a formar la capa protectora natural de óxido. Esta diferencia genera mucha mayor durabilidad en el producto que Flamia S.A. busca introducir en el mercado. En la industria incluso, se ha observado que mientras que es común tener que hacer un recambio en las estructuras de acero para poder seguir aprovechando los paneles, con las de aluminio es el panel el que se vuelve obsoleto primero (Hydro , 2012).

Si bien el precio de un producto de aluminio suele ser mayor al mismo hecho de acero, esto se recupera no sólo por su mayor vida útil, sino por que al final se puede reciclar el aluminio en su totalidad. Esta es una de las características más valiosas del aluminio que trae beneficios no sólo económicos, sino también ambientales.

2.1.1 Instalaciones de paneles fotovoltaicos

Los paneles generadores de energía fotovoltaica son productos muy versátiles ya que son modulares, en el sentido de circuitos de generación y en el sentido físico de su estructura. Los mismos poseen piezas de acople universales que permite instalarlos prácticamente en cualquier disposición y sobre cualquier soporte.

Los sistemas de paneles solares pueden ser utilizados para autoabastecimiento residencial, para mitigar el gasto energético de una planta de producción o para abastecer al mercado eléctrico mayorista, entre otros. Debido a la gran diversidad edilicia en sus distintas aplicaciones estos serán instalados sobre azoteas, techos inclinados, pisos o terrenos. Estas diferentes superficies de instalación requerirán diferentes estructuras de soporte y anclaje, que dependen también de la cantidad de paneles a instalar en el equipo generador. Otras variables que afectarán el tipo de soportes serán la inclinación del sol a esa latitud, la velocidad de los vientos y las condiciones ambientales. Estas últimas dependen directamente de la ubicación geográfica.

En el mundo, las plantas de generación de energía fotovoltaica instaladas se extienden sobre terrenos desde unas pocas hectáreas hasta miles de ellas. En instalaciones de esta envergadura, la eficiencia es clave. Es por eso que el producto en análisis es un soporte para paneles que posee un eje que gira buscando que la superficie normal al sol sea la máxima posible, aumentando así la intensidad solar captada por el panel.

2.1.2 El arco solar diario

El movimiento aparente del sol a lo largo del día hace que el ángulo de incidencia de su radiación sobre la superficie terrestre cambie a cada momento. Al analizar cómo afecta esto a la radiación que una superficie recibe del sol, se puede identificar el problema que dio nacimiento a los seguidores solares. Si la radiación no incide perpendicularmente sobre el panel, una parte de ella se desaprovecha. En este caso, solo es utilizable la radiación que incide sobre la superficie hipotética proyectada perpendicular a los rayos.

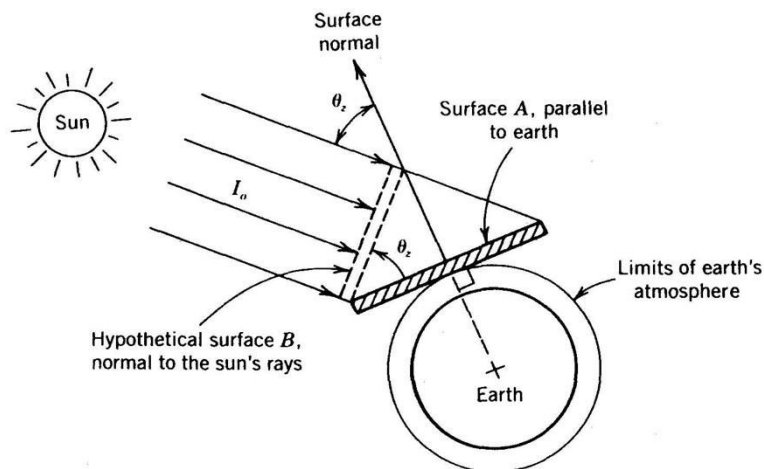


Imagen 2.1.2.1: Radiación aprovechada por un panel según el ángulo de incidencia

Además del cambio de posición relativa a lo largo del día, el camino que el sol hace diariamente, se modifica según la época del año. Este fenómeno genera más variación en el ángulo de incidencia del sol sobre la superficie terrestre. Las características de este camino diario y la variabilidad en cada una de ellas dependerá de la latitud y longitud del sitio geográfico.

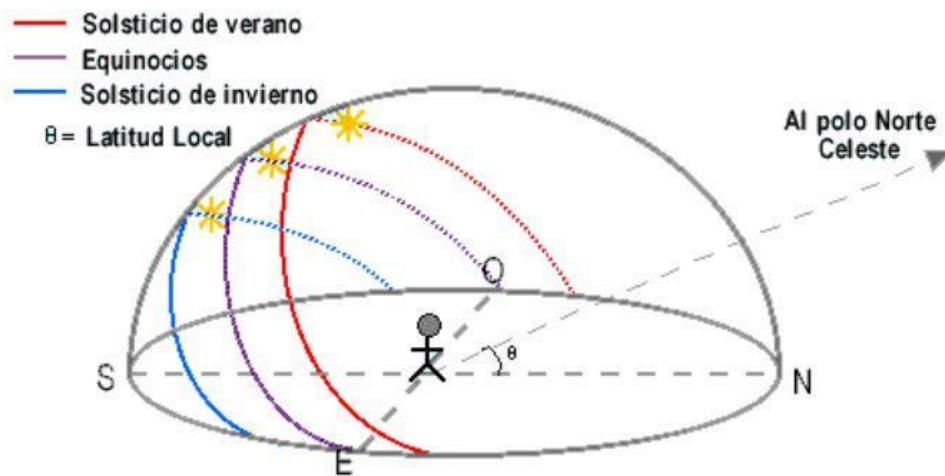


Imagen 2.1.2.2: Cambio del recorrido del sol según la estación

Para combatir estas pérdidas de eficiencia de los paneles fotovoltaicos, el mercado ofrece múltiples opciones de ejes giratorios. Existen soportes con giro en un eje, en dos ejes y hasta fijos, que logran tener una gran generación debido a su disposición, pero abusando de la cantidad de paneles. Anteriormente, por su alto costo, los paneles solares representaron el 60% del costo de la planta (Brown N. & Wallace C., 2017). Debido a esto se buscaba aprovechar su potencia al máximo, por lo que se llegaron a diseñar seguidores biaxiales de muy alto costo. Las nuevas tecnologías de manufactura y la guerra comercial entre Estados Unidos y China han contribuido para que el precio de los paneles fotovoltaicos se desplome. Actualmente, la porción de la inversión de una planta que está destinada a los paneles es de un 40% (Brown N. & Wallace C., 2017). Esta nueva relación de costos hace que no sólo se busque aprovechar el costo de los paneles, sino de la totalidad de la instalación. Hoy en día los sistemas de seguimiento solar más utilizados en parques de gran escala son los trackers de un eje orientados norte-sur que Flamia S.A. analiza producir. Éstos son reconocidos por presentar el mejor equilibrio económico entre el aprovechamiento de la potencia pico de los paneles y el costo de la estructura que los soporta.

2.1.3 El producto: Soportes con seguimiento solar

El producto a comercializar será un modelo de soporte seguidor solar que consta de un eje de rotación horizontal el cual tiene montado sobre él una determinada cantidad de paneles. Es un producto que se venderá de manera modular y el conjunto de los mismos conformará la base de la planta de generación. Las conexiones y disposiciones eléctricas que pasen por dentro y conecten los distintos módulos de paneles serán decisión pura y exclusivamente de los desarrolladores de la planta. Es importante permitir esta versatilidad en el producto terminado.

La orientación de este eje coincide con la línea que une el Norte con el Sur, ya que girará haciendo que el panel siga al sol de Este a Oeste. El eje es soportado por una cantidad deliberada de postes que se acoplan al mismo con rodamientos. Existen

diversos tipos de arreglos mecánicos que hacen girar al eje, desde un motor eléctrico por panel hasta uno cada muchos, que a través de piezas mecánicas logra hacerlos girar.



Imagen 2.1.3.1: Ilustración de un Tracker solar

La decisión de en qué momento y cuánto girar los ejes, llega a los motores desde un controlador electrónico. Una computadora central en la planta posee la información específica para la latitud y longitud del sitio y en base a eso se envían señales a los motores a lo largo del día. Como se mencionó antes, con esto se consigue optimizar la posición de los paneles con respecto al sol, manteniendo en el mayor nivel posible la normalidad de la superficie de estos a los rayos solares. Sin embargo, este eje de giro sólo tiene en cuenta el cambio a lo largo del día en la posición del sol, es por eso que existen soportes con dos ejes de giro, para tener en cuenta la estación del año, dejando los paneles prácticamente perpendiculares al sol constantemente. El problema de este tipo de soportes es que poseen demasiadas piezas mecánicas, tienen diseños más complejos, y suelen ser para pocos paneles. Estas características llevan a que su precio sea elevado y su probabilidad de falla también, por lo que en este proyecto se analizará la producción de los de un sólo eje horizontal.

El producto terminado, solar tracker con un eje N-S estará conformado por:

- 1 eje horizontal de aluminio extruido.
- Piezas para el montado de 80 paneles sobre el eje.
- Columnas de aluminio extruido que contienen los rodamientos dentro de los que se ubicará el eje.
- 1 motor que hará girar al eje

- 1 microprocesador
- 1 controlador - Tracker Control Unit (TCU)
- 1 inclinómetro
- 1 controlador de red cada aproximadamente 200 trackers - Network Control Unit
- 1 anemómetro cada aproximadamente 200 trackers

2.1.4 Potencia a lo largo del día y dimensionamiento de inversores

El uso de soportes tipo tracker permite que la superficie normal a la radiancia del sol sea más estable a lo largo del día por lo que hace también igual de estable a la generación (Brown N. & Wallace C., 2017). El hecho de que el momento de mayor generación en el día de fijos tenga un valor mayor al de los trackers es por que la orientación con la que se instalan es distinta. Esto se observa en la figura 2.2.3 . Las fijas se instalan orientadas al ecuador y los trackers de un solo eje se instalan con el eje de norte a sur. Esta estabilidad tiene como beneficio un mayor aprovechamiento de los recursos, aumentando la eficiencia de la planta. Esto se observa claramente en los inversores de la planta, que son un costo importante de la instalación.

Los paneles solares generan electricidad en corriente continua y luego un inversor la convierte a alterna. Los inversores actúan en el proceso de generación como el cuello de botella. Los mismos tienen una cierta capacidad de potencia a convertir y al ser el limitante de la generación, se busca que siempre estén trabajando a capacidad total. Por este motivo, la potencia pico de un conjunto de paneles será siempre mayor a la del inversor. La potencia pico es simplemente la cantidad de paneles instalados multiplicado por la potencia de cada uno. En la etapa de dimensionamiento se debe decidir si se utiliza un inversor cercano a la capacidad pico o si se utiliza uno con una capacidad menor.

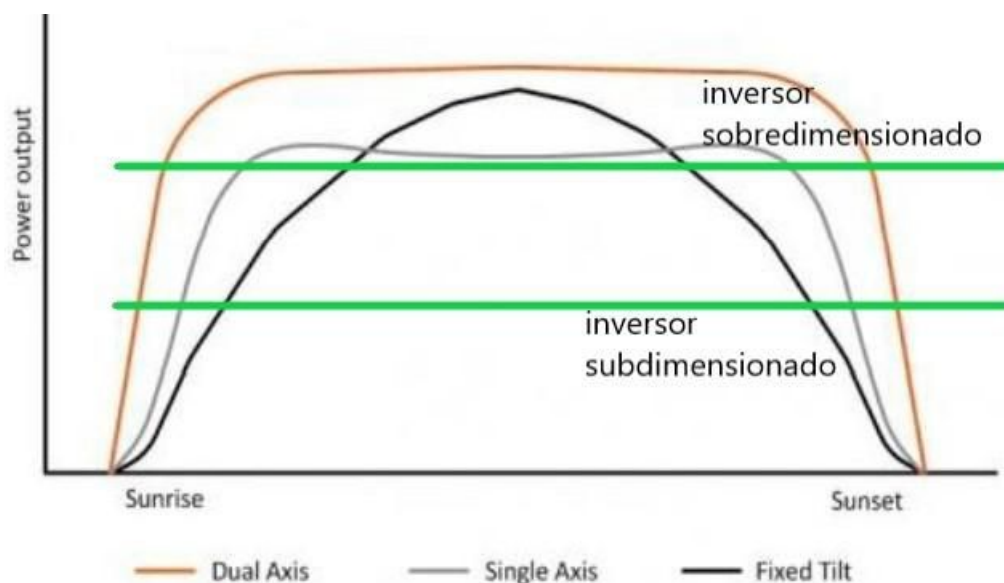


Gráfico 2.1.4.1: Curvas de generación a lo largo del día para soportes fijos, móviles de un eje y de dos ejes

La primera opción (línea verde superior de la figura 2.1.4) tendrá al inversor trabajando a una potencia menor a su máxima en los momentos en los que los paneles generan muy por debajo de la potencia pico (inversor sobredimensionado). La segunda opción tendrá al inversor trabajando a capacidad máxima pero desaprovechará potencia generada por arriba de la línea. Esta opción, sin embargo, permite la compra de inversores más económicos. Las decisiones de diseño ubicarán al inversor en algún punto entre estos extremos.

La mayor estabilidad a lo largo del día de la generación con tracker de un eje N-S hace más justificable la elección de un inversor cercano a la potencia pico generada ya que opera a capacidad máxima la mayor parte del día. En este tipo de instalaciones se prefieren valores estables de operación en todas las áreas porque aprovechan mejor las instalaciones.

2.1.5 Los soportes y el viento

Cada soporte, sea fijo o móvil, deberá tener en sus especificaciones los valores de velocidad del viento que puede soportar. Además, los cálculos estructurales deberán estar certificados por un calculista diplomado nacional. Esta resistencia dependerá en gran medida del diseño del producto. Otro factor que influirá en dicha resistencia, será el material del que estén hechas las piezas y los tratamientos de endurecimiento que reciban. Flamia S.A. aprovechará su conocimiento del material y la maquinaria que posee para endurecer las piezas fabricadas. La empresa cuenta con un horno de maduración para aumentar la resistencia de los perfiles.

En cuanto a resistencia al viento los seguidores solares poseen una ventaja por sobre los fijos. Los soportes fijos deben tener la fuerza suficiente para soportar la fuerza del viento sobre la superficie plana de los paneles. Los trackers, por otro lado, cuando los vientos alcanzan grandes velocidades pueden girar hasta en posición de bandera, horizontal al piso. Esto reduce enormemente la fuerza que el viento pueda ejercer sobre los mismos.

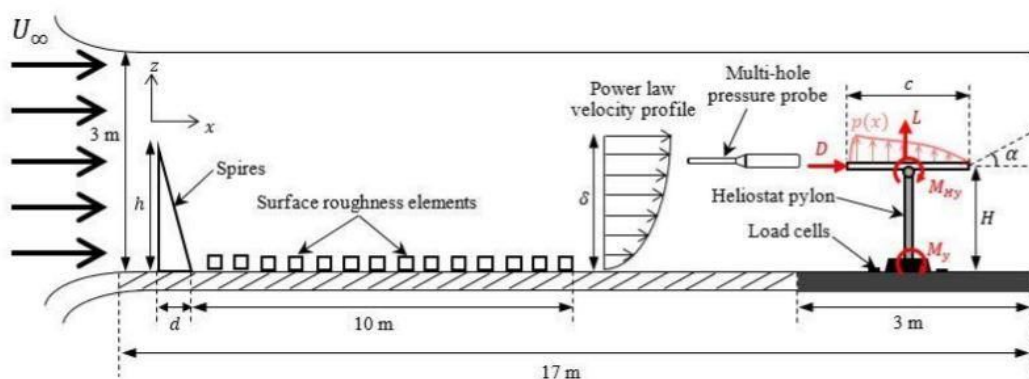


Imagen 2.1.5.1: Diagrama de estudio del efecto del viento sobre paneles móviles

Existen distintos tipos de tecnologías que logran esta adaptación casi inmediata. Algunos sistemas utilizan anemómetros que al detectar subas grandes en la velocidad del viento, indican a los motores que posicionen a los paneles de la manera ya mencionada. Otros más innovadores, permiten que los soportes giren naturalmente hasta la posición más segura. Este sistema tiene en cuenta la variación en el terreno.

2.1.6 Materiales: acero vs aluminio

Actualmente los soportes para paneles se fabrican en su mayoría de acero y recientemente se comenzaron a fabricar algunos en aluminio. Esto tiene que ver en gran medida con la tendencia decreciente del precio internacional del aluminio en los últimos 9 años. Si bien ha tenido subas y bajas con un pico en 2018, la tendencia general es de una baja sobretodo en los picos (The London Metal Exchange, 2019). Esto permite que el material sea más competitivo contra el acero, ya que si bien sigue siendo más caro, tiene otros beneficios en cuanto a procesamiento y a características del producto terminado.

El aluminio es tres veces más liviano que el acero. Esta diferencia economiza el proceso de producción prácticamente en cada actividad. Al bajar el peso de las piezas tan significativamente la maquinaria que se necesita para manipularlas se vuelve de menor envergadura y potencia, por lo tanto más económicas (Hydro , 2012). Esto se da en el proceso de producción de las piezas, en el de ensamble e incluso en el de instalación final. Otro beneficio del menor peso del aluminio se cuantifica en la disminución del costo de distribución, ya que las empresas transportistas cobran por peso transportado en el camión. Si bien la entrega puede o no ser provista por Flamia S.A., indefectiblemente es una baja que le llegará al comprador como un menor costo.

Otra diferencia entre estos materiales es que mientras que los perfiles de acero se fabrican con el material a temperaturas alrededor de 1600 °C (CarboSystem, s.f.), los perfiles de aluminio se procesan a una temperatura del material cercana a los 500 °C (Avalumitran S.L., 2015). Esto tiene incidencia en los costos energéticos del calentamiento del material, ya que se necesita menor energía para llevar al aluminio al estado requerido. Esta diferencia se vuelve más significativa cuando se tiene en cuenta que no sólo los materiales deben calentarse y mantenerse a las temperaturas determinadas, sino también las diferentes maquinarias que están en contacto con ellas para evitar golpes de “frío” y pérdidas de temperatura.

Los paneles solares deben mantenerse a una temperatura menor a 45 °C ya que a partir de este límite empieza a bajar su rendimiento a una tasa de -0.5 %/K (N. Brown, Asesor en sustentabilidad y energías renovables del Gobierno de la Ciudad. Comunicación personal, 2 de Mayo, 2019). El aluminio es un gran conductor térmico (205,0 W/m.K), mucho más que el acero (50,2 W/m.K) (“Conductividad térmica”, s.f.), y es además de gran ductilidad. Estas dos características resultan en que se puede formar al aluminio fácilmente en estructuras con pequeñas aletas que aumentan la superficie de las piezas mejorando aún más la disipación de calor de la estructura. Este método ayuda a que toda la estructura, incluyendo a los paneles, se mantenga más fría (Hydro , 2012).

Si bien hoy en día las estructuras de acero suelen estar protegidas por tratamientos contra la corrosión, el aluminio posee una capa protectora natural. En la superficie del

material se forma una fina capa de óxido debido a la exposición al oxígeno en el aire. El acero no posee esta capa natural contra la corrosión y debe ser protegido. En el caso de los tratamientos superficiales para este metal, el más común es el galvanizado con zinc, que implica adherir una capa de un metal sobre la superficie de otro formando una capa de aleación de los mismos (ATEG, s.f.). El problema de esta protección es que si se raya la superficie en la manipulación de las piezas o incluso cuando ya están instaladas, la misma deja de funcionar. En el caso del aluminio, si la superficie se raya, la capa de óxido protectora se vuelve a formar naturalmente, protegiendo el interior de la pieza en todo momento.

Es una realidad que el precio del aluminio por tonelada es mayor al de acero, sin embargo, el primero consigue la misma dureza que el segundo con un tercio del peso (Hydro, s.f.). Por encima de esto, como se mencionó antes, el aluminio es prácticamente reciclable en su totalidad. Esto representa un recupero del dinero invertido para el comprador, al final de la vida útil de los soportes.

2.2 CICLO DE VIDA

En cuanto al ciclo de vida del producto consideramos que los soportes de tipo trackers se encuentran en una etapa de crecimiento. Esto se debe a que hay un incremento en el volumen de las ventas, la cantidad de competencia es significativamente mayor y además ha crecido el conocimiento público en el rubro de la energía fotovoltaica.

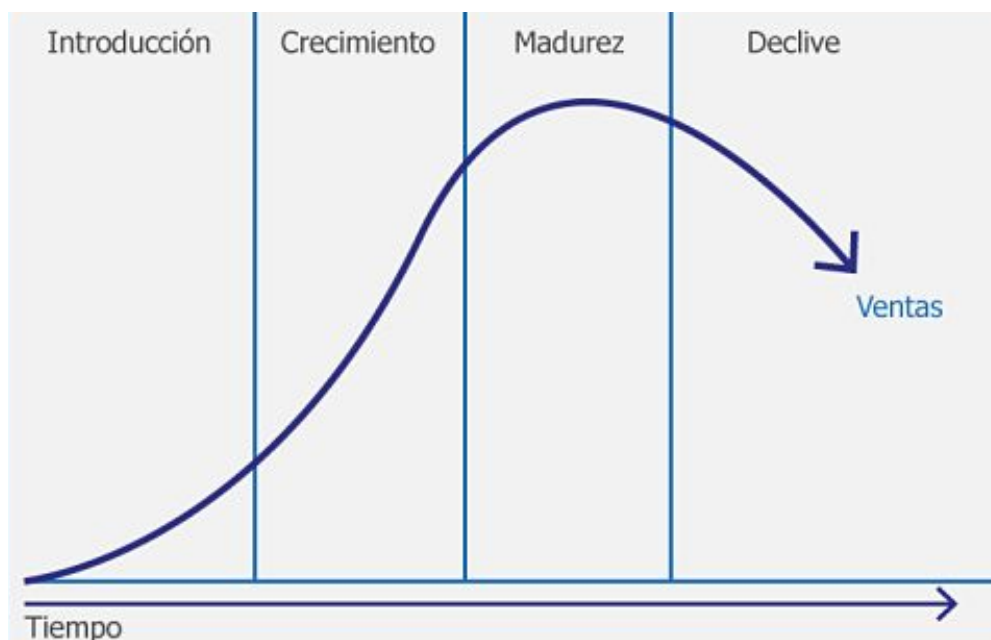


Gráfico 2.2.1: Ciclo de vida de un producto

Por encima de esto, debido a los nuevos desarrollos tecnológicos y las mejoras en eficiencia de la industria ha bajado drásticamente el precio marginal (USD/Wp) de grandes plantas generadoras que utilizan tecnologías tracker. Esta baja en precios hace al producto aún más atractivo para los consumidores.

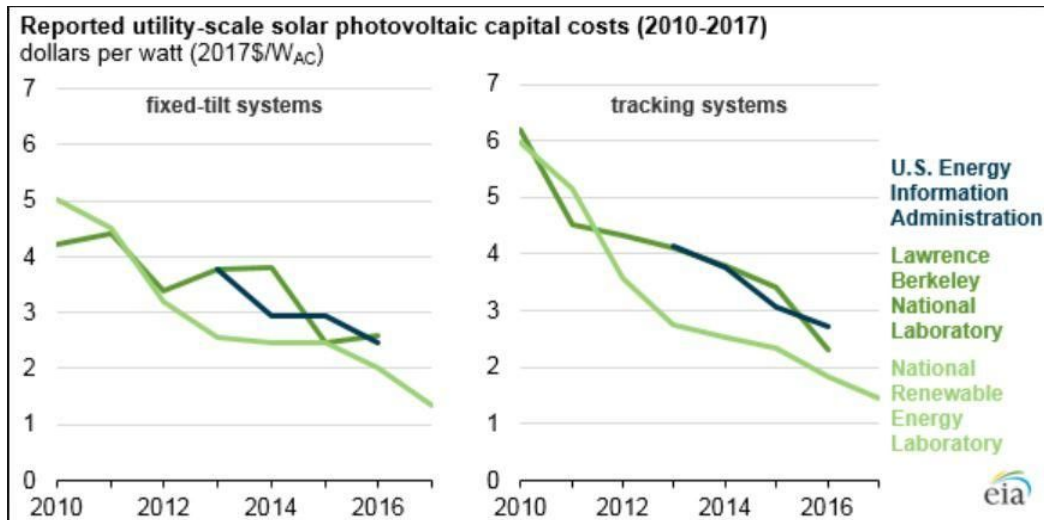


Gráfico 2.2.2: Costos de parques solares de gran escala

2.3 FUERZAS DE PORTER

Para analizar el mercado de trackers en Argentina se utilizó el diagrama de las 5 fuerzas de Porter. Mediante su uso se puede tener una idea de que tan atractivo es un mercado, y conocer cuales son los actores (proveedores, nuevos entrantes, competencia, clientes y productos sustitutos) con más influencia en el mercado.

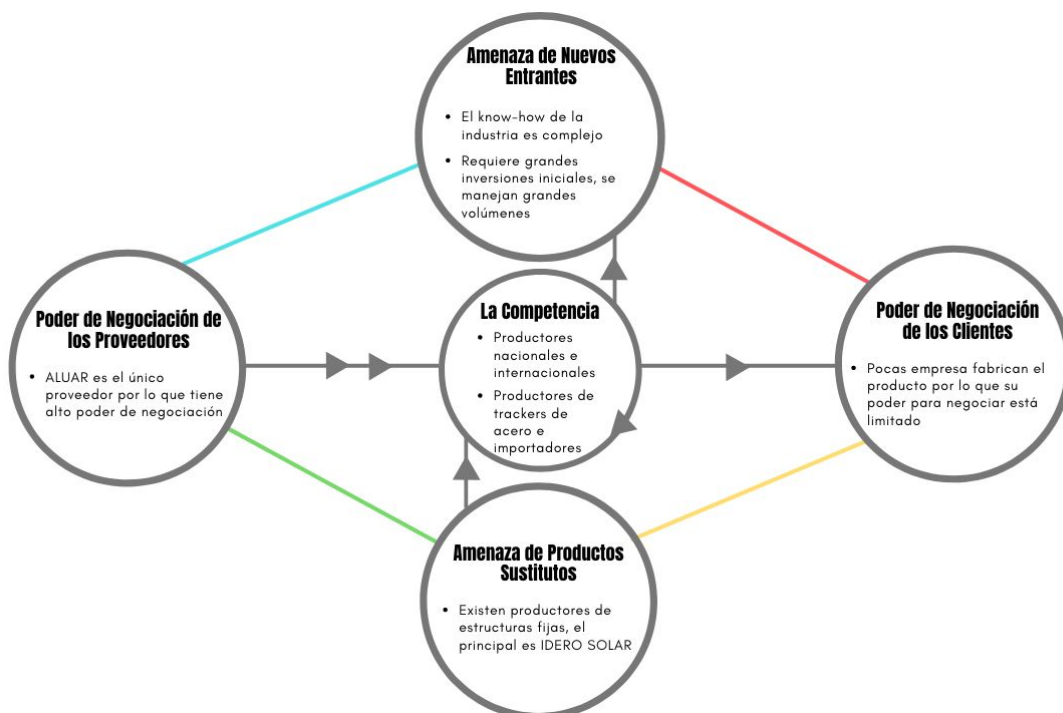


Diagrama 2.3.1: Interacción de las 5 fuerzas de Porter

2.3.1 Proveedores

Los dos principales insumos necesarios para la producción son el aluminio y el motor para el tracker. Con respecto al primero, el único proveedor de Argentina es ALUAR S.A., empresa ubicada en Puerto Madryn desde la que se abastece de este material a Flamia S.A.. Una vez que se realiza un pedido, tarda en llegar a la planta entre 48 y 72 horas, con lo cual el servicio que brinda no requiere que Flamia S.A. almacene stock de materia prima porque puede hacer un pedido en caso que la producción aumente repentinamente. Se ha establecido una excelente relación con ALUAR S.A., ya que hace 50 años se relacionan con el mismo proveedor. Es por eso, como ALUAR S.A. tiene gran poder de negociación, podemos decir que la fuerza en el diagrama de Porter es de gran magnitud. Además, el precio del aluminio mundialmente se maneja como un commodity y está determinado por la London Metal Market and Exchange Company.

A pesar de la relación ya explicada con ALUAR S.A., se genera un interrogante acerca de la dependencia total de la empresa con su proveedor de materia prima. El proveedor es una de las plantas más importantes de Sudamérica exportando casi el 70% de su producción total. Tiene una división de productos elaborados de extrusión y laminación, es decir que no sólo es proveedor de las empresas de extrusión como Flamia S.A. sino que además es su competidor. Esta situación se mantiene hace ya unos años y sin embargo Flamia S.A. y sus competidores se han logrado mantener en el rubro. Por todo lo mencionado anteriormente se entiende que es una gran amenaza la posibilidad de que ALUAR S.A. comience a vender soportes para paneles solares pero no impide que Flamia S.A. pueda hacerlos también.

Por otro lado, para el funcionamiento de los trackers, se va a necesitar que un motor específico mueva al soporte. En ese caso se va a tener que encontrar un nuevo proveedor o varios. Podemos mencionar a empresas como Motores Daf, Remssi, BDR, Motormech, entre otras. Éstas serían posibles proveedoras en caso de utilizar motores conectados a la red eléctrica. También existe la posibilidad de utilizar motores que se autoabastezcan con células fotovoltaicas propias, en este caso deberíamos conseguir proveedores en el exterior. Luego de diseñar las características técnicas específicas del producto, se va a poder determinar cuál de las opciones mencionadas va a ser la más apropiada.

2.3.2 Clientes

Los clientes van a ser instalaciones de generación fotovoltaica, ya sean empresas locales o extranjeras que inviertan en Argentina. Es por eso se entiende que su poder de negociación va a ser muy importante teniendo en cuenta la extensión de la planta a instalar. Emse, 360 Energía, Epse, Latinoamericana de Energía S.A., VeranoCapital son algunos ejemplos de empresas que han invertido.

Este mercado es relativamente nuevo en el país, con un poco menos de 10 años, impulsado principalmente por el plan RenovAr, con el cual el gobierno realiza el llamado a convocatoria abierta de proyectos de energías renovables para el abastecimiento de energía eléctrica. Particularmente estas licitaciones cuentan con beneficios económicos, para fomentar la industria. Por lo tanto, el mercado de

estructuras fotovoltaicas está directamente relacionado con la cantidad de licitaciones otorgadas de esta índole.

Una licitación es un aviso público que realizan las dependencias y entidades anunciando el inicio de un determinado procedimiento de contratación en el que se especifican los datos más esenciales para permitir la libre participación de los interesados, así como, el plazo o la fecha para adquirir las bases e inscribirse en el concurso.

En cuanto a los beneficios económicos, la ley 27.191 impone que dentro de los beneficios impositivos que tienen los inversores en energías renovables, no se les aplica el impuesto a las ganancias. Además, quienes cumplan cierto porcentaje de producto nacional, tendrán derecho a percibir como beneficio adicional un certificado fiscal para ser aplicado al pago de impuestos nacionales.

El plan RenovAR, las licitaciones dirigidas por la Subsecretaría de Energías Renovables de la Nación, continúa firme. Se estarán licitando 400 MW distribuidos en 350 MW para proyectos eólicos y solares y 50 MW para aquellos de biomasa, biogás y pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Es por eso que el futuro es alentador. Las proyecciones de crecimiento del mercado de energía solar se detallan en la sección de proyección de demanda.

Es por todas estas características que se entiende que la fuerza en el diagrama de Porter de los clientes es intermedia. Por un lado son grandes inversiones, es decir que compran en cantidad y eso les genera poder, pero por otro lado Flamia S.A. es la única empresa que ofrece un producto de estas características.

2.3.3 Competidores

El mercado de competencia de los soportes para paneles solares es muy amplio, pero se decidió acotar a vendedores de sistemas de seguimiento. Dentro de estos actores podemos separar entre competidores nacionales y productos importados, ya que, al estar abiertas las importaciones, cualquier empresa productora en el mundo representa un competidor.

Como empresas Argentinas, podemos nombrar a IDERO, que no sólo comercializa soportes de tipo tracker sino también fijos. Su materia prima es el acero y es una empresa que empezó en el mercado de insumos de acero y actualmente como nueva unidad de negocios incluyen los soportes. No solo venden en grandes cantidades, sino que su cartera de productos incluye desde instalaciones urbanas, hasta grandes parques. Ofrecen tanto el producto como también la instalación.

Mega Ingeniería es otra empresa que cuenta con tres unidades de negocio distintas. Además de soportes, ofrece secadoras de granos y servicios referidos a la industria del gas. Actualmente cuenta con servicio de instalación de plantas y también de mantenimiento post venta.

Baratec Solar, una empresa que se radica en la ciudad de Córdoba. Venden paneles solares y todos los artefactos necesarios para la instalación, incluyendo soportes de acero con sistema de seguimiento pero no ofrecen servicio de instalación.

Uno de los principales proveedores de RenovAr es Nclave (resultado de la fusión de Grupo Clavijo y MFV Solar), está especializada en el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de estructuras fijas y seguidores solares. Más de 2,5 GW desarrollados en todo el mundo, oficinas en los cinco continentes y más de 300 proyectos realizados. Es una empresa española que tiene centro de producción y oficinas en Argentina.

Otro competidor es Soltec, empresa multinacional con oficinas en Argentina, Australia, Brasil, Chile, China, Denmark, Egipto, India, Israel, Italia, México, Perú, España y Estados Unidos. Por otro lado Array es una empresa radicada en Albuquerque, y comercializa mundialmente soportes para paneles. No ofrece servicios de instalación ni mantenimiento.

Se pueden seguir nombrando empresas de todo el mundo, es decir que el mercado es amplio y extremadamente competitivo. Sin embargo, un gran diferencial de Flamia S.A. a la hora de comercializar soportes, es la materia prima que es el aluminio. La mayoría de los competidores los fabrican de acero.

Aún teniendo un mercado en auge, hoy en día la fuerza de los competidores es muy importante. Esta situación podría verse modificada en caso de que cambien las políticas sobre la importación, situación que beneficiaría a Flamia S.A., y la empresa adquiriera experiencia en el rubro.

2.3.4 Sustitutos

Como productos sustitutos de los sistemas trackers, están los sistemas de soportes fijos. Estos soportes tienen un costo de instalación menor, pero como se mencionó anteriormente, el rendimiento de un panel solar con estructuras móviles es de hasta un 30% más que con estructuras fijas. En cuanto a empresas que los comercializan se encuentran gran parte de los competidores nombrados. Sumados a estos, hay otras que se dedican exclusivamente a estructuras de este tipo.

Como se mencionó en la descripción del producto, al bajar los costos de los paneles solares el objetivo del diseño de una planta hoy en día es aprovechar al máximo la inversión total del parque. Esto se hace con los soportes de tipo eje N-S, sin embargo, por su alto precio especialmente debido a los motores y al controlador, sólo son rentables para instalaciones de media y gran escala. Esto se observa en que las instalaciones pequeñas suelen usar soportes fijos.

La fuerza del diagrama de Porter de los sustitutos dependerá de la localización de la planta a construir, y también de la cantidad de paneles a instalar. Dependiendo del tamaño de la instalación, el porcentaje que representa el diferencial de poner trackers frente a colocar soportes fijos no es significativa si se tiene en cuenta el aumento en la eficiencia. La inversión inicial es mayor y también lo es la necesidad de mantenimiento posterior.

2.3.2 Nuevos entrantes

La posibilidad con la que pueden entrar nuevos competidores en el mercado de trackers, está determinada por las barreras de entrada. En este caso, se requiere un alto nivel de inversión inicial para poder posicionarse.

2.4 SEGMENTACIÓN

En cuanto a segmentación del mercado de plantas solares se establecen tres segmentos, los cuales son plantas pequeñas de 1 MW a 10 MW, plantas medianas de 10 MW a 70 MW y plantas grandes de más de 70 MW. Dichas plantas pueden establecerse a lo largo del país, por lo que se dividió a la superficie del país en cuatro sectores: Noroeste, Noreste, Centro y Sur, siendo esta última no analizada posteriormente debido a su bajo potencial de generación fotovoltaica.

A la hora de segmentar, en función de la estrategia de marketing Business To Business, se decidió evaluar dos variables importantes: capacidad de generación de energía eléctrica en MW de las plantas fotovoltaicas y ubicación geográfica de las mismas. A continuación se presenta un diagrama ilustrativo representando la mencionada segmentación.

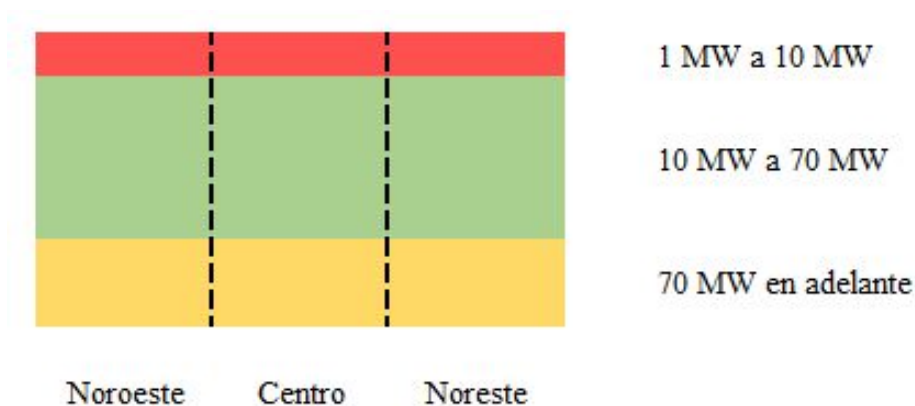


Diagrama 2.4.1: Segmentación de mercado.

En el eje de las ordenadas se muestra la variable capacidad dividida en tres grupos distintos: de 1 MW a 10 MW , 10 MW a 70 MW y mayores que 70 MW. Con respecto al eje de las abscisas, se tomó en cuenta sólo noroeste, noreste y centro ya que toda la región ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires no se considera en el análisis de mercado debido a su bajo potencial de generación fotovoltaica. Esta división se hizo en base al mapa que establece el promedio de la sumatoria anual de irradiación solar en cada región de Argentina para el período 1999-2013, como se muestra a continuación

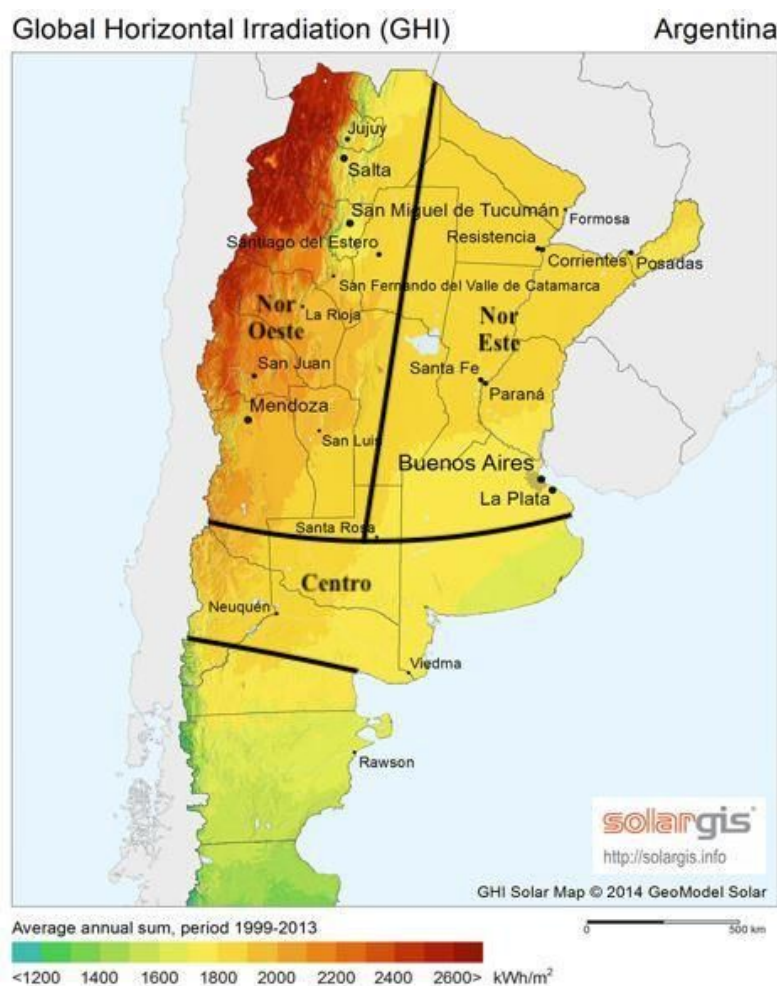


Imagen 2.4.1: Mapa de irradiación solar diaria de Argentina

Plantas Solares de 1 a 10 MW

Estas instalaciones representan alrededor del 15% (Anexo 008) del total de los parques ya instalados sumados a las licitaciones adjudicadas en el país. Cuentan con aproximadamente entre 15 y 30 mil módulos mono y policristalinos de 330 W. Estas instalaciones pueden llegar a ocupar una superficie de 23 hectáreas (sin explotación previa) y representan una inversión total de USD 20 millones. Su construcción tarda un promedio de dos años y pueden abastecer hasta 5000 hogares o una planta industrial. Además, para optimizar el transporte de la energía generada, suelen posicionarse cerca del consumidor final. Por lo general, la mayoría de las instalaciones de estas plantas utilizan perfiles de acero fijos a 28 grados porque el costo oportunidad no es el rentable con trackers.

Plantas Solares 10MW a 70 MW

En este caso, las instalaciones con esta capacidad representan el 56% del total. Suelen tener alrededor de 150 mil paneles fotovoltaicos de entre 330 y 500 W cada uno, utilizan más de 2.000 soportes de seguimiento para el aprovechamiento de la energía solar y ocupan 70 hectáreas o más. Se construyen de estas dimensiones porque son

pensadas para alimentar aproximadamente 60.000 hogares y, para evitar desperdicios en la etapa de transporte, también se analiza la ubicación cerca del consumidor final. Debido a su gran magnitud, los expertos en el tema recomiendan usar trackers. Como ya se mencionó, los trackers aumentan la eficiencia de los parques hasta un 30% pero involucran un costo mayor y por ende una inversión de USD 35 millones en total como mínimo. Aproximadamente ocupan un terreno de 100 hectáreas.

Plantas Solares de 70 MW en adelante

Estas instalaciones representan alrededor del 29% del total de los parques instalados y adjudicados por licitaciones en Argentina. Para encarar este tipo de proyectos de grandes dimensiones que usan millones de paneles fotovoltaicos de 330 y 500 W y ocupan un área de más de 500 hectáreas, es muy común que se usen trackers ya que esta tecnología maximiza la conversión fotovoltaica a largo plazo. Al terminar la construcción, los proyectos pueden entregar suficiente electricidad para alimentar el equivalente a 255.000 hogares, según MidAmerican Solar. Se estima que requieren de una inversión de por lo menos USD 700 millones.

Además de colaborar con objetivos mundiales a alcanzar sus metas de energía renovable, este tipo de proyectos también crean aproximadamente 650 empleos durante la construcción por un período de más de tres años. Un ejemplo de este tipo de plantas es la de Rosamond, California Capacity cuya capacidad de generación es de 579 MW.

Como se explicó previamente en la descripción de producto, otras variables que afectarán el tipo de soportes serán la inclinación del sol a esa latitud, la velocidad de los vientos y las condiciones ambientales. Éstas dependen directamente de la ubicación geográfica. Por eso se explicarán brevemente algunas características climáticas de las siguientes regiones:

Noroeste

Principalmente este sector de Argentina recibe una radiación solar entre 2200 KW/m² y 2600 KW/m² por su cercanía con el ecuador. Estas áreas tienen muchos vientos que vienen ya secos desde el oeste, poseen un clima frío y árido en invierno y caluroso en verano. Se pueden presentar olas de calor en verano y en invierno heladas. Alto contenido de sal en aire, cerca de las salinas.

Esta es una zona de riesgo sísmico, particularmente en las provincias de San Juan y Mendoza. También, existe riesgo de tornados y tormentas eléctricas; deslizamiento de tierra y aluviones; e incendios silvestres.

Noreste

Esta zona aunque presenta una menor radiación solar, entre 2000 KW/m² y 2200 KW/m², sigue justificando una inversión. El clima es subtropical durante casi todo el año, con veranos cálidos y húmedos, e inviernos templados y secos. Las lluvias que se concentran en verano van disminuyendo en dirección este a oeste, pudiéndose percibir ocasionalmente una ola de frío polar.

Centro

La radiación solar aquí, es igual a la del noreste pero presenta un tema de latitud distinta por lo que el sol en este caso incide a 60 grados respecto a la tierra en hora pico. La mayor parte de esta región posee un clima templado y semi árido de sierras y campos, esto es un clima continental moderado con altas temperaturas en verano y primavera, y bajas temperaturas en invierno. Esta zona tiene intensas lluvias veraniegas y nevadas invernales.

2.4.1 Selección de target

Una vez explicado cómo se divide el mercado solar en Argentina, se determinó que el target para nuestro producto son las plantas solares que producen a partir de 10 MW de energía eléctrica, ubicadas en la región del noroeste. Se debe tener cuenta que, al ser un producto que se compra una vez por planta, no se podrá apuntar a aquellas que ya están en construcción.

En primer lugar, se obtuvo información de trackers a través de Solar Latam para la instalación de una planta solar de 5 MW y otra de 250 KW. A partir de estos datos, se pudo hacer la comparación del precio por W. Como se muestra en la tabla, al aumentar el tamaño, baja el costo. Además, ésta misma fuente confirmó que cuanto más grande sea la planta, más rentable resulta el tracker.

Tamaño de planta	5 MW	0.25 MW
Costo total de tracker	\$ 913.315	\$ 59.062
USD/W	0,18	0,23

Tabla 2.4.1.1: Costo del tracker vs tamaño de la planta

Esto se debe a la economía de escala de estas grandes plantas solares, ya que costos como los operativos y de mantenimiento, se amortizan al aumentar el tamaño. Se llegó a la conclusión de que no es conveniente asignar soportes tipo tracker a conjuntos chicos de módulos.

En cuanto a la ubicación, la mayoría de las grandes empresas que invierten en este tipo de proyecto planean desarrollarse en la región del noroeste de Argentina, y es por eso que se apuntará a ese target. En la región central, al tener baja latitud, el sol no incide perpendicularmente en los paneles. A raíz de esto resulta conveniente instalar soporte fijos orientados al norte, independientemente del tamaño de la planta.

Teniendo en cuenta los competidores mencionados en las fuerzas de Porter, Flamia S.A. apunta a alcanzar un 20% del market share del mercado de trackers en 10 años. Dicho mercado se estima en un total máximo de 10.000 trackers instalados anualmente, más adelante detalla dicho valor. Hoy en día, a nivel nacional, las empresas Idero y

N-clave son las más reconocidas pero usando acero como materia prima. Debido a la gran escala a la que apunta la empresa (medido en MW), al conseguir un cliente de 300 MW se llegaría ya al 10% del share, por ejemplo. Por lo tanto, medirlo anualmente sería muy complejo ya que son valores escalonados.

Cabe mencionar también que, haciendo referencia al artículo 6 de la ley 27.191, se beneficiarán impositivamente aquellos inversores que utilicen determinadas cantidades de producto fabricado nacionalmente. Además, frente un posible escenario de cierre de las importaciones, Flamia S.A. se vería favorecido.

Por último, los beneficios que trae el aluminio a favor del acero ya mencionados van a ayudar a alcanzar el 20 % objetivo.

2.4.2 Posicionamiento

En base al segmento seleccionado como target para nuestro producto se define su posicionamiento como un producto premium por ser el único tracker de aluminio nacional, un referente para proyectos solares a gran escala. Como mayores ventajas se cuenta con la calidad de la materia prima, con la que se viene trabajando desde hace años, y la duración de la misma, como se explicó en la parte de definición del producto.

Sumado a esto, hay un mayor aprovechamiento en el terreno a la hora de instalar un parque solar con trackers de un eje N-S, en términos de MW/m², comparado con una estructura fija. También se cuenta con la cercanía de el CD ubicado en Mendoza, lo cual nos permite llegar de manera eficiente al cliente teniendo asistencia rápida al momento de la instalación. Se puede entregar just in time y con etapas de entrega estipuladas si fuese requerido.

Por último, habiendo seleccionado el noroeste como nuestro target, se debe tener en cuenta la corrosión salina como otro driver del cliente a la hora de elegir la materia prima de los soportes. El aluminio, frente a esta característica tiene una resistencia mucho mayor que el acero. Es por esto que es otro beneficio del producto dependiendo de la ubicación de la instalación.

2.5 ANÁLISIS HISTÓRICO

2.5.1 Análisis histórico de la demanda

Según un estudio realizado por la consultora Wood Mackenzie, el principal driver de crecimiento en el mercado de energía solar, son los llamados utility-scale solar producer o productores de energía a gran escala. Este crecimiento en los productores de gran escala se debe principalmente al rápido decrecimiento del precio y costo de operación de una planta solar. A este efecto denota que en el año 2013 solo se licitó un proyecto de energía solar de gran escala en Chile y que el precio por MWh fue de casi 130 USD. Como contrapartida en el año 2016 se licitaron 9 proyectos de gran escala por un precio promedio de 50 USD. Como se puede observar en el siguiente gráfico (donde el tamaño de las burbujas refiere a la cantidad de MW licitados, la ubicación del centro de la

burbuja con respecto al eje de ordenadas el precio promedio y con respecto al eje de abscisas el momento de dicha licitación):

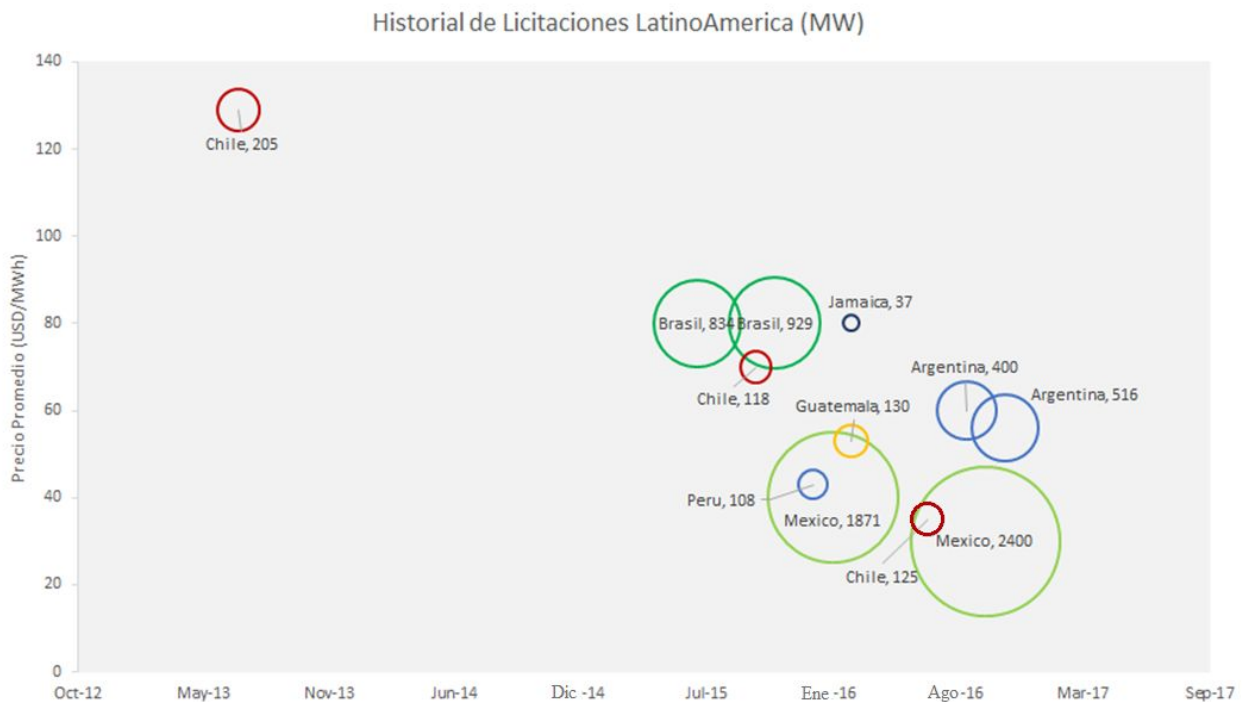


Gráfico 2.5.1.1: Licitaciones en América Latina desde 2012

El mismo reporte, concluye que las próximas licitaciones RenovAr deberían entregar un precio promedio menor a 50\$/MWh. Sin embargo, esta caída en precios también tiene un efecto negativo en la cantidad de proyectos que se ofrecen ya que es difícil financiarlos teniendo un repago tan bajo. Sin embargo, los gobiernos han tomado parte en el fomento de los mismos no sólo con licitaciones, sino también con excepciones tributarias y subsidios.

Como se puede ver en el gráfico siguiente, Argentina tiene instalado tan solo un 12% del total de energías solar que tiene licitado hasta el año 2018. Este 12% representa 207 MW de potencia instalada de un total de 1732 MW.



Gráfico 2.5.1.2: Capacidad actual de energía solar operacional la ya licitada

Además, varios analistas del mercado como GTM, Business Wire y PV Magazine ven un fuerte crecimiento en la energía solar para el mercado latinoamericano en los próximos 5 años. Dentro de este crecimiento los analistas auguran que Argentina mantendrá su market share actual del 14%. En el gráfico siguiente se puede observar como Argentina creció fuertemente en el año 2018 gracias al programa RenovAR, saltando de un 1% a principios del año 2016 hasta un 14% en el año 2018.

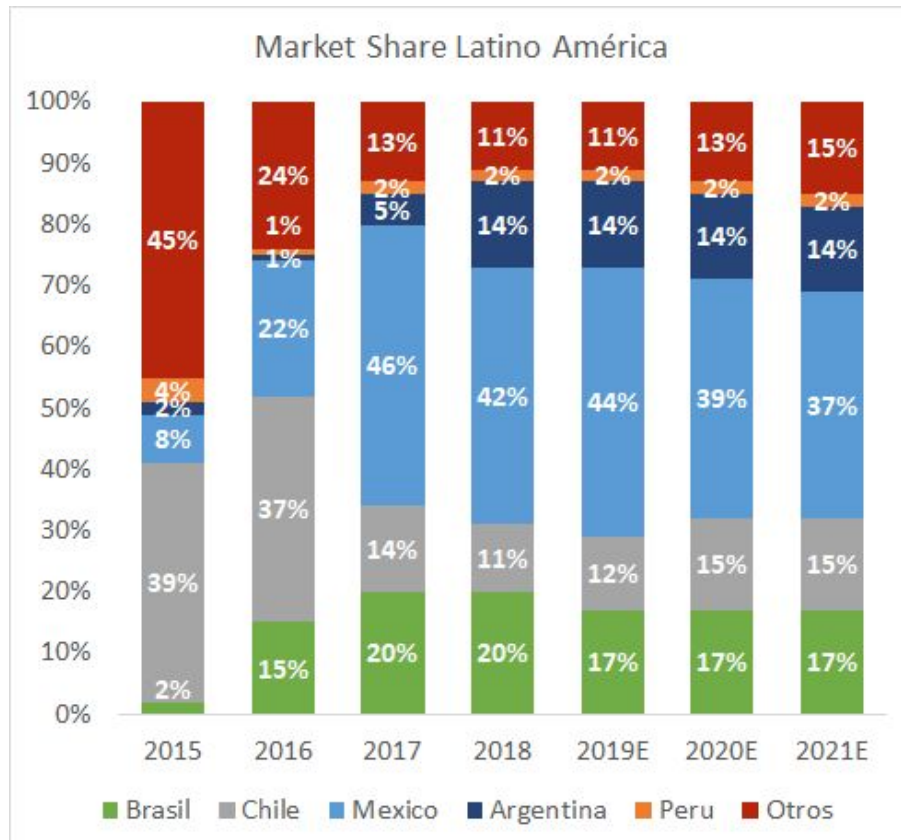


Gráfico 2.5.1.3 : Evolución de la participación de energías renovables en Latinoamérica

Asimismo, un reporte del Congreso AIREC, informó que las expectativas para el año 2025 es llegar a los 2000 MW de potencia instalada solar en el país. Esto muestra que el mercado está creciendo a un ritmo muy acelerado ya que al día de hoy la potencia instalada es de tan sólo 290 MW con otros 686 MW ya licitados. Si se sigue el pensamiento de los analistas, esto parecería indicar que el mercado debería tener en oferta cerca de 1000 MW de potencia en licitaciones durante los próximos cinco años.

Según un reporte entregado por el Lawrence Berkeley National Laboratory de Estados Unidos, el Market Share de los soportes tracker viene creciendo fuertemente en los últimos años. El estudio afirma que el share creció en un 13% en 6 años desde un 54% hasta un 67% del mercado total. Este crecimiento significó una potencia instalada adicional de 403 MW en 2018 y un total adicional en los últimos cinco años de casi 750 MW.

Además, para la consultora Wood Mackenzie, el mercado de paneles solares “Trackers” o seguidores creció un 20% el año pasado globalmente para llegar hasta un 86% del market share. La cantidad de paneles que fueron vendidos superó los 20 GW de potencia mundialmente. Asimismo según el estudio realizado por el Lawrence National Laboratory de Estados la capacidad de trackers instalados ha ido aumentando en los últimos años. Como se puede ver en el siguiente grafico, no sólo aumentó la cantidad instalada, sino que el market share ha ido aumentando hasta llegar a un 79% en el año 2016 y un total instalado de 10,5 GW.

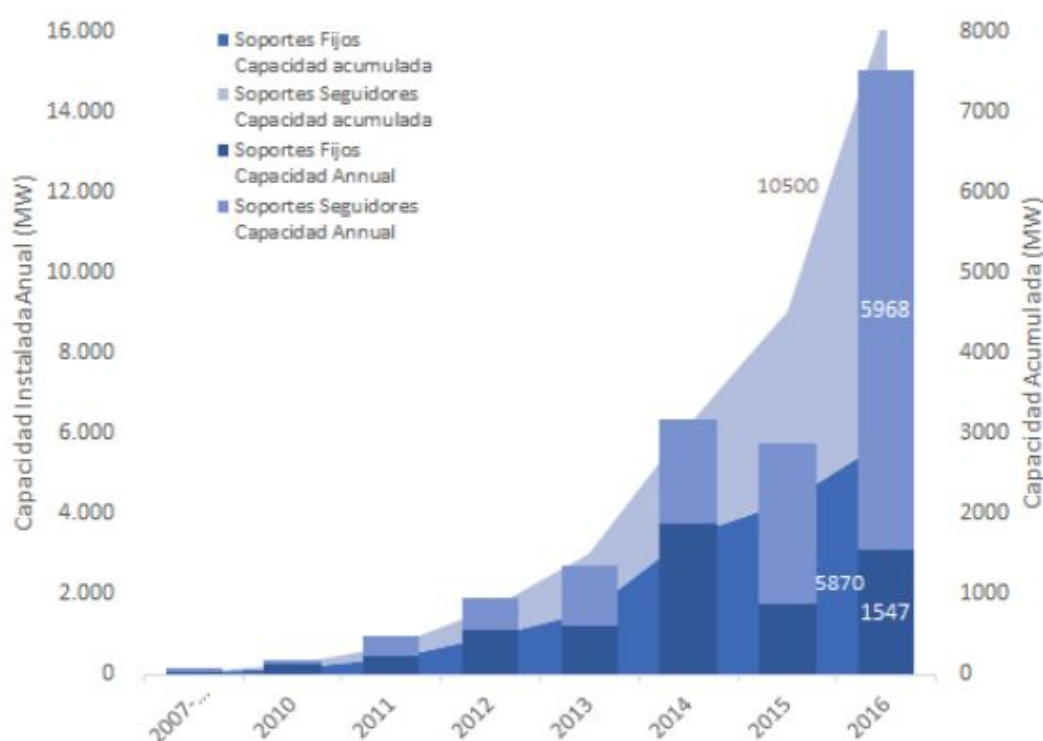


Gráfico 2.5.1.4: Evolución de la capacidad instalada anual y acumulada de energía solar en EE.UU

Resumiendo lo anteriormente explicado, el mercado muestra un claro crecimiento a futuro para tanto el mercado solar como el mercado de los trackers. Estos crecimientos son influenciados principalmente por la baja de precios del MWh de energía solar y las futuras licitaciones del programa RenovAR. Además el mercado de los trackers debería seguir una curva similar a la anterior del mercado de los Estados Unidos gracias a la baja de precio de los paneles fotovoltaicos.

2.5.2 Análisis histórico oferta

Se realiza primero un análisis de la oferta de energías renovables en el país para después analizar la oferta de trackers. Esto se debe a que para entender la oferta de trackers en el país hay que entender el entorno en el que se desarrollara, y como el interés por energías renovables genera un ambiente propicio para la oferta de trackers.

Energía renovable

En lo que respecta a Argentina, si bien la oferta de energías renovables es reducida, ha ido creciendo anualmente durante los últimos 8 años. Según un reporte de AIREC, en el año 2018 se registraron 353 generadores de energías renovables. Con el inicio del programa RenovAr se recibieron 123 ofertas por 6343 MW para la primera ronda de licitaciones. De estas 123 ofertas, se asignaron 29 proyectos por el equivalente a 1142 MW. Dentro de este total, 400 MW serán generados con energía solar distribuidos en 4 proyectos. Durante la ronda 1.5 se licitaron 1281 MW que se adjudicaron a otros 59 proyectos, de los cuales 516 MW fueron para energía solar. Esto muestra que, del total licitado, aproximadamente un 10% será generado con energía solar. Finalmente, en la ronda 2 se recibió una oferta casi 7 veces mayor de lo que se licitó. En esta ronda el total licitado fue de 2043 MW asignados a 88 proyectos de distintos tipos de energía renovable. De estos 88 proyectos, 17 son de índole solar por un total de 816 MW de potencia. En resumen, a partir de las tres rondas del plan RenovAr, se adjudicaron 1732 MW a 41 proyectos distintos para generar energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos.

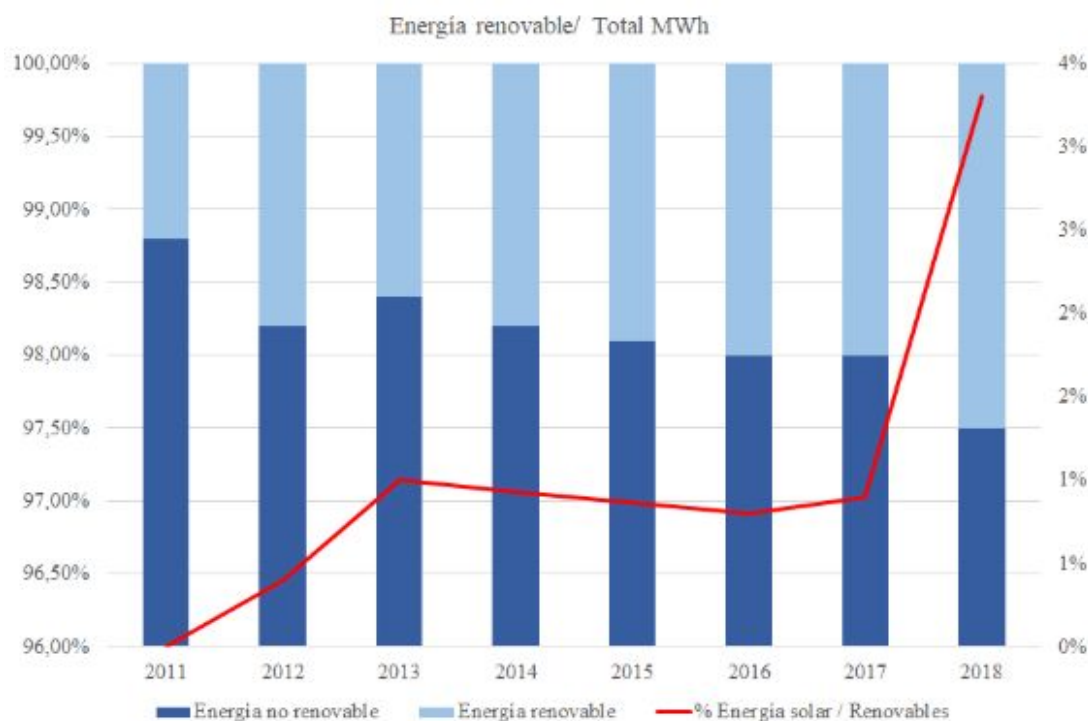


Gráfico 2.5.2.1: Evolución del porcentaje de energía renovable sobre demanda de energía total en Argentina

Por otro lado, a partir del gráfico se puede ver que el porcentaje de energía generada por energías renovables ha ido creciendo anualmente desde 2011. Dentro de este crecimiento el incremento en market share de las energías solares es destacable ya que creció desde un 1% hasta un 4% en los últimos 7 años.

Trackers

La oferta en el mercado mundial de los soportes del tipo seguidores ha ido madurando en los últimos años. Durante los años 2008 a 2011 el costo de los paneles fotovoltaicos era muy alto por lo que se buscaba maximizar su eficiencia mediante la instalación de soportes del tipo seguidores de doble eje. Sin embargo, al bajar los costos de los paneles, comenzó un crecimiento del Market Share de seguidores de un solo eje. Argentina, por otro lado, era un mercado totalmente distinto ya que la capacidad instalada no era significativa en comparación con el resto del mundo. Consecuentemente con esto, los parques generadores en el país eran de pequeña escala por lo que se utilizaban soportes fijos.

Al comenzar las primeras licitaciones de gran escala, se comenzó a expandir el mercado de los Trackers debido al mejor rendimiento que estos entregan y comenzaron a existir productores de soportes de este tipo. Los principales productores en Argentina son Soltec, Baratec, Idero y Convert. Convert Italia comenzó la fabricación y venta de montajes seguidores en el año 2007 y comenzó a fabricarlos en Argentina en el año 2017. Por otro lado, Baratec comenzó a comercializar sus montajes seguidores en el año 2016 en la provincia de Córdoba e Idero solar comenzó su operación en el año 2017, sumándose a la oferta actual en el país.

2.6 PROYECCIONES

2.6.1 Proyección de la demanda

Una vez estimada la cantidad de trackers a vender año a año se pueden observar que dicha cantidad aumenta año a año, no solamente por el market share que se propone alcanzar, sino también por el aumento en la demanda energética, lo que se traduce en un aumento en las fuentes de energía instaladas en el país, como también de los objetivos nacionales de alcanzar un 20% de energías renovables para el año 2025.

El primer paso que se realizó fue el análisis de la evolución de la demanda anual de energía en Argentina, medida en GWh desde el año 2000. La misma se obtuvo de los informes anuales de CAMMESA (Anexo 0001). A esto lo prosiguió la elección y análisis de las variables a correlacionar.

Una de las variables elegidas a correlacionar con la demanda de energía eléctrica del país, fue el indicador PBI (real) (Anexo 0002) ya que el nivel de actividad de un país puede estar relacionado a su consumo energético. La otra variable seleccionada fue la evolución de la población en el mismo periodo de tiempo (Anexo 0003), ya que se consideró que al ir en aumento, manteniendo las mismas condiciones, aumentaría la demanda energética.

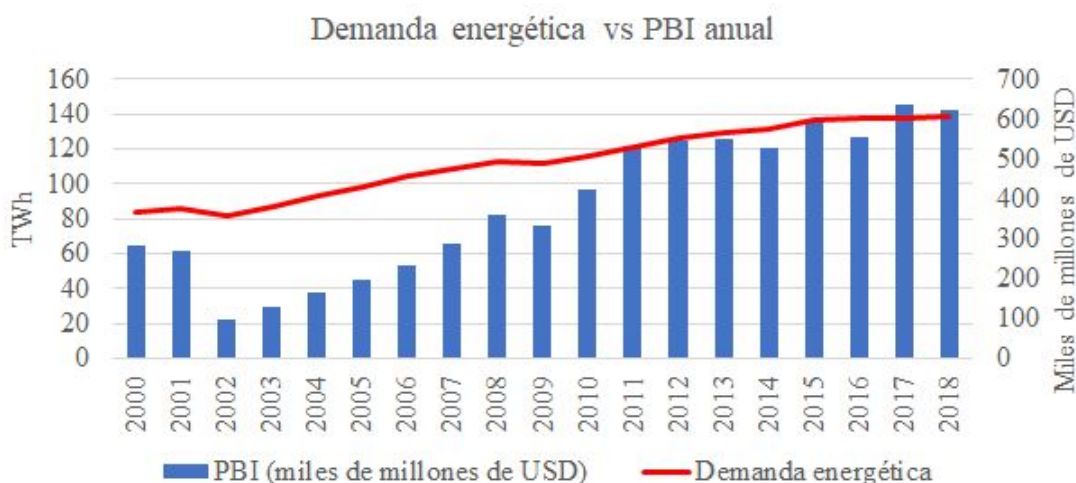


Gráfico 2.6.1.1: Evolución de la demanda de energía en Argentina y del PBI real Argentino

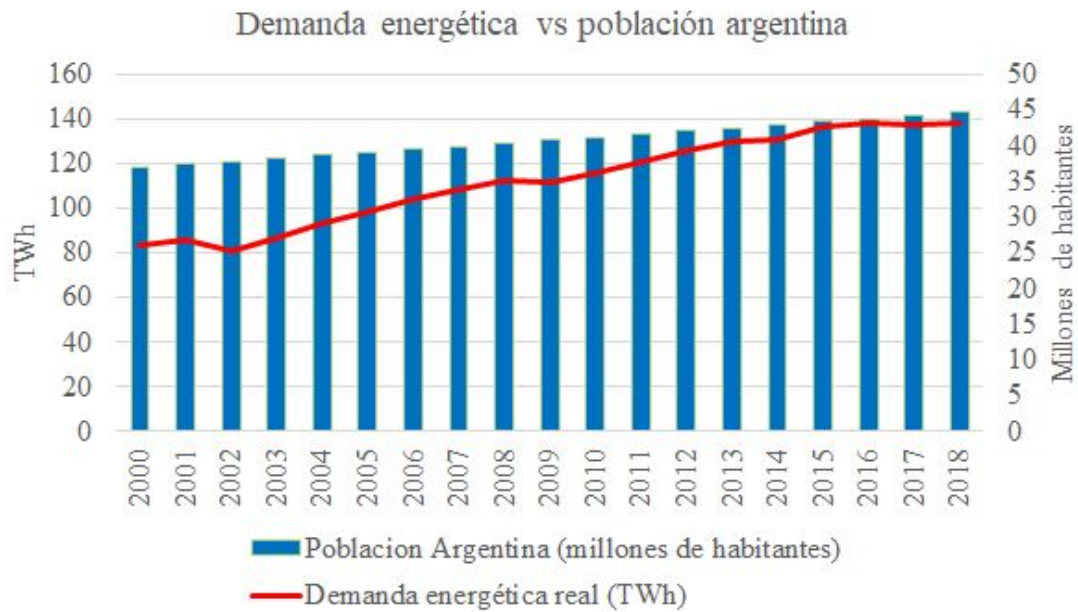


Gráfico 2.6.1.2: Evolución de la demanda de energía en Argentina y de la población

Para confirmar la hipótesis se realizó una regresión lineal, donde la variable a explicar era la demanda energética en GWh y las variable explicativas eran el PBI en miles de millones de USD y la población argentina. Para dicha regresión los resultados fueron los siguientes:

Resumen del modelo			
S	R ²	R ² (Ajustado)	R ² (Predictivo)
2.880,86	98,17%	97,94%	97,39%

Tabla 2.6.1.1: Resumen estadístico de la regresión.

Cuya ecuación es:

$$\text{Demanda energética [GWh]} = 171.357 + 23,30 \text{ PBI} + 0,006734 \text{ Población} \quad (1)$$

Analizando los resultados gráficos, se pudo tener un primer indicio de que el modelo ajustaba con la realidad, pero como el análisis es simplemente visual, no se puede tomar como razón para validar el modelo por lo que se analizaron los resultados analíticos. De estos datos al ser tanto el R² como el R² ajustado dieron cercanos al 100%, lo que indica que el modelo explica de manera precisa las variaciones del sistema, determinando así su validez.

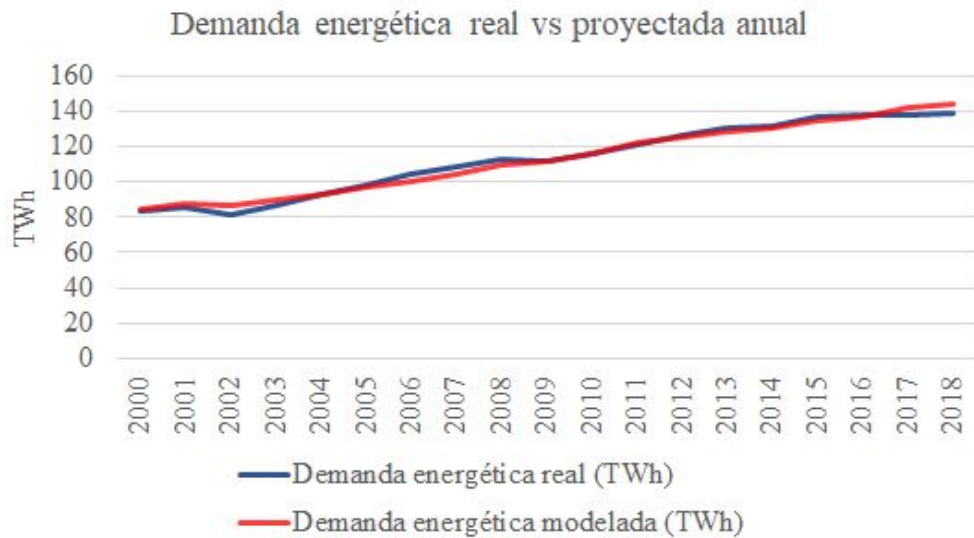


Gráfico 2.6.1.3: Evolución real de la demanda energética y la del modelo de la regresión I.

Como siguiente paso se prosiguió a modelar el crecimiento tanto del PBI, como el de la población. Para esto se realizó una regresión lineal del PBI con los datos de los últimos años. Para ambos casos se realizaron regresiones lineales donde la variable explicativa era el tiempo.

Resumen del modelo			
S	R ²	R ² (Ajustado)	R ² (Predictivo)
73.290,5	84,29%	83,36%	78,91%

Tabla 2.6.1.2: Resultados obtenidos en la regresión II.

Ecuación del modelo:

$$PBI = -58.505,233 + 29,314 \text{ Año} \quad (2)$$

Ya obtenido el modelo, se proyectó el crecimiento del PBI hasta el 2029.

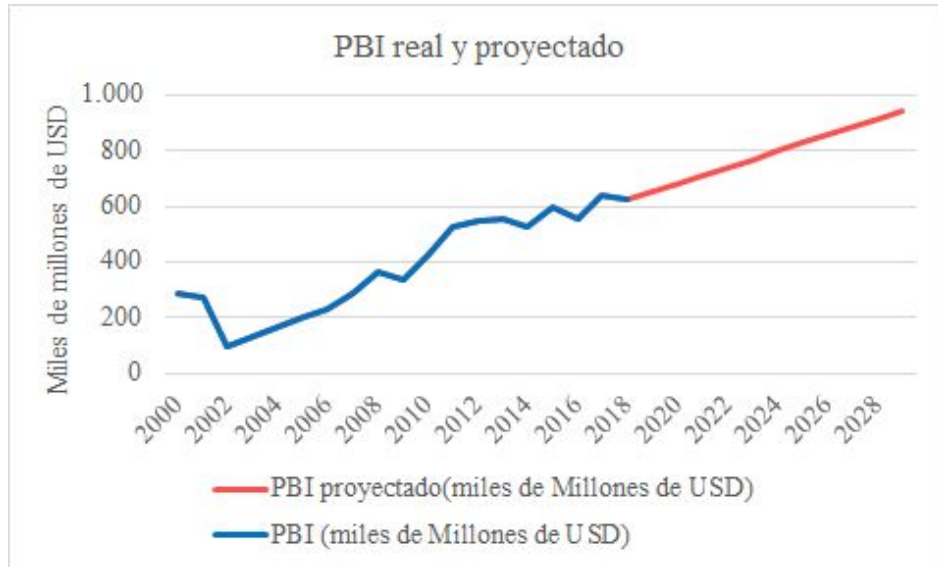


Gráfico 2.6.1.4: Evolución de PBI y la proyección dada por el modelo de regresión II.

Los resultados para la regresión temporal para la población fueron los siguientes:

Resumen del modelo			
S	R ²	R ² (Ajustado)	R ² (Predictivo)
28.434,3	99,99%	99,99%	99,98%

Tabla 2.6.1.3: Resultados obtenidos en la regresión III.

Dando como ecuación del modelo:

$$\text{Población} = -812.619.256 + 424.820 \text{ Año} \quad (3)$$

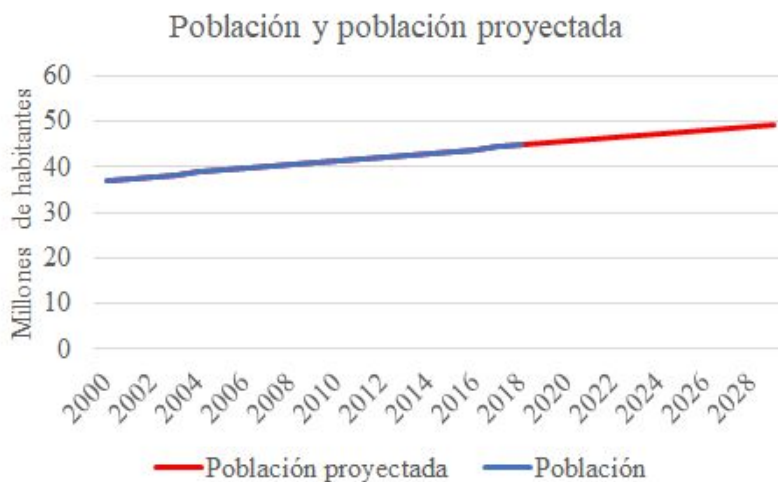


Gráfico 2.6.1.5: Evolución de la población y proyección dada por el modelo de regresión III.

Ambos modelos fueron estadísticamente validados, con los altos valores de R^2 y R^2 ajustado. Luego, para realizar la proyección de la demanda energética para los años 2019-2029 se utilizaron los resultados obtenidos en la proyección del PBI y del modelo que relaciona PBI y demanda de energía. (Anexo 0007)

Proyección de la demanda energética a partir del crecimiento del PBI y de la población:



Gráfico 2.6.1.6: Evolución de la demanda energética en el país y demanda proyectada.

Para evaluar a partir de los datos obtenidos la demanda de trackers, en primer lugar se realizó la proyección de la demanda energética en MWh hasta el año 2029. Con el objetivo de estimar la generación de energía en el país, se analizó el porcentaje de energía autoabastecida en los últimos 10 años, es decir, cuánta de la energía demandada fue abastecida por la generada en el país.

Después, tomando como referencia el plan que el gobierno se comprometió a seguir hasta 2025, se estimó el porcentaje de energía renovable generada frente a la generación total. Desde 2026 a 2029 se estableció que el ritmo de crecimiento será el mismo que el propuesto por el gobierno, es decir un 1% anual. Luego, es importante destacar cuánto de toda esta energía renovable corresponde a solar. En este caso, se espera que la participación de la energía solar continúe creciendo un 1% anual como lo hace actualmente. El hecho de seguir esta tasa de crecimiento significa que, para fines de 2025, la potencia instalada será mayor a 2 GW acorde a lo establecido en el Plan RenovAr.

Para obtener el porcentaje de energía solar generada por trackers se tomó como modelo el crecimiento de la misma en Estados Unidos. Se seleccionó dicho país debido a que el crecimiento de la energía solar generada a partir de trackers durante su período de

incorporación presenta similitudes al de Argentina. Seguir dicha evolución resulta ser una buena forma de proyectar la evolución en el país.

Una vez establecida la potencia total instalada de energía solar proveniente de trackers, se prosiguió a establecer la potencia instalada anualmente, siendo esta la variación anual de potencia instalada. Por último se calculó la cantidad de soportes tracker de 80 paneles de 330 W que representaban. Todos los resultados se ven a continuación:

AÑO	Demanda Energetica Proyectada GWh	% Energia Renovable	Energia Renovable GWh	% Solar Sobre Renovable GWh	Energ Sol GWh	Potencia instalada MW Solar	% tracker USA	Energia Trackers GWh	Potencia Trackers Argentina (MW)	Potencia anual Trackers Instalada (MW)	Cantidad de trackers de 80 paneles de 330 W que representa
2019	147.488	12%	17.699	9%	1.601	800	79%	1.264	632	514	19.487
2020	151.032	14%	21.144	10%	2.114	1.057	79%	1.670	835	203	7.689
2021	154.576	16%	24.732	11%	2.721	1.360	80%	2.176	1.088	253	9.584
2022	158.120	17%	26.880	12%	3.226	1.613	81%	2.613	1.306	218	8.264
2023	161.663	18%	29.099	13%	3.783	1.891	82%	3.102	1.551	245	9.266
2024	165.207	19%	31.389	14%	4.395	2.197	83%	3.625	1.813	262	9.914
2025	168.751	20%	33.750	15%	5.063	2.531	83%	4.177	2.088	276	10.438
2026	172.295	21%	36.182	16%	5.789	2.895	80%	4.631	2.316	227	8.612
2027	175.838	22%	38.684	17%	6.576	3.288	78%	5.130	2.565	249	9.437
2028	179.382	23%	41.258	18%	7.426	3.713	76%	5.644	2.822	257	9.745
2029	182.926	24%	43.902	19%	8.341	4.171	72%	6.006	3.003	181	6.851

Tabla 2.6.1.4: Cálculo de la cantidad de soportes tracker de 80 paneles de 300 W.

2.6.2 Proyección de la Oferta

Debido a la naturaleza del mercado, proyectar la oferta del producto en cuestión resulta complejo. Ya que el método de venta es del tipo “Pull” en el cual se trabaja por pedido, cuantificar la oferta del mercado no es posible. Sin embargo, como se explicó anteriormente en el análisis histórico de la oferta, la cantidad de productores de Trackers ha ido aumentando conforme creció la cantidad de licitaciones. Por esto mismo, si bien no se puede proyectar la oferta en si, la cantidad de competidores debería aumentar en los años posteriores guiado por las licitaciones futuras.

2.6.3 Proyección de las ventas

Como se estableció anteriormente, el market share objetivo para el año 2029 es del 20% anual de los trackers instalados. Para modelar la evolución del mismo, se estimó un crecimiento lineal partiendo en 0% en el 2019, entonces la participación en el mercado aumentará un 2% año a año. Luego se multiplica este valor por la potencia en MW a instalar. Una vez obtenido ese resultado, se calculó la cantidad de soportes que representan en el negocio de Flamia S.A..

Año	Potencia Demandada en Trackers[MW]	Market Share	Potencia vendida [MW]	Cantidad de Trackers modelo a instalar
2020	189	2%	4	143
2021	327	4%	13	495
2022	312	6%	19	709
2023	356	8%	28	1.078
2024	389	10%	39	1.474
2025	289	12%	35	1.313
2026	228	14%	32	1.209
2027	250	16%	40	1.516
2028	256	18%	46	1.748
2029	168	20%	34	1.275

Tabla 2.6.3.1: Proyección de las ventas entre 2020 y 2029.

2.7 PRECIO

Ya que no existe en el mercado un producto de la naturaleza del que se analiza en este estudio, para determinar el precio al cual se va a comercializar el soporte se decidió partir del precio actual de un soporte del tipo fijo de aluminio. Para poder proyectar el precio se utilizó la relación de precio entre un soporte fijo y uno móvil de acero. Se partió, para el fijo, de un valor de 0,07 USD/W (se usaron estas unidades porque en la industria se manejan de esta forma). Luego, con el precio promedio de un tracker de acero, (0,2086 USD/W) se llegó a una relación de 2,98 veces el precio del soporte fijo. A partir de esta relación se utilizó el valor de uno fijo de aluminio (0,12 USD/W) para llegar al precio final de comercialización de 0,342 USD/W.

2.7.1 Proyecciones del precio

Se realizó en varios pasos, comenzando por el análisis de los distintos factores de costos involucrados en la fabricación del producto. El objetivo de dicho análisis es estimar cuáles de ellos pueden generar más variabilidad en el número final. Según una fuente dentro de la empresa Verano Capital, el principal driver de costo en la producción de los soportes es la materia prima. Para validar este dato se recopilamos los precios de trackers comercializados por la empresa Convert Italia S.A. durante los últimos 10 años y se analizó el impacto que tiene un cambio en el precio del acero en el precio final del producto.

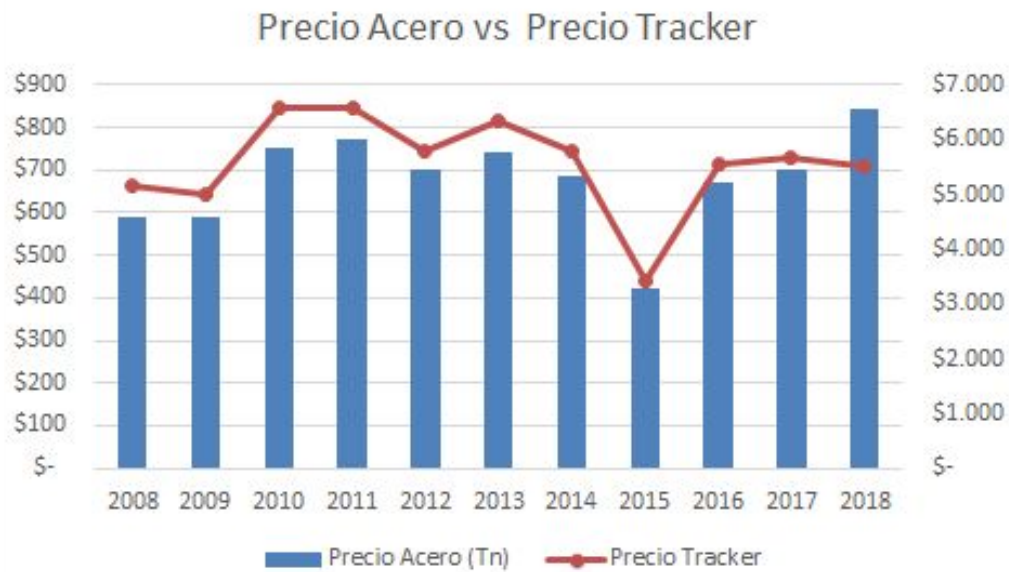


Gráfico 2.7.1.1: Evolución histórica del precio por tonelada de acero y el precio de trackers.

Como se puede observar, hay una clara correlación entre el precio del acero y el del soporte. Para validar lo que se puede observar en el gráfico anterior se corrió una regresión entre ambas variables y los resultados fueron los siguientes:

	Acero vs Tracker
R	84,72%
R ²	71,78%
R ² ajustado	68,64%

Tabla 2.7.1.1: Resumen estadístico.

Se observa que el coeficiente de correlación entre ambas variables es alto, por lo que el precio del acero tiene un efecto considerable en el precio de los soportes. En conjunto con lo anteriormente mencionado sobre el gráfico de ambos precios y sumado al dato de un experto de la industria, se da por válido que el main driver del precio, es el precio de la materia prima.

El insumo que se utilizó como materia prima para el análisis de este proyecto es el aluminio. El mismo es un bien básico en términos comerciales porque es utilizado como materia prima en una gran cantidad de procesos industriales para la producción de otros bienes. En este sentido, se lo considera un commodity. En este tipo de productos el precio actual está muy influenciado por las expectativa del precio futuro.

El aluminio fue fluctuando a lo largo de los años debido a diversos motivos. La información obtenida de LME abarca a partir del año 2007 únicamente, por lo que el

análisis propuesto se hizo a partir de los datos de INDEX Mundi. Esta fuente contiene el precio del insumo desde 1994 en adelante como se muestra a continuación:

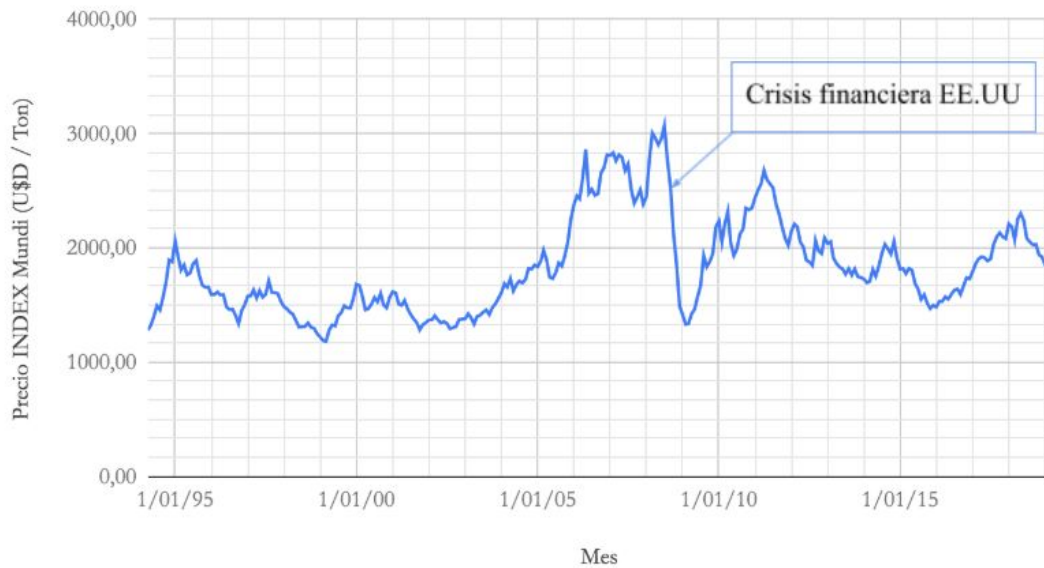


Gráfico 2.7.1.2: Evolución del precio del Aluminio desde 1994.

A partir del gráfico se puede apreciar una fuerte caída en el precio del aluminio a lo largo del año 2008. La causa fundamental de esta variación fue la crisis hipotecaria que se desarrolló en este período en Estados Unidos. Dicho evento se propagó al sistema financiero del país y luego al internacional. Como consecuencia de este suceso, hubo que depurar los datos para luego poder crear una proyección. Dentro del mundo financiero existe la llamada teoría del Random Walk, que enuncia que el precio de un commodity o un stock no se puede predecir usando precios y variaciones pasados.



Gráfico 2.7.1.3: Precio histórico depurado del aluminio.

Para realizar proyecciones de precios de commodities se decidió utilizar el método de Mean Reversion que asegura que la variación del precio de un commodity o stock siempre tiende a una media. Sin embargo, antes de poder utilizar Mean Reversion se debe analizar si la teoría de Random Walk es válida para el caso del aluminio y su precio. Para esto se llevó a cabo una prueba en la cual se analizó la variabilidad del precio del aluminio en años anteriores para predecir el precio en años posteriores. Por otro lado, es importante remarcar que los datos históricos utilizados fueron ajustados por inflación para cada período en cuestión. Además, Flamia S.A. cuenta con un único proveedor de aluminio y este es ALUAR S.A.. Esta empresa cobra un adicional de aproximadamente el 30% sobre el precio establecido por LME que incluye una prima, seguro y flete. Como resultado de esto, los precios tuvieron la siguiente variación:

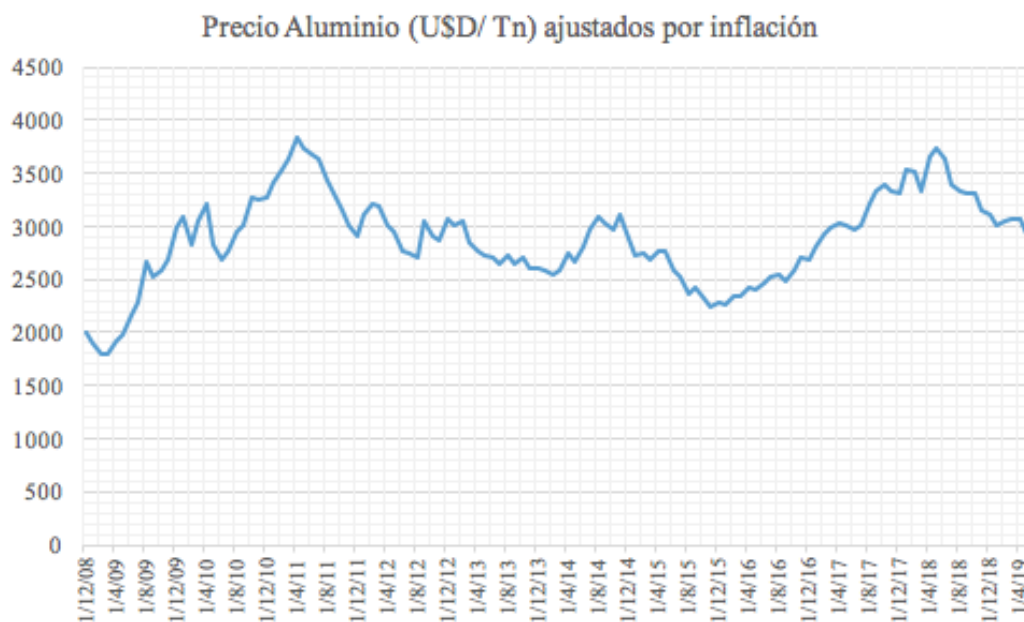


Gráfico 2.7.1.4: Precio histórico del aluminio ajustado por inflación

Se realizaron 4 regresiones entre las serie “t” y las series “t-1”, “t-2”, “t-3” y “t-4” del precio del aluminio para encontrar si existe una correlación entre ambas. Si la correlación se aleja del cero en al menos “un valor crítico”, se procede a analizar si existe una correlación entre los errores. Este valor crítico se calcula de la siguiente forma:

$$CV=1,96n$$

donde “n” es la cantidad de observaciones y “1,96” es la cantidad de desvíos en los cuales se encuentra el 95% de los valores. Por esto, si la correlación está fuera de este rango, se puede rechazar la teoría del Random Walk. En el caso del precio del aluminio los resultados fueron los siguientes:

	t vs t-1	t vs t-2	t vs t-3	t vs t-4
R	94,53%	94,90%	95,11%	95,27%
R ²	89,36%	90,07%	90,47%	90,77%
R ² ajustado	89,27%	89,99%	90,39%	90,69%
Error típico	128,32	127,94	129,05	129,84

Tabla 2.7.1.2: Indicadores obtenidos con regresión

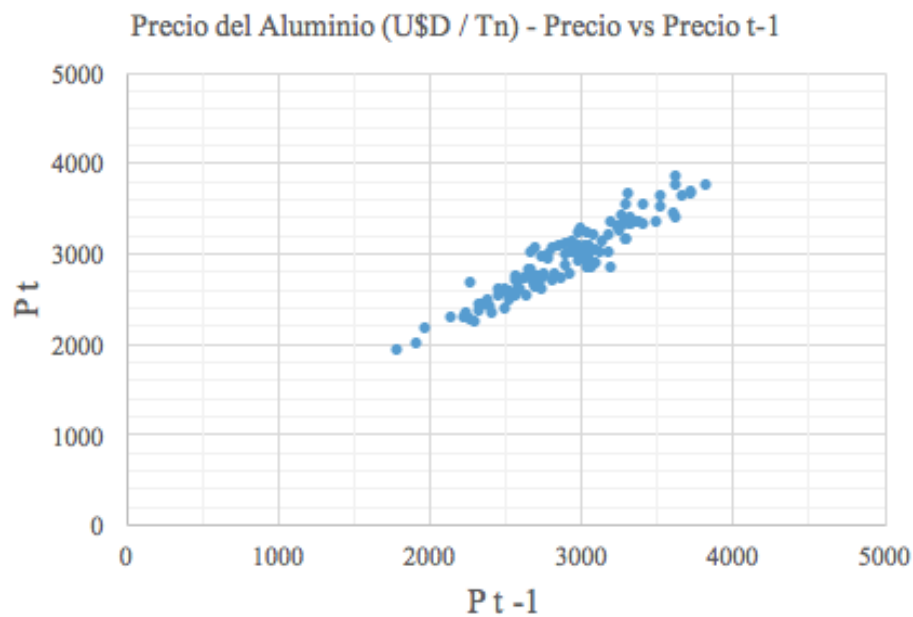


Gráfico 2.7.1.5: Precio P_t en función de P_{t-1}

Como se puede ver en las cuatro regresiones analizadas el valor del coeficiente de correlación es ampliamente mayor al valor crítico de 17,74%. Además, en el gráfico anterior los puntos siguen una tendencia y patrón. Esto apoya los valores obtenidos por las regresiones ya que se puede ver como todos los puntos tienden a mantenerse juntos y casi creando una línea de tendencia. Esto significa que el precio del año “t” es un buen indicador de lo que se puede esperar para el año siguiente “t+1” y pone en evidencia que el mismo tiene una cierta inercia. En otras palabras, la inercia ayuda a que el precio se mantenga entre los límites superior e inferior del rango de variación. Luego se debe proceder a analizar los errores para asegurar que no hay un error sistemático que perturbe los datos. Entonces se analizó la serie de errores de cada regresión y a continuación se muestran los resultados obtenidos:

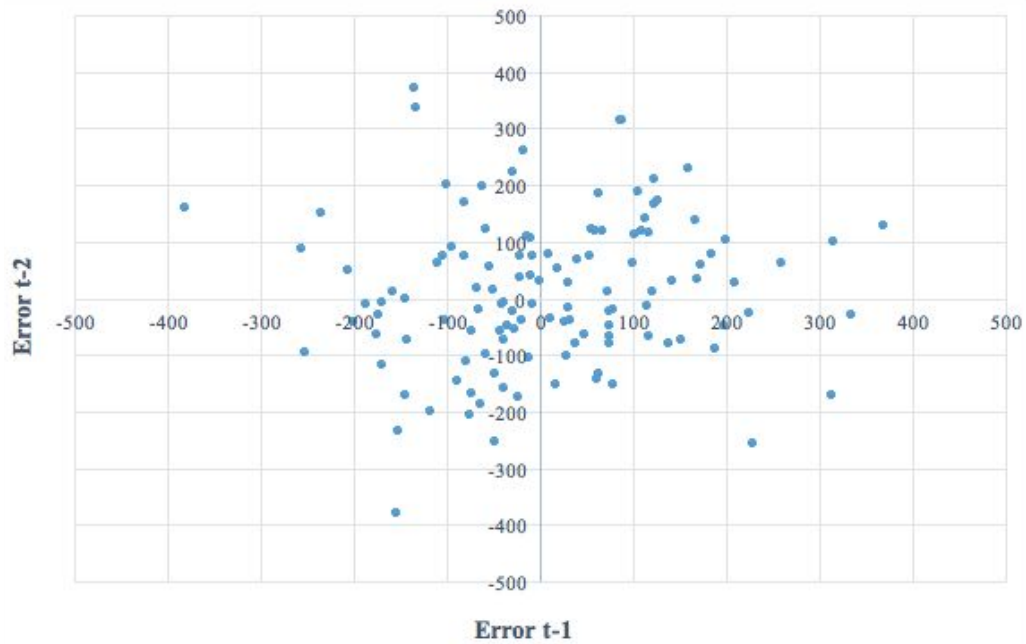


Gráfico 2.7.1.6: Análisis de error de cada regresión

El gráfico muestra que los valores de los errores están esparcidos en una nube de puntos en la cual no se puede establecer una tendencia o patrón. Esto parecería indicar que no existe un error sistemático sino que los errores son independientes entre sí y no tienen correlación alguna. Esto se ve respaldado por los valores obtenidos en la siguiente tabla:

Autocorrelación	Error t-2	Error t-3	Error t-4
Error t-1	0,103089328	0,10249158	0,107580821

Tabla 2.7.1.3: Indicadores de autocorrelación de los errores

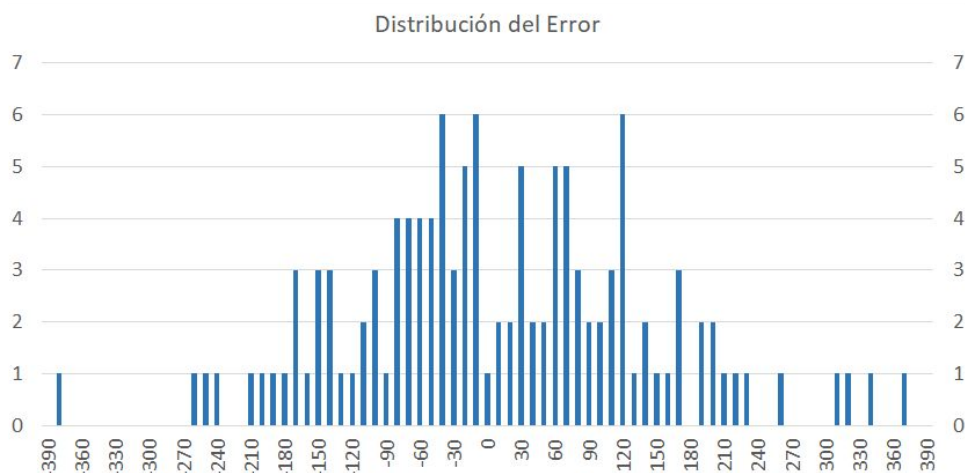


Gráfico 2.7.1.7: Histograma de la distribución de los errores

Lo inferido en el gráfico se ve reflejado en los valores de la tabla donde el coeficiente de correlación entre las series de errores es mínimo. Además, el histograma de la distribución de los errores, muestra que la variación de errores es muy amplia. La diferencia de precio entre un año y el siguiente llegó a valores del 15% por lo que, si bien la distribución de errores se asimila a una normal, la desviación del precio es considerable. Aún así, ya que la distribución es Normal y de media 9 esto nos indica que el valor promedio del error es mucho menor que el precio actual. Si se toman en cuenta ambos resultados, se puede afirmar que los errores no están correlacionados y por lo tanto rechaza la teoría de Random Walk.

Una vez que esta teoría es rechazada se puede proceder a crear una proyección utilizando el método de Mean Reversion con suavizado exponencial. Para esto se realizó una regresión comparando el precio del aluminio del año anterior ($t-1$) con la variación de precio entre el año t y el año $t-1$. El objetivo de esto es entender cómo afecta el precio del año anterior a la variación y así poder predecir el valor del año siguiente. Los resultados se utilizaron para la Mean Reversion del precio del aluminio. Se muestra en el siguiente gráfico:

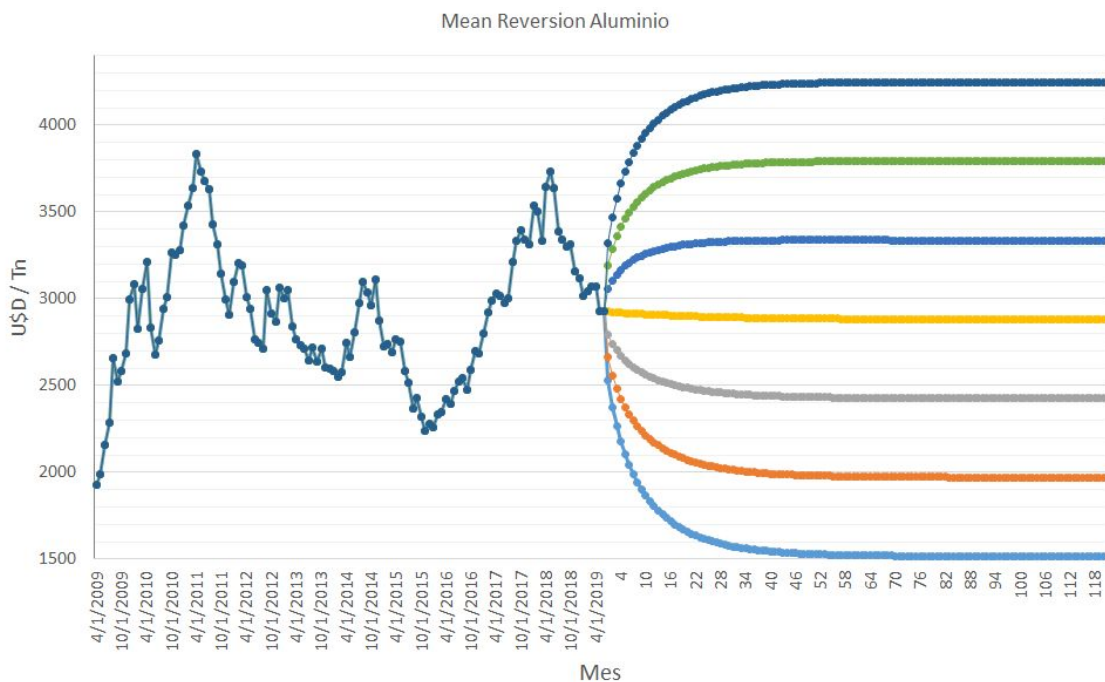


Gráfico 2.7.1.8: Mean Reversion para el aluminio

Como se puede observar, el precio medio del aluminio tendería a bajar suavemente durante los próximos diez años. Si bien la variación podría ser muy amplia (como se ve en el ancho de los 6 desvíos), el precio debería tender a la media graficada en color amarillo. A partir de estos resultados se procedió a proyectar el aluminio en los próximos 10 años.

Año	Precio Aluminio (USD/Tn)	Variación %	Variación acumulada %
2019	2927	-6,1%	-6,1%
2020	2908	-0,7%	-6,7%
2021	2896	-0,4%	-7,1%
2022	2890	-0,2%	-7,3%
2023	2886	-0,1%	-7,5%
2024	2884	-0,1%	-7,6%
2025	2882	0,0%	-7,6%
2026	2881	0,0%	-7,6%
2027	2881	0,0%	-7,7%
2028	2881	0,0%	-7,7%
2029	2881	0,0%	-7,7%

Tabla 2.7.1.4: Proyección anual del precio del aluminio mediante Mean Reversion

En la proyección obtenida por el método de mean reversion el precio del aluminio tiende a achicar su variación con el paso de los años pero mantiene una tendencia a bajar. Este efecto “suavizado” es en parte causado por el método, sin embargo no quiere decir que el precio no va a variar sino que tiende a estos valores. A partir de esta proyección y considerando lo anteriormente explicado sobre el main driver del producto se procedió a proyectar el precio del producto para los próximos 10 años en USD/W:

Año	Precio Aluminio (USD/W)	Variación %	Variación acumulada %
2019	0,322\$	-6,1%	-6,1%
2020	0,319\$	-0,7%	-6,7%
2021	0,318\$	-0,4%	-7,1%
2022	0,317\$	-0,2%	-7,3%
2023	0,317\$	-0,1%	-7,5%
2024	0,317\$	-0,1%	-7,6%
2025	0,317\$	0,0%	-7,6%
2026	0,316\$	0,0%	-7,6%

2027	0,316\$	0,0%	-7,7%
2028	0,316\$	0,0%	-7,7%
2029	0,316\$	0,0%	-7,7%

Tabla 2.7.1.4: Proyección anual del precio del aluminio final

2.8 CANALES Y ESTRATEGIA DE DISTRIBUCIÓN

Actualmente la empresa posee tres oficinas estratégicamente ubicadas en el país. La central se ubica en la provincia de Buenos Aires y las otras dos en Mendoza y Santa Fe. La fabricación total del producto se realizará en la planta de Ezeiza mientras que las oficinas en el interior del país funcionan como puntos de venta directa y como centros de distribución. Además, la empresa cuenta con distribuidores en la provincia de Córdoba que realizarán su contribución en este aspecto.

En un futuro, se prevé que el target de mercado propuesto se instale en zonas cercanas a la mencionados centros. Como fruto de esta segmentación, resulta inevitable afirmar que las locaciones con las que cuenta FlamiA S.A. representan una ventaja competitiva sobre la que se cimentará la estrategia. Las mismas se ubican, desde el punto de vista geográfico, en zonas que permitirán una eficiente respuesta a las demandas del mercado. Ambos centros forman parte de un posible esquema de transporte que facilitará y agilizará las entregas.

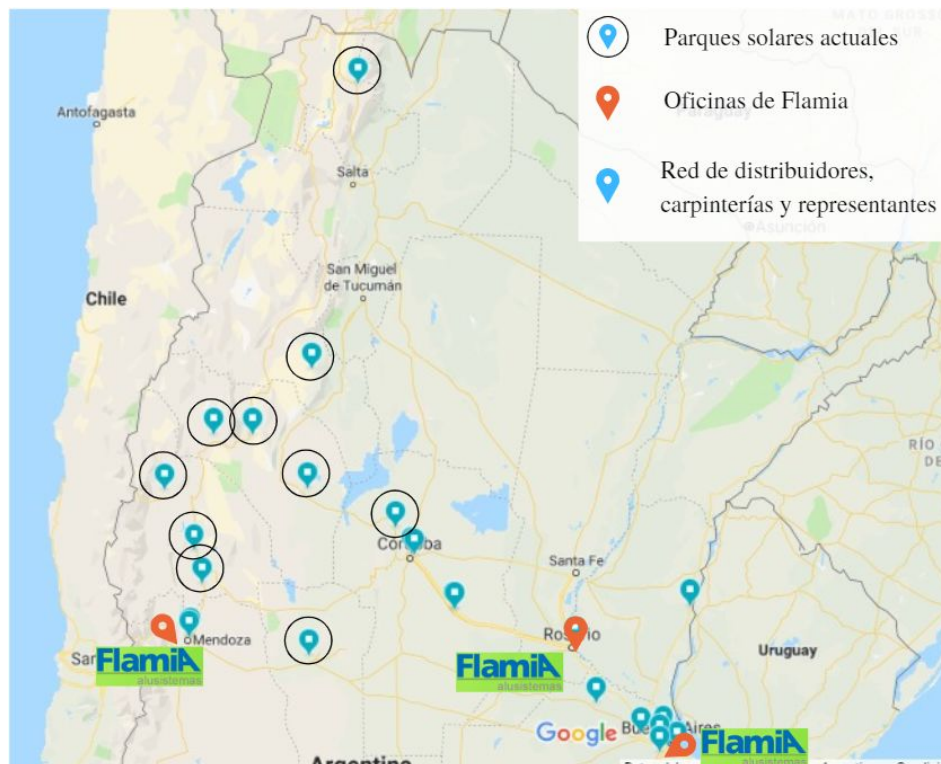


Imagen 2.8.2: Oficinas, canales de distribución y parques actuales

La Imagen 2.8.1 ilustra lo mencionado y además muestra su red de distribuidores, carpinterías y representantes actuales. Los puntos de venta directa que la empresa posee en Mendoza y en Rosario son administradas por empleados propios y, a través de ellos, distribuirán sus productos al interior del país. Por otro lado, las licitaciones realizadas en el Plan RenovAr, permiten proyectar cómo se distribuirán los puntos a los que la empresa deberá abastecer como se muestra a continuación:



Image 2.8.2: Localización de parques solares según Plan RenovAr

Región	Provincia	Ronda 1	Ronda 1.5	Ronda 2	Ronda 3	Total
Centro	Córdoba			103,85	-	103,85
	San Luis		46,75		-	46,75
Total Centro			46,75	103,85	-	150,6
Cuyo	Mendoza		93,73	136,9	-	230,63
	San Juan		212,2	272	-	484,2
Total Cuyo			305,93	408,9	-	714,83
NOA	Catamarca		48,5	176,46	-	224,96
	Jujuy	300			-	300
	La Rioja		35	21,04	-	56,04
	Salta	100	80	100	-	280
	Santiago Del Estero			6	-	6
Total NOA		400	163,5	303,5	-	867
Total		400	516,18	816,25	Pendiente	1732,43

Tabla 2.8.1: MW licitados por ronda del Plan RenovAr.

A partir de las ilustraciones se considera que la empresa tendrá la oportunidad de:

- Mejorar el servicio al cliente.
- Reducir costos de transporte, optimizando la carga.
- Ofrecer mejores tarifas porque el flete se cobra por tonelada.

Con respecto a los canales de venta, en la actualidad la empresa se maneja con distintos tipos de herramientas. Por un lado posee una plataforma online a través de la cual los clientes pueden realizar compras y ofrece la posibilidad de comunicación directa con personal especializado. Los clientes también pueden optar por realizar una compra electrónica a través de la casilla de correo electrónico. Para el nuevo producto que se quiere introducir se espera que su comercialización se lleve a cabo por medio de la plataforma por su alta efectividad como herramienta para procesar pedidos. Además, el consumidor podrá estar permanentemente actualizado sobre el estado de su compra, temas técnicos puntuales, novedades tecnológicas, sugerencias o eventos realizados por la empresa.

El potencial de promoción que subyace en Internet será aprovechado para captar clientes. La idea es promover la características distintivas de la marca y del producto a escala global y a bajo costo. Además, ofrece la posibilidad de que la promoción esté exclusivamente dirigida a un público reducido y que la misma se adecúe a las características del mismo. Por otro lado, la publicidad en el mercado energético también se realiza a través de publicaciones en revistas de dicha índole por lo que es una buena práctica formar parte de esta red publicitaria.

2.9 ANÁLISIS FODA

A continuación se detalla el FODA en base estos tres objetivos:

1. Corto plazo: Para finales del primer año conseguir al menos tres clientes distintos de cualquier escala para poder demostrar la eficiencia del producto. Si bien nuestro target es a partir de 10 MW en esta etapa buscamos vender a toda costa para tener un “track-record” del producto.
2. Mediano plazo: A los cinco años haber concretado la venta de soportes, para al menos, a dos parques solares de más de 30 MW para posicionarse como reconocidos proveedores de parques de gran escala.
3. Largo plazo: Lograr que el 20% de los MW instalados con trackers, sean con trackers de Flamia S.A.

FODA		Oportunidades					Amenazas		
		Creciente demanda de energía solar	Pocos productores en el país.	Inexistencia de productos de la calidad del de aluminio.	Fomento por parte de licitaciones RenovAR	Beneficios por producto nacional	Importaciones a precio más bajo	Baja de impuestos a importados	Posible suba de precios del aluminio
Fortalezas	"Know how" del proceso del aluminio	Estrategias ofensivas					Estrategias de adaptación		
	Relaciones estrechas con proveedores								
	Gran capacidad ociosa								
	Empresa con reconocimiento previo en fabricación								
Debilidades	No posee relaciones con posibles clientes.	Estrategias de reacción					Estrategias defensivas		
	No cuenta con "track-record" en industria								
	Dependencia total de Aluar para materia prima.								

Tabla 2.9.1: Matriz FODA.

2.10 ESTRATEGIA COMERCIAL

Flamia S.A. analiza incursionar en un mercado en el que actualmente no participa, para vender a clientes con los que hoy en día no tiene contacto alguno. Para lograr los objetivos anteriormente descritos se utilizarán distintos tipos de estrategias.

La estrategia comercial de la empresa estará compuesta de estrategias ofensivas, defensivas, de adaptación y de reacción. Las más importantes serán los primeros dos tipos. Se presentan dos estrategias ofensivas. La primera es aprovechar la capacidad ociosa de la fábrica para abastecer parte de la creciente demanda del mercado. Esta capacidad ociosa permitiría reducir la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto ya que no es necesaria la instalación de una nueva línea de producción. La segunda es, gracias a la amplia experiencia en el procesamiento y tratado del aluminio, ofrecer al mercado un producto de calidad muy superior a los actuales. No sólo diferenciándose por la materia prima que se utiliza sino también por la calidad del procesamiento y producto final que se obtiene.

Siguiendo con las estrategias comerciales se definió como primera estrategia de adaptación el aprovechamiento de este diferencial de calidad para hacerle frente a las posibles importaciones del exterior. Como ya se explicó anteriormente, la mayoría de los soportes de importación son de material de acero, por esto mismo la estrategia a utilizar será hacer foco en las diferentes cualidades que ofrece el aluminio por sobre el acero. Además, en caso de una suba en el precio del aluminio y aprovechando los de 50 años de relación comercial que mantiene con el proveedor de materia prima (ALUAR S.A.), hay más posibilidades de acceder a una financiación.

Finalmente, en cuanto a la estrategia de reacción y defensiva, la principal estrategia será atacar el mercado con un precio bajo a costa de un margen más bajo. Este margen más bajo es posible ya que la empresa cuenta actualmente con una estructura financiera robusta capaz de soportar un margen más bajo por parte de este nuevo proyecto.

3. CAPÍTULO III: INGENIERÍA

3.1 PROCESO PRODUCTIVO

3.1.1 Piezas de producción propia

Las piezas que serán fabricadas íntegramente por FLAMIA S.A. son las siguientes cuatro:

- Secciones del eje principal
- Postes de soporte
- Marcos de montaje (sobre las cuales se montan los paneles)
- Uniones de eje

A continuación se encuentran las secciones de los perfiles, para más detalle de los mismos en los anexos 1, 2, 3 y 4 se encuentran los planos correspondientes.

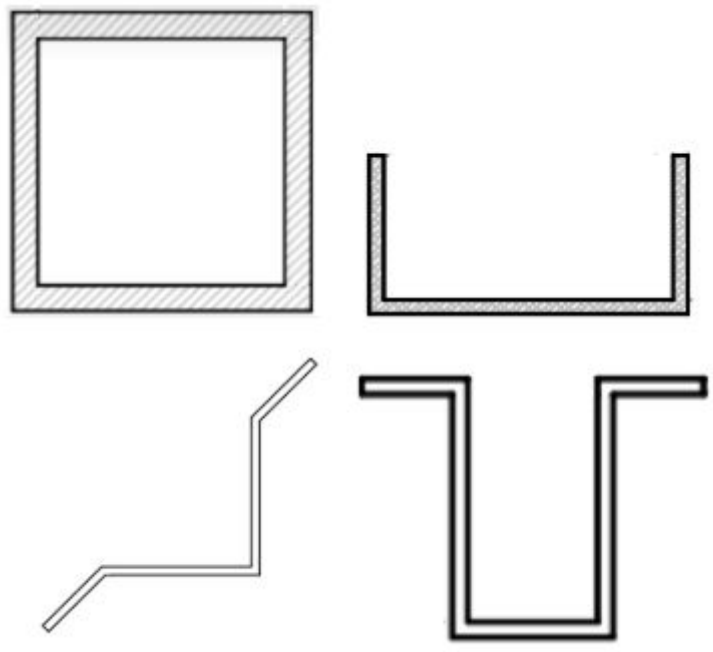


Imagen 3.1.1.1: Secciones de los perfiles a producir, eje principal (arriba Izquierda), postes de soporte (arriba derecha), uniones de eje (abajo izquierda) y marcos de montaje (abajo derecha).

3.1.2 Procesos de producción de las piezas

El proceso de fabricación de los perfiles para los trackers está estandarizado hoy en día. Se basa en una serie de pasos que necesita poca mano de obra dependiente ya que es un proceso semi-automático. Éste se compone principalmente de once instancias consecutivas donde se transforma al tocho de aluminio en producto final y luego se lo pre ensambla para ser almacenado. Hasta la etapa de extrusión el proceso es continuo, luego se trabaja en batch.

Cabe aclarar que cuando se habla de perfiles en esta parte del trabajo, se habla del eje, de los postes y del marco del tracker. Se entiende por marco a aquellas piezas de aluminio que ajustan a los paneles solares con el eje principal. Los postes, por otro lado, son los componentes que hacen de soporte al propio eje mediante uniones.

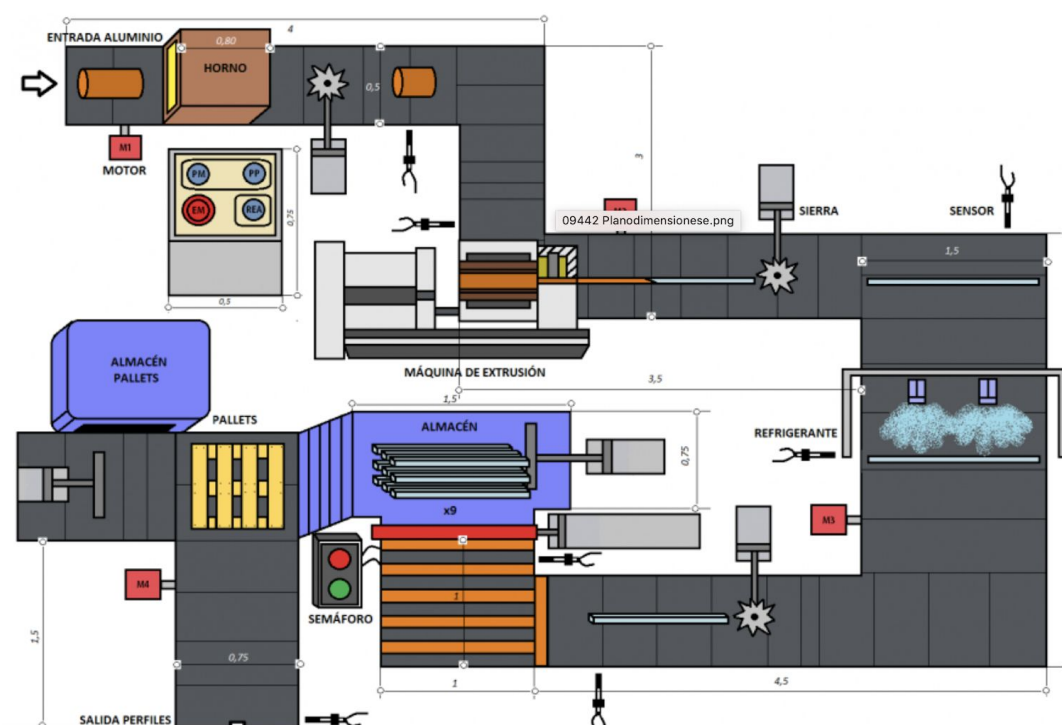


Imagen 3.1.2.1: Proceso productivo. Recuperado de Wikifab.

Recepción del tocho madre de aluminio y piezas tercerizadas

El tocho madre se recibe del proveedor Aluar y se almacena fuera de la planta. A la hora de ser utilizado, mediante el uso de autoelevadores, se traslada a la planta para comenzar el proceso. Estos tochos son de seis metros de longitud y vienen con embalaje en fardos con zunchos de acero sobre pallets de madera para facilitar la manipulación con autoelevador.

Los distintos proveedores de donde se obtienen las piezas tercerizadas, que son las placas y la bulonería extra, junto con la parte de cables necesarios, se va a recibir directamente en la planta a instalar por el cliente. Se analizó que con los lead time de entrega que manejan dichos proveedores, es suficiente para cumplir con los plazos estipulados.



Imagen 3.1.2.2: Recepción de tochos.

Precalentamiento y cizallado del tocho

La temperatura afecta de manera determinante y es uno de los parámetros críticos que incide directamente en la velocidad de avance del prensado y en la calidad del producto resultante. Es por esto que se precalienta al tocho de aluminio antes de pasar a la extrusora. Este paso evita el trabajo forzado en la extrusión y hace más fácil el paso del material a través de la matriz. A pesar de que se genera calor por la fricción de materiales, no es suficiente, por lo que también se calienta la matriz. La temperatura final debe ser controlada ya que si es excesiva o muy baja, afecta al desgaste prematuro de la matriz. Para la extrusión del perfil cilíndrico, la temperatura adecuada está alrededor de los 500 °C. Se tarda alrededor de cinco minutos en alcanzar dicha temperatura con el horno de precalentado actual.

Cizallado del tocho de aluminio

Se realiza el corte del tocho calentado a la salida del horno, con el largo especificado automático por medio de una cizalla mecánica. La superficie de corte es plana y lisa para mejorar la eficiencia del rectificado del tocho de aluminio. Aproximadamente se tardan 40 segundos por tocho.

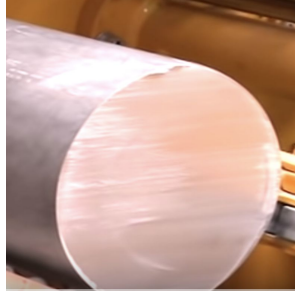


Imagen 3.1.2.3: Perfil de tocho cortado.

Extrusión

La extrusión es el paso más importante del proceso para obtener los perfiles. Consta en introducir el tocho en la máquina extrusora y un segundo tocho que se introduce en la cámara de compresión una vez que el primero ha sido extruido. Por las grandes compresiones y elevadas temperaturas a las que se trabaja dentro de la máquina, genera que el segundo tocho quede soldado al remanente del primero consiguiendo así, que el producto de salida sea continuo.

Como ya se mencionó previamente, las temperaturas son muy importantes en estos procesos (temperatura entre 480 - 550 °C). La tensión de fluencia se reduce conforme aumenta la temperatura y, por lo tanto, su ductilidad es mayor a la vez que se reduce la velocidad máxima de extrusión, ya que los picos de temperatura pueden conducir a modificaciones en las propiedades del material hasta el extremo de que se alcance su punto de fusión.

A continuación se enumeran varias causas por las cuales los cambios térmicos generados son complejos:

- Producción de calor por deformación en la zona cercana al orificio del molde.
- Producción de calor por fricción entre el tocho y el molde y en el seno del aluminio debido a deslizamientos plásticos tangenciales.
- Transferencia de calor a medida que el tocho se mueve hacia la matriz.
- Conducción de calor al interior del tocho desde su superficie.
- Conducción de calor al material extruido desde la matriz.

Durante la extrusión, el rozamiento existente entre el tocho de material y el molde influye no sólo en la generación de calor, sino también en la forma del flujo, provocando la adherencia del material a las paredes del molde, lo que dificulta su avance dentro de la matriz.

Es esencial monitorizar la temperatura de una forma no destructiva, rápida y fiable para conseguir y mantener un estricto control de calidad del producto obtenido. Dependiendo el perfil que se quiere extruir (sea poste, eje o marco), simplemente se le cambia la matriz a la extrusora. Esta actividad debe hacerse con cautela porque como se mencionó previamente, se manipulan elemento a altas temperaturas. Flamia SA cuenta con la indumentaria y protección (equipo de EPP) correctos.

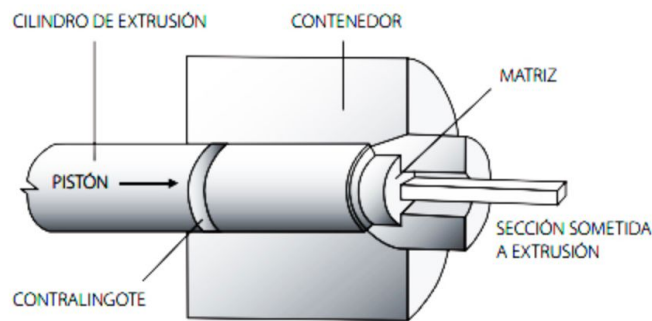


Imagen 3.1.2.4: Componentes de la extrusora.



Imagen 3.1.2.5: Ejemplo de matriz de acero.

Las distintas matrices de acero que se utilizan para la extrusión, deben cumplir con ciertos requisitos si se quieren trabajar con estándares de calidad. Por ejemplo: alta resistencia mecánica, buen mecanizado, calidad, fiabilidad y larga vida del producto.

Enfriado

Se utilizan máquinas sopladoras de aire frío para disminuir la elevada temperatura a la que ha estado sometido el aluminio tras el calentamiento en el horno y la extrusión. La refrigeración sólo dura unos segundos, por lo que no es necesario detener el movimiento.

Corte con sierra

Una máquina con sensores va recorriendo los perfiles ya extruidos y los corta con una sierra para obtener la longitud deseada, aproximadamente doce metros de tamaño. Esta sierra es de precisión con velocidad de avance de la hoja regulable y bloqueo de perfiles para evitar deformaciones y asegurar una buena precisión.



Imagen 3.1.2.6: Corte por sierra.

Rectificado por estiramiento

Al salir de la extrusión los perfiles pueden sufrir daños y defectos en la superficie durante el transporte por las mesas de salidas. Para eliminar las posibles curvaturas que tenga el perfil y las tensiones residuales, es necesario estirar el producto. Esto se hace mediante dos robots que sostienen el producto de los extremos y aumentan la longitud. Esta etapa debe ser realizada con la más alta precisión posible para generar la menor cantidad de scrap.

Corte de terminación

Luego del estiramiento, los perfiles quedan con imperfecciones en los extremos producto del agarre de las máquinas. Además, tienen uniones en las conexiones que deben ser eliminadas. Por eso se realiza otro corte adicional en este sector de la pieza.

Envejecimiento

Por último, los perfiles ya cortados y estirados, llegan a la etapa final del proceso donde mediante un horno de envejecimiento a gas, se realiza el tratamiento térmico. Dentro del mismo, se calienta la disolución sólida sobresaturada a una temperatura entre 160° C y 180° C. Dicho rango asegura estar por debajo de la línea solvus dentro de la región bifásica, la fase Mg₂Si (como se muestra en la figura 3.1.2.7) y comienza a formarse como partículas finamente dispersas.

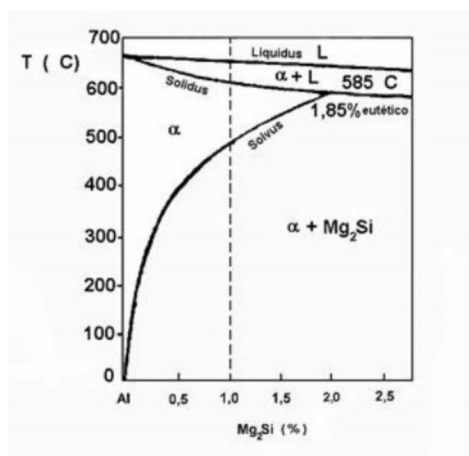


Imagen 3.1.2.7: Diagrama de fases Al-Mg₂Si.

La transferencia de calor se basa en el principio de convección por el aire caliente que circula entre las barras. Se debe acumular cierta cantidad de perfiles antes de usar, ya que dicha máquina consume mucha energía. Entonces la Flamia SA trata de usarlo sólo cuando se lo llena completamente. Trabaja en batch, entra una tanda de perfiles, se tratan térmicamente y luego se almacenan.

El objetivo del envejecimiento es darle al perfil la dureza y resistencia mecánica necesarias. La velocidad de transformación es directamente proporcional a la temperatura del tratamiento. Esta etapa es crítica para los perfiles tipo eje ya que son los que sufrirán el mayor esfuerzo una vez instalados.

Este horno tiene una cámara interna la cual se divide en dos partes: la inferior donde se depositan los perfiles y la parte superior donde mediante un ventilador centrífugo permite la recirculación del aire caliente al pasar por la llama de un quemador. Además, proporciona una velocidad alta al aire para que la transferencia de calor por convección sea significativa. El flujo, circulando de forma transversal a los perfiles, se puede observar de la siguiente manera:

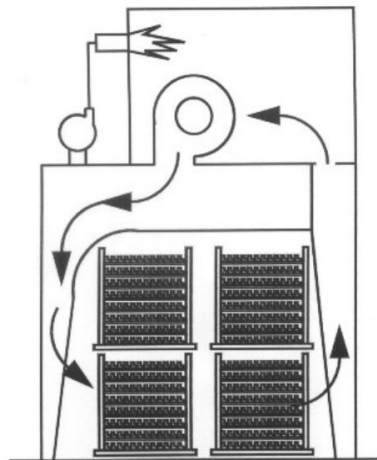


Imagen 3.1.2.8: Flujo de aire dentro del horno de envejecimiento.

El tiempo que permanecen los perfiles a esa temperatura tiene que ser el necesario para que el compuesto intermetálico forme una red semicoherente. Esta red semicoherente genera una distorsión en los átomos cercanos, por lo que se produce un endurecimiento zonal. Aproximadamente en unas seis horas se logra la maduración deseada.

Taller

En el taller se llevan a cabo las siguientes actividades:

	Eje	Poste	Union	Marco
Cortado		*	*	*
Perforado		*	*	*
Perforado manual	*			
Ensamblado		*		

Tabla 3.1.2.1: Actividades del taller.

Nuevamente los postes, las uniones y los marcos se deben cortar ya que tienen longitudes de diseño menores. Esta etapa se realiza con una máquina cortadora que posee una sierra muy precisa, la cual se setea por un operario.

En cuanto al perforado, se realiza de dos formas distintas. A los postes, las uniones y los marcos se los agujerean de forma automática con un taladro. En cambio, a los ejes se los trabaja con un taladro de banco semiautomático, donde se ingresa el producto en un espacio encuadrado de forma precisa y el operario simplemente acciona el proceso.

Por último, se realiza el pre-ensamblado. Se decidió que los trackers se terminan de ensamblar (postes, ejes, motores y panel solar) en la planta fotovoltaica, en el taller lo único que une es el poste con las planchas terciarias rizadas utilizando las pistolas de impacto.

Embalaje

Para el embalaje de las partes de los trackers (eje, postes con uniones y marco) se utilizará la misma maquinaria que actualmente Flamia SA posee para los perfiles de construcción que ya vende. Esta etapa consiste en ingresar el producto final dentro de la máquina embaladora y rodearlo con un film de plástico especial (polietileno de baja densidad) para su protección.

Almacenamiento

Si bien Flamia SA posee un almacenamiento muy optimizado y moderno, al analizarlo se concluyó que no es necesario guardarlo ahí. Esto se debe a que utiliza una máquina automática para el guardado de pocas cantidades de perfiles de distintos tipos. El objetivo principal es el posterior armado de pedidos con perfiles diversos en forma muy eficiente. Es por eso que no va a ser utilizado este espacio de guardado, no sólo porque no entra la cantidad de producto terminado producido, sino porque no vale la pena la utilización de tanta tecnología para los soportes de trackers. En el análisis de layout se va a especificar cuál va a ser el lugar donde se almacenarán.

Maduración artificial

Estas distorsiones dificultan los movimientos de las dislocaciones durante la deformación plástica, por lo que la aleación se endurece y aumenta su resistencia. La resistencia y dureza de la aleación dependen de la temperatura elegida y el tiempo de maduración. Un tiempo de envejecimiento demasiado elevado puede producir sobre-envejecimiento y entonces, la pieza perderá resistencia y dureza ya que la microestructura del material se restablece.

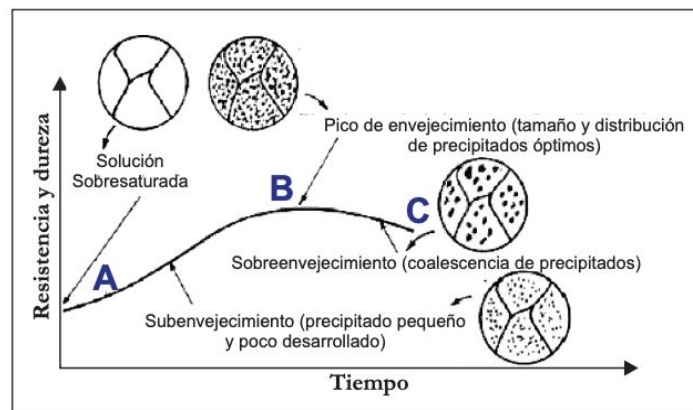


Imagen 3.1.4.1: Evolución de la dureza de aleación de aluminio con el tiempo.

Temperatura de la matriz

Las matrices que se utilizan para el proceso de extrusión son de acero denominado SAE H13 (Anexo). En función de las propiedades de este material, se controla la temperatura a la cual se calienta la matriz ya que, como se muestra en el gráfico, el acero al aumentar la temperatura, baja la dureza de la siguiente forma. En el rango de temperatura utilizado la dureza no baja más del 3,4% de la dureza máxima. Se entiende por dureza a la resistencia de un material al ser penetrado.

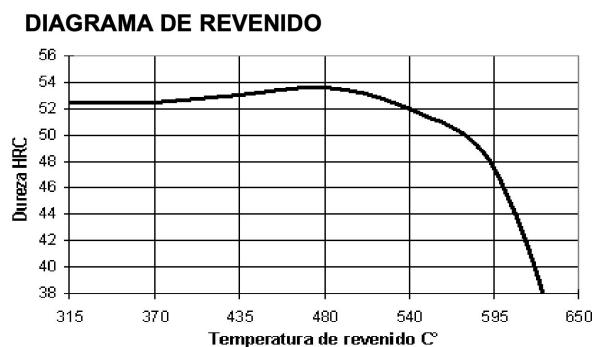


Imagen 3.1.4.2: Evolución de la dureza del acero con el tiempo.

Tensiones en procesos de extrusión

A la hora de elegir la carga para el proceso de extrusión, se analiza la tensión de fluencia de la aleación. Esta propiedad determina cual es la tensión que deforma de manera irrecuperable al aluminio, ya que aplicada esta, se produce un alargamiento muy rápido. La tensión de fluencia disminuye si la temperatura aumenta y la deformación es, por lo tanto, más sencilla.

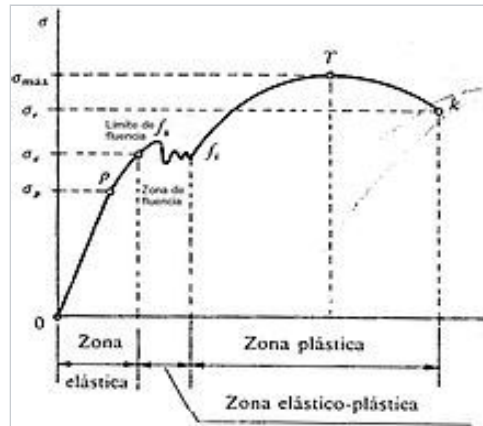


Imagen 3.1.4.3: Tensión de fluencia.

La presión del pistón aumenta muy rápidamente a medida que el tocho atraviesa el recipiente llegando a la matriz. Luego, la presión aumenta abruptamente hasta el valor necesario para que el material comience a ser extruido. Se desarrolla una zona de deformación con forma de cono frente a la apertura de la matriz, donde se presenta la mayor velocidad de deformación. Luego de la máxima carga y a medida que la longitud del tocho disminuye, la presión de extrusión cae hasta un mínimo y luego aumenta (ver figura 5). Este aumento de presión se debe a que el metal debe fluir radialmente hacia la apertura de la matriz. Como se reduce el espesor, la resistencia a la deformación aumenta considerablemente.

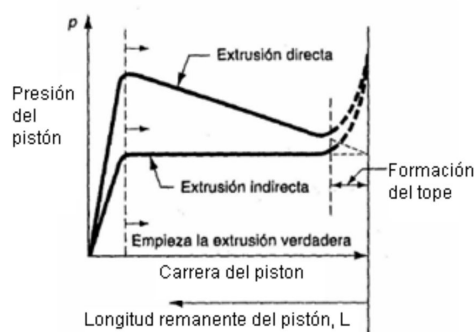


Imagen 3.1.4.4: Evolución del pistón en un ciclo de extrusión.

Como ya se mencionó, la temperatura es uno de los parámetros más importantes en extrusión. Entonces hay dos motivos por el cual hay que controlarla:

Si se reduce la velocidad de extrusión máxima, comienzan a aparecer picos de temperatura que pueden ocasionar la fusión de eutécticos de menor punto de fusión y generar una superficie desgarrada.

Evitar que el material pase a estar líquido y también producir el desgarro o agrietamiento de la superficie del mismo, obteniendo un producto de mala calidad. Se tiene en consideración el comportamiento del material no sólo a una temperatura dada, sino también a distintas velocidades.

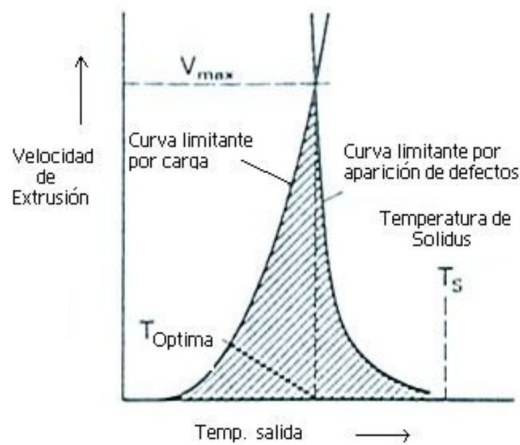


Imagen 3.1.4.5: Diagrama limitante general.

3.2 TECNOLOGÍAS

3.2.1 Elección de Tecnología

Para el proceso anteriormente explicado se debe analizar qué tecnologías se van a utilizar. Dentro de cada parte del proceso se analizó qué tecnologías existen y cuál sería la más conveniente para el estudio de prefactibilidad en curso.

Siguiendo el diagrama de proceso, la primera tecnología que se analizó fue la del calentado de los tochos. El proceso se desarrolla actualmente en la planta de la empresa Flamia, la cual se analizará más adelante si es conveniente o no aprovechar la sinergia y continuar el proceso dentro de la misma. Por esto mismo gran parte de la tecnología necesaria para el proceso ya se encuentra instalada en la fábrica y se sumará al análisis de cada maquinaria.

El primer proceso que sufre la materia prima es el de precalentamiento y corte, para esto es necesario el uso de un horno de precalentamiento junto con una cizalladora mecánica. La empresa actualmente posee una Wangeshi WGS-RJL70~380, la cual tiene una capacidad de 1700 kg/hr. Esta máquina cumple ambas funciones, tanto la de horno de precalentamiento, como la de cizalladora mecánica. Al analizar las posibles tecnologías que se podrían adquirir para esta parte del proceso, la maquinaria que resultó la mejor opción de adquisición fue el modelo LC, T/T de la marca Royal Machinery Equipment Co. Esto se debe a que tiene una capacidad mayor de 2000 kg/hr y realiza tanto la operación de precalentado como la de cortado. La inversión requerida es de USD 150.000 y para las necesidades que presenta el proyecto la compra no es de urgencia por lo que se decidió que la máquina actual es suficiente para el proyecto.



Imagen 3.2.1.1: Wangeshi WGS-RJL 70-380 (izquierda), LC T/T Royal Machinery Equipment Co. (derecha).

Luego de los procesos de precalentamiento y corte, se pasa al proceso de extrusión y prensado. Este es el proceso central y crítico de toda la operación, por esto mismo resulta clave la tecnología que se utiliza. Actualmente la empresa posee dos máquinas prensadoras y extrusoras, por un lado, se utiliza una máquina Farrell CACT 1750 y por otro una Schloemann Extrusion 1800T. Ambas extrusoras son del tipo directas ya que el tocho se presiona contra la matriz para adquirir la forma del perfil deseado.

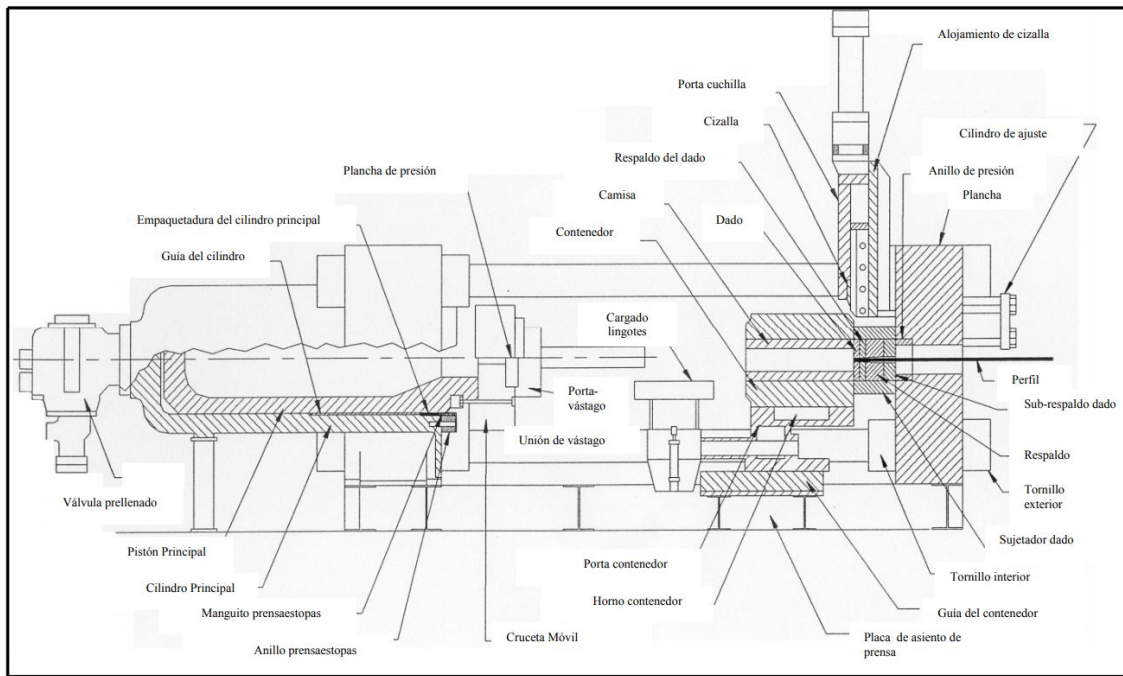


Imagen 3.2.1.2: Equema de los componentes de una prensa extrusora de aluminio.

Éstas poseen capacidades de 1500 y 1700 kg/hr, si bien la Farrel poseía una capacidad original de 1750 kg/hr al ser una máquina comprada en el año 1980 su eficiencia ha disminuido significativamente. Por esta misma razón la extrusora Farrell no tiene uso prácticamente ya que los perfiles que puede formar no son los que vende actualmente la fábrica (sino que se usa en pedidos especiales) y tampoco tendrá utilidad para los perfiles necesarios para el soporte.



Imagen 3.2.1.3: Schloemann Extrusion 1800T (arriba), Farrell CACT 1750 (abajo).

Por otro lado, la máquina Schloemann es utilizada actualmente y será la que se usará para la fabricación de los trackers. Si se analiza la tecnología actual que ofrece el mercado se encuentran opciones de mayores capacidades como la 25-MN-HybrEx de la marca alemana HMT HÖFER METALL TECHNIK con una capacidad de 2000 kg/hr. Tiene un precio de venta de USD 800.000 en el mercado internacional. Sin embargo, con este precio de venta y tomando en cuenta las necesidades del proyecto, no resulta necesario la compra de dicha máquina.



Imagen 3.2.1.4: HTM HÖFER METALL TECHNIK 25-MN-HybrEx.

Ya que se van a extruir cuatro nuevos perfiles, los cuales actualmente no son fabricados por Flamia S.A., resulta clave analizar la compra de las matrices que serán requeridas para estos nuevos productos. Sin embargo, a diferencia de las maquinarias anteriormente mencionadas en el caso de las matrices el mercado no tiene un precio fijo para todas las formas o tamaños, sino que estas deben ser fabricadas a medida. Para esto se contactó al proveedor ALPROS S.A. (el cual actualmente fabrica las matrices para Flamia S.A.) para una cotización. El presupuesto que se obtuvo fue de USD 5.000 para cada matriz tomando en cuenta el tamaño requerido por la máquina extrusora actual. El material de estas matrices es acero reforzado para soportar las presiones extremas que se sufre durante el proceso.

Luego de la extrusión de los perfiles se procede al proceso de enfriamiento, para esto se utilizan 3 campanas sopladoras de marca genérica. Luego del enfriado, los perfiles son cortados por una sierra robótica con seguimiento modelo Z5 SP de la marca Tecalex, esta máquina es de vanguardia y está al más alto nivel de lo que ofrece el mercado por lo que la compra de una nueva no es necesaria.



Imagen 3.2.1.5: Tecalex Z5 SP.

Luego del primer corte se realiza un estiramiento y rectificado de los perfiles para que tengan la forma adecuada. Para esta operación la fábrica posee la maquinaria MC1 de Save Intelligent Equipment Co., Ltd, que es capaz de realizar hasta 2000 estiramientos por hora para una capacidad de aproximadamente 1700 kg/hr. Esta misma máquina realiza el recorte de las rebabas luego del estiramiento. Por otro lado en el mercado actualmente se ofrecen maquinarias más modernas como el modelo Hönnestr. 31 de la marca alemana Bueltmann la cual tiene una capacidad de estiramiento de 2300 perfiles por hora que se traduciría en una capacidad de 1950 kg/hr. Esta enderezadora tiene un costo de U\$D 27.000.



Imagen 3.2.1.6: Save Intelligent Co. MC1 (arriba), Bueltmann Hönnestr 31 (abajo).

Siguiendo con el proceso se llega al envejecimiento, para esto actualmente se posee un horno modelo Z6 FM de la marca Tecalex con una capacidad de 1000kg/hr. Sin embargo, como se va a analizar más adelante el cuello de botella actual del proceso es el horno de envejecimiento, por lo que se abren dos opciones para la compra de un horno nuevo. Por un lado, se podría comprar un segundo horno de menor capacidad y utilizar ambos en paralelo consiguiendo así aumentar la capacidad de esta operación y además entregar más flexibilidad al proceso. Esto se lograría ya que al comprar un segundo horno con una capacidad menor que el actual se podría utilizar el mismo para producciones más pequeñas sin tener que desperdiciar energía en el más grande. Por otro lado, se podría comprar un horno nuevo con la capacidad requerida y buscar la

venta del actual. Lo positivo de esta opción es que se podrían ejecutar operaciones de mayores capacidades en una sola máquina y además se puede alargar más la vida útil de este proceso.



Imagen 3.2.1.7: Tecalet Z6 FM.

Tomando en cuenta ambas opciones se buscaron cotizaciones al mercado, en el caso de un horno paralelo existe como tecnología de punta el modelo ALM-SX-Q10 de la marca Alumall Material & Machine Co., Ltd que posee una capacidad de 58 m³ que se traduce en una capacidad de 700 kg/hr.



Imagen 3.2.1.8: Alumall ALN-SX-Q10.

Para el horno de mayor capacidad el modelo Ultimate Heavy Duty Walk-In Oven de Wisconsin Oven, ofrece una gran combinación de tecnología y con una capacidad total de 169 m³ lo cual permitiría aumentar la del proceso a casi 2000 kg/hr. El precio del

primer horno es de USD 80.000 mientras que el del segundo es de USD 280.000. Teniendo en cuenta que el horno que ya posee la planta fue comprado en el año 2013 se definió que la compra a realizar es la del más pequeño.



Imagen 3.2.1.9: Wisconsin Oven Ultimate Heavy Duty Walk-In Oven.

Una vez que los perfiles están terminados, se procede a la etapa de mecanizados/preensamble, en ésta se requiere la compra de una máquina perforadora. La que se decidió comprar es el modelo JIH-NC150 de la marca JIH, este modelo funciona de forma automatizada con un modelo informático. La decisión se basa en que permite obtener una capacidad de aproximadamente 1650 kg/hr gracias a su sistema de automatización. El precio de este modelo es de USD 10.000 en el mercado internacional.



Imagen 3.2.1.10: JUH NC150.

Dependiendo de la parte que se tenga que maquinar el proceso de corte y el de perforado pueden ser intercambiados en su orden. Para el cortado, ya que es un proceso mayoritariamente manual, la máquina que se decidió comprar para este proceso es el modelo MB_AP001 de la marca Brezzo. Ofrece un tren de rodillos de 4,5 metros lo cual permite que los distintos perfiles puedan ser deslizados con facilidad para el corte. Tiene un precio de 170.000 pesos y una potencia de 2,5 caballos de fuerza.



Imagen 3.2.1.11: Brezzo MB_AP001.

Para la etapa final de ensamble, es necesaria la compra de un equipo neumático para el atornillado de cada pieza. Este equipo consiste de un compresor modelo LC-40100BD de la marca Lüsctoff que posee una potencia de 4 caballos de fuerza con lo cual es capaz de abastecer tres pistolas de impacto en simultáneo. Estas tres pistolas de impacto que se podrían utilizar para el atornillado son modelo FD020C de la marca VTB. El precio del compresor es de 17.000 pesos mientras que el de cada pistola es de 10.000 pesos.



Imagen 3.2.1.12: VTB FD020C (izquierda), Lüsctoff LC-40100BD (derecha).

Para la distribución y entrega del producto, es necesario el embalaje y protección de estos para el envío a su destino final. Actualmente la fábrica utiliza una máquina de embalaje modelo GZ-200 de la marca ETW que tiene una capacidad de 1700 kg/hr. En el mercado actualmente hay en oferta máquinas como el modelo SAT-PACK de la marca SAT Aluminium, la cual tiene una capacidad de 1800 kg/hr y un costo de USD 55.000.



Imagen 3.2.1.13: ETW GZ200 (arriba), SAT Aluminium SAT PACK (abajo).

3.2.2 Equipos de Movimiento

En cuanto a los movimientos de los materiales como de los productos terminados, se requieren tres tipos de equipos. Para el primer movimiento desde el stock de materia prima hasta el precalentado se utilizan autoelevadores con propulsión eléctrica. Flamia S.A. actualmente utiliza un autoelevador modelo 2C500 de 2,5 toneladas de capacidad marca Caterpillar. Este autoelevador es capaz de mover hasta 7 tochos de aluminio sin cortar. Por otro lado el mercado tiene una amplia oferta de autoelevadores, se destaca dentro de esta oferta los autoelevadores marca Caterpillar por su confianza por esto mismo no hay necesidad de compra de uno nuevo.

Luego paso a paso todos los movimientos antes del taller de ensamble suceden mediante rodillos y dos grúas puente. Estas tienen una capacidad de 20 toneladas de peso cada

una, sin embargo no se pudo conseguir el modelo exacto ni la marca para un análisis más preciso. Aun así, ya que no es una maquinaria que agregue valor al proceso y considerando que tienen un nivel de utilización muy bajo, no es necesaria la compra de nuevos equipos para la planta. Sin embargo, como se analizará más adelante, resulta necesaria la construcción de un almacén, este mismo requiere de la instalación de un puente grúa para el manejo de los stocks. Para esto mismo se analizó el mercado y se decidió que el modelo QDX 25 Ton de la marca Polmarine sería el ideal. La razón principal es el alcance de movimiento que este posee, con un rango de 78 metros de largo por 13 metros de ancho además con una capacidad de 25 toneladas es más que suficiente para el movimiento de los perfiles. El costo de esta grúa es de USD 58.000 y a esto se le debería agregar un costo de instalación de alrededor de USD 10.000.

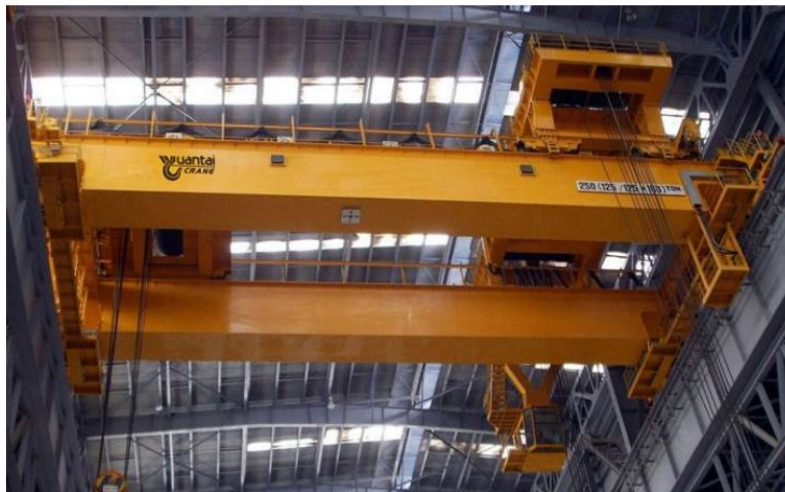


Imagen 3.2.2.1: Polmarine QDX 25 Tn.

3.2.3 Vida Útil

Respecto de las máquinas que la fábrica ya tiene instaladas, abajo se muestra el cuadro de vida útil de cada máquina y la vida útil restante.

Maquina	Vida util Años	Restante Años
Calentado/cortado	25	11
Extrusion	40	27
Rectificado	35	21
Cortado	15	13
Horno/envejecimiento	25	17
Embalado	30	22

Imagen 3.2.3.1:Tabla de Vida útil de la maquinaria.

Como se puede observar, todas las máquinas poseen la vida útil necesaria para el proyecto en cuestión.

3.2.4 Matriz de decisión

Para tomar las decisiones anteriormente mencionadas, se diseñó la siguiente matriz de decisión. La ponderación se definió como 0,5 para la capacidad de cada maquinaria y -0,05 para el costo marginal anual que propondría la compra de cada máquina. El factor de decisión se calculó como:

$$Total = \frac{(Cap Nueva - Cap Actual) \times 0,5}{(Costo Nuevo - Costo Actual) \times -0,05} \quad (4)$$

Ponderado Kg/hr	0,5		-0,05		
Maquinaria	Capacidad		Costo Marginal		Total
	Actual	Nueva	Actual	Nueva	Cap Marg/Costo Marg
Calentado/cortado	1800	2000	0	15000	-650
Extrusion	1700	2000	0	80000	-3850
Rectificado	1700	1950	0	2700	-10
Horno/envejecimiento	1000	2000/1700	0	28000/8000	-900/-50
Embalado	1700	1800	0	5500	-225

Imagen 3.2.4.1: Tabla de decisión ponderada..

Luego de realizar esta matriz, queda claro que salvo que sea necesaria una inversión para llegar al nivel de ventas proyectado, invertir en maquinaria no aporta el diferencial necesario para justificar su costo.

3.2.5 Inversión necesaria

Concluyendo con el análisis anterior y considerando lo que será analizado más adelante acerca del balanceo de línea y cuello de botella del proceso, la inversión a realizar para este proyecto sería la que se muestra en la siguiente tabla. Como hay operaciones que son mano de obra dependientes, las mismas figuran como “N/A”.

Operacion	Maquina	Capacidad Kg/hr	Vida util Años	Costo Dolares
Envejecimiento	ALM-SX-Q10	700	25	\$ 80.000
Perforado	JIH-NC150	1650	12	\$ 10.000
3xCorte	MB_AP001	N/A	25	\$ 11.333
Compresor	LC-40100BD	N/A	23	\$ 378
Grua	QDX 25	N/A	25	\$ 68.000
Total				\$ 169.711

Tabla 3.2.5.1: Cudro de Inversión.

3.2.6 Mantenimiento

Cada parte del proceso requiere de un mantenimiento para que a lo largo de su vida útil funcione a un nivel de rendimiento adecuado. Para esto mismo y considerando los procesos y máquinas anteriormente mencionados, el mantenimiento que se debería realizar sería tanto preventivo, como correctivo. Actualmente la fábrica ejecuta mantenimiento puramente correctivo, una vez cada 6 meses la planta detiene sus procesos para realizar el mantenimiento de las máquinas. Para el proyecto en cuestión el mantenimiento se haría tanto preventivo como correctivo.

Este mantenimiento, considerando que la demanda y producción es de alta estacionalidad, se ejecutaría entre producciones en un periodo de dos semanas donde se harían los arreglos necesarios y se prepararía la máquina para las futuras producciones. Sin embargo, ya que dentro del balance de línea existen tiempos muertos de producción, se hará mantenimiento a las máquinas durante estos tiempos muertos. El mantenimiento de las máquinas, tanto preventivo como correctivo, será tercerizado a la empresa SERTEC. Dentro de los mantenimientos que son tercerizados se encuentran: limpieza, lubricado y cambio de repuestos entre otros.

Proceso	Maquina	Periodo de Mantenimiento
Precalentado y corte	Cisalladora	1 vez cada 10 dias
Prensado y extrusion	Prensa	1 vez cada 20 dias
Corte	Sierra automatizada	1 vez cada 20 dias
Rectificado y corte	Estiramiento	1 vez cada 10 dias
Envejecimiento	Horno	Mensual
Movimientos	Gruas	Semanal
Movimientos	Autoelevador	Trimestral

Tabla 3.2.6.1: Periodos de mantenimiento.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

El producto final, ensamblado y montado, mide ochenta y seis metros, por lo que el eje debe ser fabricado en partes ya que las capacidades del horno y de los camiones de entrega son inferiores. Adicionalmente, el horno de envejecimiento dispone una restricción de largo máximo de doce metros para los perfiles. Por razones mecánicas se debe además minimizar la cantidad de uniones que presenta el eje en el producto terminado. Además, el motor va montado sobre el poste central y a sus costados se encastran las dos mitades del eje, una para cada lado. Esto último condiciona al eje a tener un corte en el medio por lo que las mitades restantes, son las que se dividen en secciones. Considerando los puntos anteriormente mencionados, se determinó que el eje sea fabricado en ocho secciones de diez metros con setenta y dos centímetros cada una.

Las otras tres piezas se fabrican a partir de perfiles los cuales se cortan y luego perforan. Debido a sus cortas dimensiones y para aprovechar la capacidad del cuello de botella del proceso, el horno, los perfiles entran del largo múltiplo máximo de el largo de las piezas que se producen a partir del mismo. En la siguiente tabla se detallan cuántas piezas se podrán fabricar a partir de cada perfil y cuántas operaciones deberán ser aplicadas a cada pieza y cada perfil. Cabe aclarar, que sólo uno de cada cuatro secciones del eje es perforado, ya que sólo las dos centrales del tracker las precisan para acoplarse al motor.

	Largo (m)	Largo corte (m)	Cantidad de secciones	Cortes por perfil	Agujeros por sección	Agujeros por perfil
Perfil para postes	12	2	6	5	4	24
Perfil para uniones	12	0,2	60	59	8	480
Perfil para marcos	11,7	0,9	13	12	6	78
Perfil para eje	10,72	-	1	0	4 *	4

Tabla 3.3.0.1: Equivalencias entre perfiles y piezas y cantidad de operaciones por perfil.

3.3.1 Manufacturing Bill of Materials (MBOM)

Para el correcto planeamiento de la producción y de su abastecimiento se desarrolló el MBOM del producto que indica las cantidades de piezas necesarias por producto terminado. La utilidad de esta herramienta se basa en combinarla con la demanda proyectada y los tiempos de entrega para asegurar que las piezas y materiales estén disponibles a la hora de ser utilizados.

BOM level	Código de	Cantidad	Nombre	Descripción	Unidad	Aprovisionamiento
0	0	1	Producto completo	Kit completo de las piezas del producto que conforman un tracker y las piezas compartidas.	un	-
1	P1	8	Seccion de eje	Partes que conforman el eje.	un	Interno
1	S4	82	Marco	Barra con agarre al eje. Se montan sobre dos de ellas cada panel. Se comparten entre 2.	un	Interno
1	T2	10	Poste con placa	Poste ya ensamblado con la placa de apoyo.	un	Externo
1	G3	2	Amortiguador	Colocados en los postes externos, ayudan a soportar el viento.	un	Externo
1	C2	10	Rodamiento	Colocados sobre los postes. Sostienen al eje.	un	Externo
1	C1	1	Motor	Motor montado sobre el eje central.	un	Externo
1	C3	1	Inclinómetro	Mide le grado de inclinacion.	un	Externo
1	C4	1/200	Controlador de red	Controlador de los motores de hasta 200 trackers	un	Externo
1	C5	1/200	Anemómetro	Medidor de vientos	un	Externo
1	S3	12	Uniones	Piezas que unen las distintas secciones del eje.	un	Interno
2	S2	11	Poste	Soportes verticales sobre los que se montan los rodamientos.	un	Interno
2	G2	12	Buloneria	Para preensamble	kg	Externo
2	G1	50	Cableado	Conecta el motor a corriente	m	Externo
2	C6	11	Placa de apoyo	Pieza que soporta los rodamientos y el motor	un	Interno
2	I1	48	Plástico de embalaje	Plástico para embalar las piezas de aluminio	m	Externo
3	P2	1,67	Perfil para postes	Perfil que será transformado en postes	un	Interno
3	P3	0,85	Perfil para uniones	Perfil que será transformado en uniones	un	Interno
3	P4	6,31	Perfil para marcos	Perfil que será transformado en marcos	un	Interno
4	MP1	1687,59	Aluminio	Materia prima para los perfiles extruidos.	ton	Externo

Tabla 3.3.1.1: Manufacturing Bill of Materials de un tracker.

Para realizar el dimensionamiento de la producción, se necesitan tener en cuenta las proyecciones de demanda para el proyecto completo:

Año	Potencia Trackers Demandada	Market share	Potencia vendida	Cantidad de Trackers modelo a instalar
2020	189	2%	4	142,83
2021	327	4%	13	495,18
2022	312	6%	19	709,18
2023	356	8%	28	1077,96
2024	389	10%	39	1474,17
2025	289	12%	35	1313,28
2026	228	14%	32	1209,31
2027	250	16%	40	1515,99
2028	256	18%	46	1747,91
2029	168	20%	34	1275,02

Tabla 3.3.1.2: Demanda anual proyectada.

Como se mencionó en la descripción del proceso, la producción de soportes trackers para paneles solares va a compartir gran parte de la maquinaria utilizada para perfiles actualmente. Frente a esta competencia por recursos disponibles, debemos evaluar la demanda futura de perfiles para la construcción a modo de saber cuál va a ser la disponibilidad de maquinaria durante el proyecto.

En la actualidad la planta cuenta con dos máquinas de prensado. La primera de ellas es una prensadora antigua que sigue estando en funcionamiento debido a que para algunos perfiles en particular sigue siendo útil. La segunda, tiene más tecnología y es la que se tendrá en cuenta como primer recurso para el balance de línea, la cual tiene una capacidad de 1700 kg/h.

En cuanto al rectificado, la planta cuenta con una capacidad total de 1700 kg/h. El área de embalaje instalada actualmente cuenta con una capacidad mayor. Puede procesar 1700 kg/h de producto. Por el momento es el área menos crítica, ya que tiene mayor capacidad ociosa instalada. Por último se encuentra el horno de envejecimiento. Esta parte del proceso es la de menor capacidad instalada actual, ya que tiene 1000 kg/h. Cabe aclarar que todas las capacidades mencionadas hablan de capacidades reales, no teóricas.

Para la fabricación del nuevo producto se determinó que se va a necesitar hacer un pre ensamble de piezas para evitar hacerlo en la planta solar a instalar. Es por eso que se necesita dimensionar un taller adicional donde se llevarán a cabo tres procesos distintos: cortado, perforado y ensamblado. De estos tres, el único que es automatizado es el segundo. Para dicha parte se instalará una máquina nueva que posee una capacidad de 1650 kg/h.

Debido a todo lo mencionado, se evaluará la disponibilidad del horno de envejecimiento hasta el año 2029 ya que es el actual cuello de botella. Como primer paso se debe estudiar la demanda a futuro de perfiles para ventanas. Para eso se utilizaron los datos brindados por la empresa de ventas desde el 2009 hasta el 2018 incluyendo una proyección propia para el año en curso. De esta manera pudimos, no sólo estimar las ventas hasta el 2029, sino también comparar nuestra proyección con la de Flamia S.A. En el siguiente gráfico se observan las ventas y proyecciones realizadas a partir de una regresión lineal en base al tiempo.

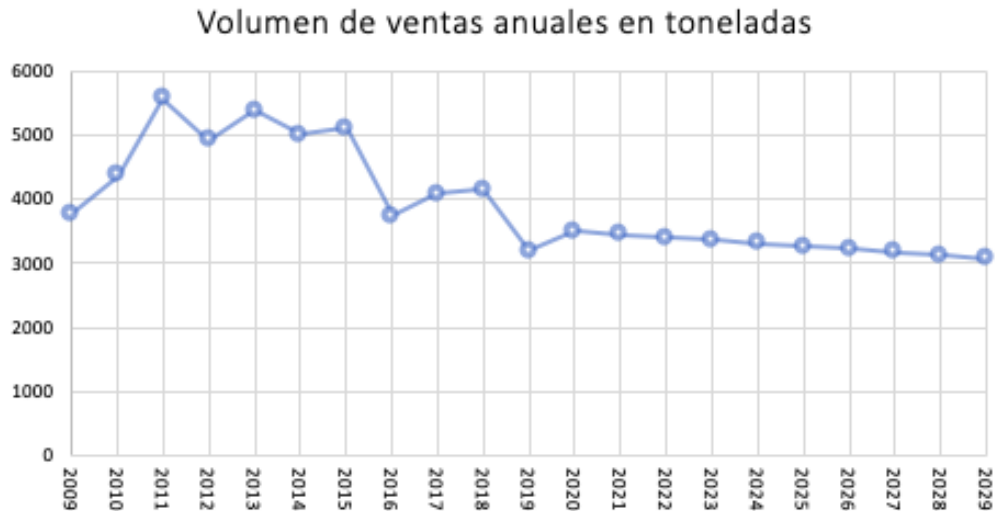


Gráfico 3.3.1.3: Volumen anual de ventas en toneladas.

A partir de estos datos, y sabiendo que el horno de templado es la máquina que se utilizará para los dos procesos que menos capacidad instalada tiene, se investigó hasta qué año alcanzará para la producción estimada. Todas estas evaluaciones se harán de manera anual ya que la producción no es lo suficientemente continua como para hacerlo de manera mensual.

Como política de entrega se determinó que cada pedido debe poder ser cumplido en un plazo máximo de 4 meses. A la hora de dimensionar se supondrá además que cada pedido anual es recibido como una única compra. De esta manera, ya sean 100 o 1700 trackers vendidos, se deberán poder entregar dentro de dicho plazo. Esta asunción se debe a que los pedidos se realizan a la hora de ganar una licitación, por lo tanto ocurren en determinado momento del año, y ya sean uno o más clientes que soliciten productos, muy probablemente se reciban en un lapso corto de tiempo.

Como primer paso se calculó la capacidad máxima del horno en trackers por hora sabiendo que un producto pesa 1500 kg, y que puede procesar 1000 kg por hora. A partir de este número, y conociendo que actualmente la capacidad ociosa del horno es del 52% del tiempo total (dos turnos), se buscó el porcentaje ocioso en el futuro. Este cálculo fue realizado partiendo del pronóstico de ventas de perfiles actuales hasta el año 2029.

Año	Volumen producto actual (Tn)	Producción actual en kg/día	Capacidad máxima cuello de botella (kg/h)	Cap Libre %	Producción del CB por turno	Cant. de turnos diarios	Capacidad disponible para hacer trackers kg diarios	Cantidad de trackers diarios	Capacidad en 90 días hábiles	Pronóstico de demanda	Diferencia
2019	3540	11607	1000	0,27	8000	2	4393	2,93	263,61		
2020	3494	11456	1000	0,28	8000	2	4544	3,03	272,66	143	130
2021	3448	11305	1000	0,29	8000	2	4695	3,13	281,70	495	-213
2022	3402	11154	1000	0,30	8000	2	4846	3,23	290,75	709	-418
2023	3356	11003	1000	0,31	8000	2	4997	3,33	299,80	1078	-778
2024	3310	10852	1000	0,32	8000	2	5148	3,43	308,85	1474	-1165
2025	3264	10702	1000	0,33	8000	2	5298	3,53	317,90	1313	-995
2026	3218	10551	1000	0,34	8000	2	5449	3,63	326,95	1209	-882
2027	3172	10400	1000	0,35	8000	2	5600	3,73	336,00	1516	-1180
2028	3126	10249	1000	0,36	8000	2	5751	3,83	345,05	1748	-1403
2029	3080	10098	1000	0,37	8000	2	5902	3,93	354,10	1275	-921

Tabla 3.3.1.4: Capacidades opción 1.

Teniendo el porcentaje ocioso del horno para los próximos 10 años, y sabiendo cuántos trackers vamos a vender cada año, se evaluó hasta qué año va a ser suficiente la capacidad instalada. Así se determinó que a partir del 2021 se necesitará de un turno adicional. Con esa adición del tercer turno de trabajo, nos alcanza el horno hasta el año 2022.

Año	Volumen producto actual (Tn)	Producción actual en kg/día	Capacidad máxima cuello de botella (kg/h)	Cap Libre %	Producción del CB por turno	Cant. de turnos diarios	Capacidad disponible para hacer trackers kg diarios	Cantidad de trackers diarios	Capacidad en 90 días hábiles	Pronóstico de demanda	Diferencia
2019	3540	11607	1000	0,27	8000	2	4393	2,93	263,61		
2020	3494	11456	1000	0,28	8000	2	4544	3,03	272,66	143	130
2021	3448	11305	1000	0,53	8000	3	12695	8,46	761,70	495	267
2022	3402	11154	1000	0,54	8000	3	12846	8,56	770,75	709	62
2023	3356	11003	1000	0,54	8000	3	12997	8,66	779,80	1078	-298
2024	3310	10852	1000	0,55	8000	3	13148	8,77	788,85	1474	-685
2025	3264	10702	1000	0,55	8000	3	13298	8,87	797,90	1313	-515
2026	3218	10551	1000	0,56	8000	3	13449	8,97	806,95	1209	-402
2027	3172	10400	1000	0,57	8000	3	13600	9,07	816,00	1516	-700
2028	3126	10249	1000	0,57	8000	3	13751	9,17	825,05	1748	-923
2029	3080	10098	1000	0,58	8000	3	13902	9,27	834,10	1275	-441

Tabla 3.3.1.5: Capacidades opción 2.

Una vez utilizado al máximo el cuello de botella, se procedió a asumir que para el 2022 se va a necesitar comprar un nuevo horno de envejecimiento. Dicha máquina, va a ser dimensionada a partir de la cantidad máxima de kilos a tratar por hora desde el momento de la compra en adelante. Sin embargo, al agregar un horno, nuestra máquina con menor capacidad instalada pasa a ser la prensadora, que procesa como máximo 1600 kilos por hora. Teniendo en cuenta que ese va a ser el máximo volumen procesado, notamos que alcanza la línea de producción hasta el final del proyecto de inversión.

Año	Volumen producto actual (Tn)	Producción actual en kg/día	Capacidad máxima cuello de botella (kg/h)	Cap Libre %	Producción del CB por turno	Cant. de turnos diarios	Capacidad disponible para hacer trackers kg diarios	Cantidad de trackers diarios	Capacidad en 90 días hábiles	Pronóstico de demanda	Diferencia
2019	3540	11607	1000	0,27	8000	2	4393	2,93	263,61		
2020	3494	11456	1000	0,28	8000	2	4544	3,03	272,66	143	130
2021	3448	11305	1000	0,53	8000	3	12695	8,46	761,70	495	267
2022	3402	11154	1000	0,54	8000	3	12846	8,56	770,75	709	62
2023	3356	11003	1600	0,71	12800	3	27397	18,26	1643,80	1078	566
2024	3310	10852	1600	0,72	12800	3	27548	18,37	1652,85	1474	179
2025	3264	10702	1600	0,72	12800	3	27698	18,47	1661,90	1313	349
2026	3218	10551	1600	0,73	12800	3	27849	18,57	1670,95	1209	462
2027	3172	10400	1600	0,73	12800	3	28000	18,67	1680,00	1516	164
2028	3126	10249	1600	0,73	12800	3	28151	18,77	1689,05	1748	-59
2029	3080	10098	1600	0,74	12800	3	28302	18,87	1698,10	1275	423

Tabla 3.3.1.6: Capacidades opción 3.

Todo el análisis realizado se basa en que se cumpla el pronóstico de demanda. En caso de caerse estas premisas, se reevaluarán las decisiones. También se tuvo en cuenta que los días anuales de trabajo son 305.

3.3.2 Balance de masa y balance de línea

Para empezar a realizar el balance de masa, tendremos en cuenta la instancia inicial de producción. Asumiendo que la demanda para el primer año significa un sólo pedido del mismo cliente (representa aproximadamente una instalación de 3,75 MW) se analiza si dicho pedido podrá ser cumplido en cuatro meses. Se asumió que un tracker pesa en total 1500 kg (los números reales son tomados en cuenta para la distribución de producción en el diagrama de Gantt donde un tracker pesa 1508 kg).

En cuanto al scrap producido en cada etapa, se consideraron los siguientes porcentajes de la cantidad de kilos ingresados en cada una:

- Calentado y corte: 0%
- Prensado: 6%
- Rectificado: 3%
- Horno de envejecimiento: 0%
- Mecanizado/ Preensamblado: 2%
- Embalaje: 0%

Se tuvieron en cuenta tres momentos críticos en particular. En principio, el primer año de producción; luego el momento en el que se decide poner tres turnos laborales; y por último el año en el que se invierte en un nuevo horno de envejecimiento. Siempre teniendo en cuenta la capacidad ociosa de las máquinas en base a la proyección de venta de los otros productos. Para estos momentos se evaluó si se cumple con la política de la empresa de tardar menos de 90 días hábiles en producir un pedido anual.

Año 2020

Año 1	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	240050	240050	225647	218878	218878	214500
Scrap	0	14403	6769	0	4378	0
Sale	240050	225647	218878	218878	214500	214500
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1000	1650	1700
Horas necesarias	133	141	133	219	133	126
Días necesarios	29,35	31,07	29,21	48,17	8,29	27,77
Factor de aprovechamiento	4,81%	5,09%	4,79%	7,90%	2,72%	4,55%

Tabla 3.3.2.1: Balance de masas año 2020.

Año 2022

Año 3	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	1190480	1190480	1119051	1085480	1085480	1063770
Scrap	0	71429	33572	0	21710	0
Sale	1190480	1119051	1085480	1085480	1063770	1063770
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1000	1650	1700
Horas necesarias	661	700	658	1085	658	626
Días necesarios	51,49	54,51	51,24	84,50	41,12	48,71
Factor de aprovechamiento	8,44%	8,94%	8,40%	13,85%	8,40%	7,99%

Tabla 3.3.2.2: Balance de masas año 2022.

Año 2023

Año 4	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	1809540	1809540	1700968	1649939	1649939	1616940
Scrap	0	108572	51029	0	32999	0
Sale	1809540	1700968	1649939	1649939	1616940	1616940
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1005	1064	1001	971	1000	951
Días necesarios	58,71	62,16	58,43	56,68	41,67	55,55
Factor de aprovechamiento	9,62%	10,19%	9,58%	9,29%	9,57%	9,11%

Tabla 3.3.2.3: Balance de masas año 2023.

Años no críticos

2021

Año 2	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	831244	831244	781370	757929	757929	742770
Scrap	0	49875	23441	0	15159	0
Sale	831244	781370	757929	757929	742770	742770
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1000	1650	1700
Horas necesarias	462	489	460	758	459	437
Días necesarios	54,56	57,77	54,31	89,55	28,71	51,63
Factor de aprovechamiento	8,95%	9,47%	8,90%	14,68%	8,90%	8,46%

Tabla 3.3.2.4: Balance de masas año 2021.

2024

Año 5	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2474646	2474646	2326168	2256383	2256383	2211255
Scrap	0	148479	69785	0	45128	0
Sale	2474646	2326168	2256383	2256383	2211255	2211255
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1375	1456	1368	1327	1368	1301
Días necesarios	79,85	84,55	79,47	77,09	56,98	75,55
Factor de aprovechamiento	13,09%	13,86%	13,03%	12,64%	13,02%	12,39%

Tabla 3.3.2.5: Balance de masas año 2024.

2025

Año 6	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2204565	2204565	2072291	2010122	2010122	1969920
Scrap	0	132274	62169	0	40202	0
Sale	2204565	2072291	2010122	2010122	1969920	1969920
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1225	1297	1219	1182	1218	1159
Días necesarios	70,75	74,91	70,42	68,30	50,76	66,94
Factor de aprovechamiento	11,60%	12,28%	11,54%	11,20%	11,54%	10,97%

Tabla 3.3.2.6: Balance de masas año 2025.

2026

Año 7	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2030034	2030034	1908232	1850985	1850985	1813965
Scrap	0	121802	57247	0	37020	0
Sale	2030034	1908232	1850985	1850985	1813965	1813965
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1128	1194	1122	1089	1122	1067
Días necesarios	64,79	68,61	64,49	62,55	46,74	61,30
Factor de aprovechamiento	10,62%	11,25%	10,57%	10,25%	10,57%	10,05%

Tabla 3.3.2.7: Balance de masas año 2026.

2027

Año 8	calentado y c	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2643890	2643890	2485257	2410699	2410699	2362485
Scrap	0	158633	74558	0	48214	0
Sale	2643890	2485257	2410699	2410699	2362485	2362485
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1469	1555	1462	1418	1461	1390
Días necesarios	83,93	88,87	83,54	81,03	60,88	79,41
Factor de aprovechamiento	13,76%	14,57%	13,69%	13,28%	13,69%	13,02%

Tabla 3.3.2.8: Balance de masas año 2027.

2028

Año 9	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2835124	2835124	2665017	2585066	2585066	2533365
Scrap	0	170107	79951	0	51701	0
Sale	2835124	2665017	2585066	2585066	2533365	2533365
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1575	1668	1568	1521	1567	1490
Días necesarios	89,52	94,79	89,10	86,43	65,28	84,70
Factor de aprovechamiento	14,68%	15,54%	14,61%	14,17%	14,60%	13,89%

Tabla 3.3.22.9: Balance de masas año 2028.

2029

Año 10	Precalentado y corte	Extrus y corte	Rectificado	Templado	Preensamble	Embalaje
Entra	2140339	2140339	2011919	1951561	1951561	1912530
Scrap	0	128420	60358	0	39031	0
Sale	2140339	2011919	1951561	1951561	1912530	1912530
Capacidades por hora	1800	1700	1700	1700	1650	1700
Horas necesarias	1189	1259	1183	1148	1183	1125
Días necesarios	67,22	71,18	66,91	64,90	49,28	63,60
Factor de aprovechamiento	11,02%	11,67%	10,97%	10,64%	10,96%	10,43%

Tabla 3.3.2.10: Balance de masas año 2029.

En casi todos los casos se comprueba que no se superan los 90 días necesarios para la producción de la demanda proyectada. Además, en el archivo de Excel anexo se observa, cómo según estos datos, se modifica el cuello de botella según el factor de aprovechamiento calculado para cada máquina anualmente.

Sin embargo, en el año 9 de la evolución del proyecto se concluye que no se puede cumplir con la demanda pronosticada. A pesar de esto, si se podrían fabricar en el año 8 donde la capacidad ociosa alcanza, como se ve en el cuadro, para la producción anual más esos 59 trackers extra.

En base a este análisis de requerimiento de entrada de kg/h de ingreso al área de pre ensamble, se dimensionan las dos partes que dependen de mano de obra y de maquinaria. En primer lugar, se empezó asumiendo que se requería de un operario para el cortado y otro en el ensamblado.

Sin embargo, al tercer año se necesitarán 3 máquinas de cortado. Por lo tanto al momento que surja el problema, se deberá evaluar (año 2021) si se puede invertir en una sierra nueva, o se prefiere incluir un nuevo turno de trabajo. Teniendo ya las 2 máquinas compradas, se cumplen los requerimientos hasta el 2023. Sin lugar a duda para el 2024 será necesaria la inversión en una tercer herramienta de corte trabajando también, y hasta el final del proyecto.

Para cumplir con las cantidades determinadas entonces, se concluye que con una pistola de impacto y tres sierras manuales será suficiente para el desarrollo del proyecto completo. Como última política determinada, se decidió que antes de empezar el primer año de proyecto, debemos tener un stock de seguridad de trackers igual a la demanda esperada para el primer año. La justificación de esta decisión radica en que, en la evaluación de mercado, se aclaró que se quiere tener un excelente servicio con los primeros clientes chicos sumado a que son equivalentes a una planta de 3,5 MW.

3.3.3 Mano de obra

A partir de los requerimientos de turnos en las máquinas para cada año, la capacidad ociosa actual de cada sección y la cantidad de trackers a procesar en el taller se calculó la mano de obra necesaria para cada año. A continuación se presenta la tabla de mano de obra.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Ocioso de turnos actuales		0,28	0,29	0,30	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63
% de utilización de tiempo ocioso		0,48	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MOD actual/turno (prensa a empaque)		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Turnos actuales		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
hh/día		208	208	208	208	208	208	208	208	208	208
Costo Op de la MO actual (hh/día)		28	61	63	124	125	126	127	128	130	131
Costo Op de la MO actual (hh/90días)		2532	5493	5670	11147	11251	11355	11459	11562	11666	11770
MOD agregada (prensa a empaque)		0	13	13	13	13	13	13	13	13	13
turnos agregados		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
hh/día agregadas		0	104	104	104	104	104	104	104	104	104
hh/90días agregadas		0	9360	9360	9360	9360	9360	9360	9360	9360	9360
MOD (taller+almacen)		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Turnos de taller		1	1	2	2	3	3	2	3	3	3
hh/día		80	80	160	160	240	240	160	240	240	240
hh/90días		7200	7200	14400	14400	21600	21600	14400	21600	21600	21600

Tabla 3.3.3.1: Mano de Obra necesaria para cada año.

El primer paso del cálculo de la mano de obra fue calcular cuánto del tiempo ocioso actual de los operarios sería utilizado para el proyecto marginal analizado. Estas horas serán consideradas un costo de oportunidad para contabilizar correctamente los costos de mano de obra del proyecto. Posteriormente, se calcularon los turnos que se deberían agregar a la sección de prensado cada año. Se observa que es necesario un nuevo turno a partir del segundo año.

Finalmente se calcularon los turnos de taller necesarios para procesar la producción de trackers de cada año. Se nota una baja de un turno respecto al año anterior en el año 7, que luego vuelve a subir. Como la producción está diseñada para terminarse en cuatro meses del año, esto no es un problema ya que los operarios son contratados por temporada. El suplemento reglamentario determinado por la UOM es del 30%.

3.3.4 Puesta en marcha

Para comenzar la producción estipulada para el primer año, es necesaria la implementación del nuevo lay out. Ya que el cambio no es significativo, con una

semana alcanzará para hacerlo. También, se tiene en cuenta que en el año 5 se deberá dejar un tiempo para la puesta en marcha del nuevo horno.

En cuanto a los operarios, cada vez que se agrega un turno, se estipula un entrenamiento de dos semanas. Sin embargo este tiempo no modifica los calculados anteriormente, ya que se entrenan teniendo la planta en funcionamiento pero solapando la mano de obra capacitada con la nueva. Por último, la construcción del nuevo depósito de guardado de producto terminado llevará aproximadamente un año. Igualmente, eso no evita que el proyecto empiece en 2020 ya que no va a ser esencial para el primer año por las cantidades que se requieren guardar.

- Cada vez que agrego un turno, 2 semanas de entrenamiento
- En el año 5, poner el horno
- Construcción del depósito por meses

3.3.5 Planificación de la producción

Para analizar el ritmo de producción y modelizar los tiempos reales del proceso, se realizó un diagrama de Gantt suponiendo un pedido de tamaño igual a la demanda pronosticada para el primer año, 143 trackers.

En cuanto al proceso de fabricación de los perfiles, las cuatro piezas fabricadas en planta atraviesan los mismos procesos, sin embargo, en el taller éstas difieren en sus transformaciones. Para decidir el orden de fabricación de las piezas se determinó cuales de ellas requieren mayor tiempo de mecanizado y/o ensamblado para ser extruidas primero. Esta decisión se basa en que, por ejemplo, los ejes llevan sólo cuatro perforaciones cada cuatro perfiles, lo que presenta muy poco tiempo de perforado y dejaría a los operarios del taller con capacidad ociosa al comienzo de la producción retrasando la misma. Esta capacidad ociosa durante el proceso se busca eliminar dejando la producción de este tipo de perfil para el final.

Para determinar la prioridad de producción de los diferentes perfiles se calculó el tiempo de taller que cada uno demanda y se ordenó la producción de mayor a menor tiempo. Los cálculos se presentan en la siguiente tabla.

TALLER			Perfil P1 Eje		Perfil P2 Postes		Perfil P3 Uniones		Perfil P4 Marcos	
	Duración	Unidad	Cantidad por perfil	Tiempo hs	Cantidad por perfil	Tiempo hs	Cantidad por perfil	Tiempo hs	Cantidad por perfil	Tiempo hs
Corte		hr/corte	0,00	0,00	5,00	0,00	59,00	0,00	12,00	0,00
Perforado	0,001	hr/kg	123,59	0,02	88,54	0,05	67,20	0,04	59,35	0,04
Ensamble	0,03	hr/poste	-	-	6	0,2	-	-	-	-
TOTAL TIEMPO TALLER				0,02		0,25		0,04		0,04

Tabla 3.3.4.1: Cálculo de tiempo de transformación en taller por tipo de perfil.

De acuerdo con los cálculos el orden de producción de los perfiles será el siguiente:

1. P3 – Uniones
2. P2 – Postes
3. P4 – Marcos
4. P1 – Eje

Respetando el orden de producción y teniendo en cuenta las capacidades y turnos discutidos en el dimensionamiento para el 2020, se planificó la producción de la demanda del primer año como el proyecto inicial de la planta. Al ser un proceso semi-continuo, los procesos contenidos entre el calentado y el envejecimiento se tomaron como uno sólo con la capacidad del cuello de botella, el horno.

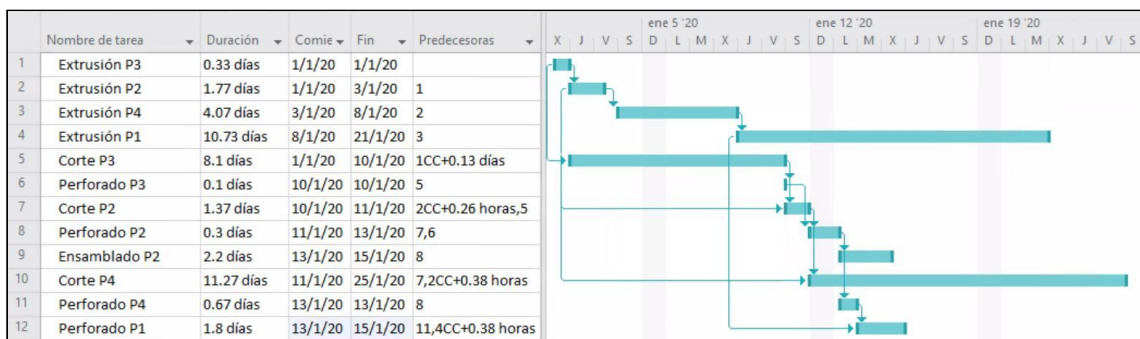


Tabla 3.3.4.2: Diagrama de Gantt de pedido ejemplo.

Se puede observar en el diagrama de Gantt que la realización de este proyecto tomaría apenas 25 días.

Los procesos de taller comienzan a realizarse al salir la primera tirada de perfiles del horno de envejecimiento lo que se puede ver como la dependencia “comienzo-comienzo + tiempo de la primera tirada” en las tareas 5, 7, 10 y 12. A continuación se presentan los cálculos del tiempo en que tarda en salir la primera tirada de extrusión de cada perfil.

EXTRUSION	Capacidad kg/hs	Duración hs/kg	Scrap	Perfil P1 Eje		Perfil P2 Postes		Perfil P3 Uniones		Perfil P4 Marcos	
				Peso perfil	Tiempo hs	Peso perfil	Tiempo hs	Peso perfil	Tiempo	Peso perfil	Tiempo
Calentado y corte	1800,00	0,00	0,00	135,54	0,08	97,10	0,05	73,70	0,04	65,09	0,04
Prensado	1700,00	0,00	0,06	135,54	0,08	97,10	0,06	73,70	0,04	65,09	0,04
Rectificado y corte	1700,00	0,00	0,03	127,41	0,07	91,28	0,05	69,27	0,04	61,18	0,04
Espera promedio para horno	3 (por pieza)				3				3		3
Envejecimiento	1000	5 (por pieza)	0%	123,59	6,00	88,54	6,00	67,20	6,00	59,35	6,00
TOTAL TIEMPO EXTRUSION					9,23		6,16		9,13		9,11

Tabla 3.3.4.3: Cálculo de tiempo de extrusión por tipo de perfil.

3.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En esta sección se realizará un estudio técnico que documenta y analiza los impactos ambientales del proyecto.

3.4.1 Análisis de aspectos e impactos ambientales del proceso productivo

Con el fin de identificar los aspectos ambientales críticos del proceso de producción de trackers de aluminio, se desarrolló la matriz de aspectos e impactos ambientales para el mismo. En esta matriz se plasman ambos conceptos con el objetivo de evaluar su criticidad. Ésto último se hace a partir de ciertos criterios de evaluación en base a los cuales se puntúan a los impactos. Finalmente, se calcula para cada impacto una ecuación que involucra a todos los criterios donde cada uno queda definido de la siguiente manera:

- Extensión: área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno en el que se desarrolla el proceso.
- Grado de destrucción: grado de incidencia del impacto sobre el factor afectado, o grado de afección.
- Frecuencia: nivel de ocurrencia de cada impacto.
- Recuperabilidad: hace referencia la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia del proyecto mediante intervención humana, de la posibilidad de que el factor vuelva al estado anterior al impacto. Notar que el puntaje que reciba el impacto será mayor a menor recuperabilidad.

La matriz previamente mencionada se presenta a continuación:

Matriz de aspectos e impactos							
Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Evaluación impacto ambiental				Críticidad	AAS/AANS
		Extensión	Gravedad	Frecuencia	Recuperabilidad		
Consumo de gas	Agotamiento de recursos no renovables	4	2	2	8	4,8	AANS
Generación de emisiones gaseosas del horno	Aumento de la temperatura del aire afectando la flora y fauna	8	8	4	7	7,2	AAS
	Contaminación de aire	8	8	5	7	7,3	AAS
Generación de calor	Malestar /mareos / deshidratación de los operarios	4	10	4	4	5,8	AANS
Consumo de nafta	Agotamiento de recursos no renovables	4	4	2	8	5,4	AANS
Generación de ruidos fuertes	Daño a la salud de los operarios. Sorderas/ Migrañas/ Stress	4	8	6	4	5,4	AANS
Generación de emisiones gaseosas del transporte	Contaminación de aire	8	8	7	6	7,1	AAS
Generación de residuos particulados viruta de aluminio	Contaminación de suelo y agua	8	8	6	4	6,2	AAS
	Daño a la salud de operarios y transeuntes por aspiración	6	8	7	5	6,3	AAS
Fuga de gas	Contaminación del aire	4	10	2	8	7,2	AAS
Explosiones por mal manejo del gas	Daños de las instalaciones	8	10	1	8	7,9	AAS
	Contaminación de suelo y agua	8	10	1	8	7,9	AAS

Tabla 3.4.1.1: Matriz de Estudio de Imapcto Ambiental.

La criticidad se calculó como el promedio ponderado de los distintos criterios de evaluación según la siguiente ecuación y los respectivos parámetros:

$$Críticidad = 0,2 \times Extensión + 0,3 \times Gravedad + 0,1 \times Frecuencia + 0,4 \times Recuperabilidad \quad (5)$$

- Si $Críticidad \geq 6 \Rightarrow$ Aspecto Ambiental Significativo
- Si $Críticidad < 6 \Rightarrow$ Aspecto Ambiental No Significativo

Como primer aspecto significativo encontramos a la “Generación de emisiones gaseosas del horno”. Dicho horno es utilizado para el envejecimiento artificial del aluminio y esta actividad genera emisiones de CO_2 a la atmósfera. Naturalmente, en nuestro planeta

ocurre un efecto que se conoce como el Efecto Invernadero Natural. El mismo, permite regular la temperatura promedio de la Tierra en 15°C, equilibrando la presencia de los Gases de Efecto Invernadero. Como resultado de ciertas actividades humanas como la generación energética mediante combustibles fósiles, la industria o el uso de los suelos, la presencia de dichos gases en la atmósfera ha aumentado significativamente. La consecuencia directa de esto es el aumento de la temperatura promedio de nuestro planeta.

El CO_2 es un gas inorgánico que forma parte de la categoría de contaminantes químicos primarios. Existen distintas posibilidades para controlar la contaminación de esta etapa del proceso y se optó por proponer el uso de adsorbedores de carbón. Este método de recuperación de contaminantes gaseosos usa partículas de carbón activado para controlar y recuperar las emisiones. Este proceso es altamente eficiente porque logra remover hasta el 99% del contaminante. El proceso de absorción se esquematiza a continuación:

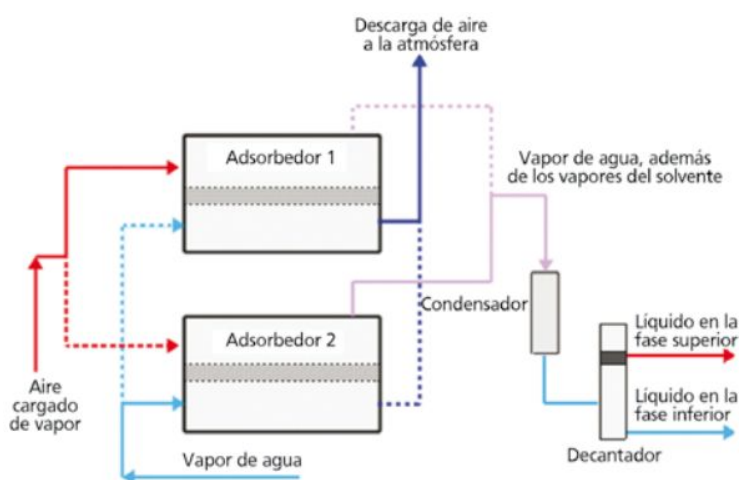


Imagen 3.4.1.1: Adsorbedor de carbón regenerativo.

Por otro lado, el segundo aspecto a evaluar, es la “Generación de residuos particulados de aluminio” por el impacto que el mismo puede tener sobre la salud del personal de la empresa y la posible contaminación de aguas y suelos. El aire contaminado representa una amenaza importante para la salud pública en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que más de dos millones de personas mueren como consecuencia de enfermedades respiratorias vinculadas a la convivencia con aire contaminado.

Este tipo de residuos se considera un partícula gruesa la cual puede llegar a viajar hasta 10 km en suspensión en aire. Como posible solución frente a la situación mencionada se

considera adecuada la colocación de un ciclón para centrifugar el aire y remover el material particulado. A continuación se ilustran dos alternativas de ciclones:

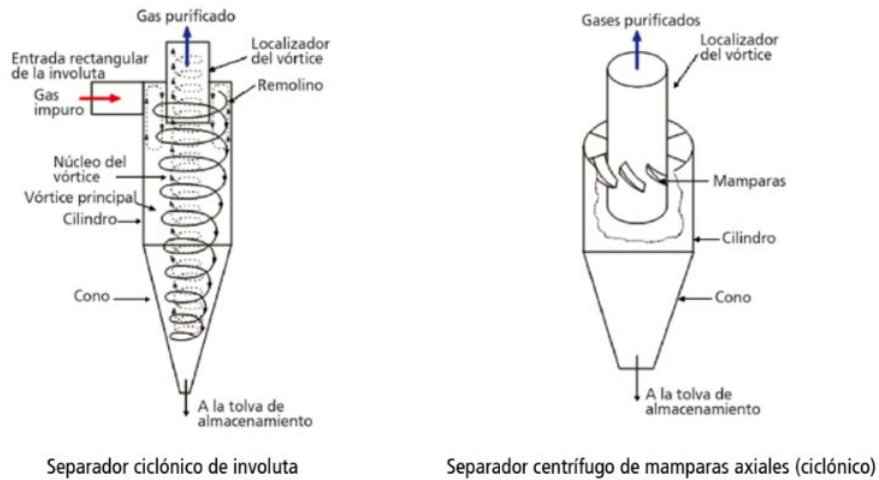


Imagen 3.4.1.2: Distintos tipos de ciclón.

Este dispositivo tiene asociado un bajo costo de capital y de operación y requiere poco mantenimiento. Además, recolecta y desecha el material en seco por lo que permite reciclar el aluminio recuperado. Finalmente, otras de sus ventajas es que puede colocarse en espacios relativamente reducidos.

3.4.2 Análisis ambiental del producto

El proceso de extrusión de aluminio reúne un conjunto de cualidades que lo convierten al producto final en uno de bajo impacto ambiental. Esta actividad se caracteriza por el uso de recursos extensivos que permite su reciclaje hasta el final de la vida útil. En otras palabras, el aluminio extruido es 100% reciclable sin perder sus propiedades mecánicas.

El reciclaje de aluminio es una actividad que ha cobrado gran protagonismo los últimos años debido a los importantes beneficios que implica. Reciclar un kilogramo de aluminio contribuye, entre otras cosas, a:

- Ahorrar 8 kilogramos de Bauxita
- Ahorrar 14 kW de electricidad
- Ahorrar 4 kilogramos de químicos



Uno de los mayores incentivos y que más impacto genera al momento de reciclar este mineral, es el ahorro energético, ya que requiere aproximadamente el 5% de la energía utilizada para producir aluminio primario. En nuestro país, aproximadamente el 90% del

aluminio se recicla y más del 75% producido en el último siglo todavía se encuentra presente gracias a dicha actividad.

Por otro lado, según The Aluminum Association, la energía requerida para producir una tonelada métrica de aluminio disminuyó 11% desde 2005. Además, la huella de carbono de esta industria se redujo un 19% desde ese año. Los productos fabricados en aluminio tienen la cualidad inherente de generar impactos ambientales favorables. Las estructuras para paneles fabricadas con este material tienen la ventaja de reflejar la luz y mantenerlas a más bajas temperaturas.

3.5 LOCALIZACIÓN

La etapa en la que se selecciona el emplazamiento de un proyecto resulta crítica por las implicaciones que derivan de ella. En esta sección, se establecerán los diferentes impactos que puede tener la localización sobre algunas de las variables clave del proyecto de inversión. Primero, se analizará la macrolocalización, definiendo el país y la región o zona que componen el universo de locaciones posibles. Una vez definido este aspecto, se estudiará la microlocalización con el objetivo de establecer una ubicación puntual dentro del abanico de oportunidades.

3.5.1 Macrolocalización

Al momento de estudiar los aspectos macro de la localización, resulta importante alinear el análisis con la finalidad del proyecto y el mercado objetivo propuesto. En base al previo estudio de mercado realizado, se opta por definir al país como Argentina. Consecuentemente con esto, dada la extensión territorial de nuestro país en conjunto con las marcadas diferencias de infraestructura que se presentan en las diversas regiones, se deben analizar distintos factores para poder encontrar la ubicación que los optimice.

Como se mencionó en el primer capítulo, la empresa cuenta con instalaciones en las provincias de Buenos Aires y Mendoza. A las afueras de Capital Federal se alberga la actual planta de producción y en el interior del país uno de los centros de distribución. Los mismos se ubican, desde el punto de vista geográfico, en regiones estratégicas frente al futuro desarrollo de parques solares. Además, el 65% del volumen de ventas actual se distribuye entre ambos puntos lo que implica un cierto grado de familiarización con la región mendocina. En vista de estos aspectos, dichos sitios conformarán el conjunto de alternativas a analizar.

El primer factor, que se considera el de mayor importancia, es el costo que representa el transporte de materia prima y de producto terminado. En otras palabras, se analizarán,

en forma separada, las actividades de abastecimiento y distribución en términos de distancia.

Por un lado, para desarrollar su actividad, Flamia S.A. se abastece de aluminio primario a través de la empresa Aluar. Como único proveedor de materia prima, esta empresa transporta el material desde su planta de producción en la localidad de Puerto Madryn, provincia de Chubut. La ubicación actual de la empresa, orientada hacia el sur del país, presenta una gran ventaja pues facilita el acceso de los proveedores evitando el ingreso a la ciudad y la congestión que eso implica. Con respecto a la alternativa de desarrollar una nueva instalación en Mendoza, desde este punto de vista no resulta conveniente pues la distancia con respecto a Aluar es mayor y los caminos montañosos complejizan el acceso.

Por otro lado, el conjunto de parques al que se apunta distribuir estará dentro de las regiones que conforman la segmentación propuesta en el capítulo anterior. Hasta el momento, no se conoce la ubicación exacta por lo que se definirá un punto representativo para cada región. Cada punto se definió a partir del promedio de irradiación solar diaria y los mismos se pueden apreciar a continuación:

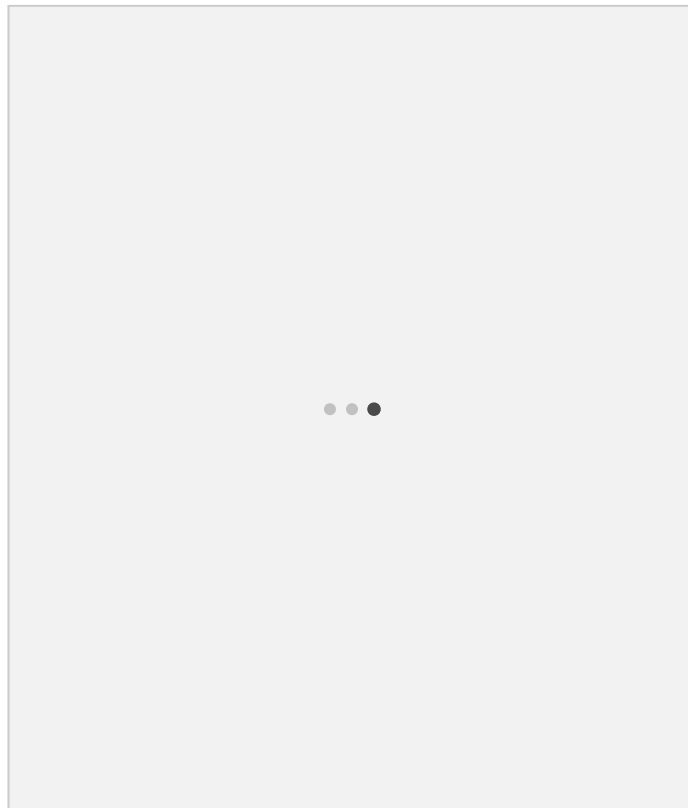


Imagen 3.5.1.1: Baricentro de irradiación por región segmentada.

A partir de la imagen se puede apreciar que, con respecto a la distribución, ambas alternativas presentan distancias similares entre las distintas regiones. La distancia lineal entre ambas alternativas y cada una de las regiones se detalla a continuación.

	NOA	NOE	Centro	Distancia
Buenos Aires	1047 km	570 km	705 km	774 km
Mendoza	530 km	942 km	640 km	704 km
Distancia	789 km	756 km	673 km	

Tabla 3.5.1.2: Distancias entre alternativas y regiones segmentadas.

El siguiente factor a tener en cuenta es la disponibilidad de mano de obra idónea para la producción de trackers. Si bien el proceso productivo no es mano de obra intensivo, requiere del know how para poder mantener los altos estándares de calidad con los que trabaja Flamia S.A.. Actualmente, la empresa cuenta con capital humano especializado tanto en extrusión como en aluminio. Por otro lado, la provincia de Mendoza cuenta con empresas del rubro de la extrusión por lo que existe la posibilidad de que haya mano de obra disponible. Cabe destacar que, si bien la empresa cuenta con empleados propios, los mismos carecen de capacitación en este aspecto.

Actualmente, la planta de producción se ubica en el Parque Industrial Spegazzini, en la localidad de Ezeiza. El mismo reúne un conjunto de características que lo convierten en una ubicación clave para el desarrollo de la actividad. Este polo industrial ofrece buenos accesos para proveedores y distribuidores, así como también una salida inmediata a varias autopistas, evitando el ingreso a la ciudad. Además, proporciona los servicios elementales entre los que se destacan agua, telecomunicaciones, electricidad y gas. Este último resulta esencial ya que es uno de los insumos para el envejecimiento, una etapa crítica del proceso productivo. Por otro lado, la provincia de Mendoza cuenta con parques industriales con cualidades similares al actual. Sin embargo, si tenemos en cuenta los siguientes precios del gas:

Cuadro Tarifario para Grandes Usuarios		
	Buenos Aires	Mendoza
Cargo fijo por factura	\$23.770	\$32.240
Cargo por m3 de consumo	0,4 \$/m3	0,6 \$/m3

Tabla 3.5.1.3: Precio del gas natural para cada alternativa.

podemos ver que la alternativa actual supera a la opcional para el factor definido como el acceso a servicios.

El último factor a considerar es el grado de inversión requerido en cada una de las alternativas. Por un lado, la alternativa de Mendoza implica una gran inversión asociada a la compra de un terreno, construcción de una planta, contratar el total de la mano de obra necesaria y capacitarla. Para la alternativa de Buenos Aires se requieren ciertas modificaciones de la planta existente entre las que se pueden destacar:

- Construcción de un almacén
- Contratación mano de obra extra
- Reordenamiento del Lay Out

Finalmente, se procede a analizar todos los factores mencionados a través del Método de los Factores Ponderados. El mismo se encuentra ilustrado en la siguiente matriz:

Necesidades			Alternativas de Localización					
			Buenos Aires			Mendoza		
Obligatorias	Servicios disponibles		Sí			Sí		
	Terreno disponible		Sí			Sí		
Deseables	Disponibilidad de MO	15	Alta	8	120	Media	4	60
	Accesos	10	Excelentes	8	80	Buenos	5	50
	Costo de MO	20	Normal	7	140	Alto	3	60
	Distancia a proveedores	10	Media	7	70	Alta	5	50
	Distancia a Clientes	10	Media	5	50	Media	6	60
	Inversión	35	Baja	7	245	Alta	3	105
Puntaje		100	705			385		

Tabla 3.5.1.4: Matriz de decisión para la Macrolocalización para la producción de trackers..

A partir de la matriz podemos concluir que la mejor opción para la Macrolocalización, es la alternativa de la provincia de Buenos Aires.

3.5.2 Microlocalización

La siguiente etapa en el estudio de localización es definir una ubicación puntual dentro de la provincia de Buenos Aires. A partir de la Imagen 3.5.2.1 se puede distinguir la delimitación de dicha provincia dentro de la que se establecerá la ubicación definitiva de la planta. Para decidir el lugar exacto se analizará una serie de factores vinculados a la opción de instalarla en lugar actual o en uno alternativo. En la imagen mencionada también se detalla gran parte de los parques que actualmente funcionan en la provincia.

Las posibles opciones a considerar son el Parque Industrial Spegazzini, donde se ubica actualmente, o el Parque Industrial Cañuelas por la cercanía que existe entre ellos. El hecho de optar por una u otra simboliza un costo de oportunidad por los beneficios que se sacrifican al momento de elegir. Las condiciones que ofrece el parque actual, en comparación al alternativo, son muy similares en términos de infraestructura. Ambos tienen acceso a autopista y se encuentran alejados de Capital Federal. Además, dichos accesos y las calles por las que se transita están en excelentes condiciones. Por otro lado, las dos alternativas cuentan con la posibilidad de acceder mediante transporte público.

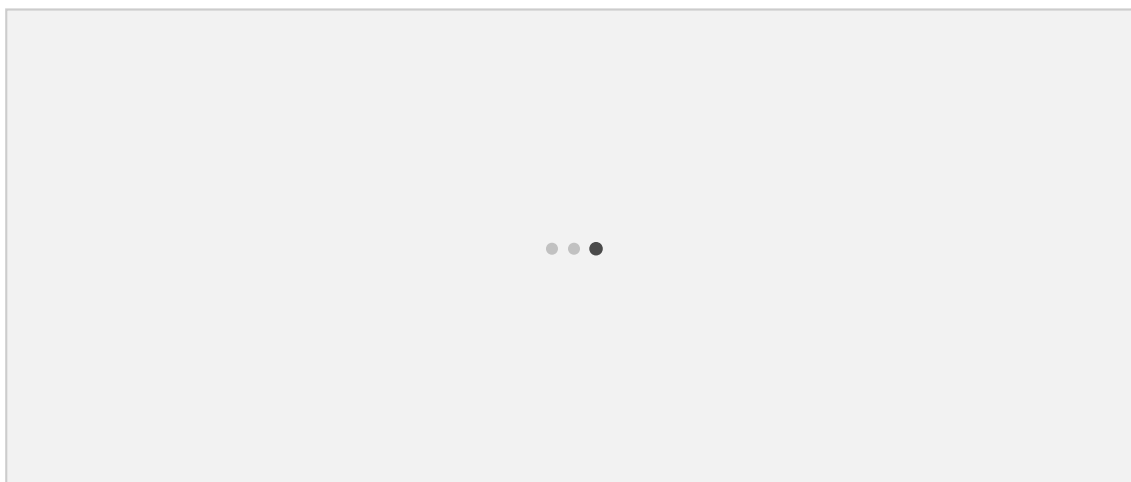


Imagen 3.5.2.1: Ubicación actual y alternativas posibles dentro de la provincia de Buenos Aires.

Resulta imperativo establecer las diferencias entre instalar una planta u optar por la existente, con respecto a la inversión que implica cada una. Por un lado, la planta actual cuenta con aproximadamente el 90% de la infraestructura necesaria. El grado de inversión requerido para este caso es menor pues ya se cuenta con la maquinaria requerida para gran parte del proceso de producción. Además, la mano de obra extra para gestionar la producción del nuevo producto será menor. Si bien las alternativas se encuentran cercanas, instalar una planta nueva significa asignar más recursos para administrarla y complejiza las tareas de abastecimiento y distribución. También, la diferencia entre los tiempos de ejecución del proyecto para ambas alternativas será muy grande por lo que carece de sentido en este aspecto.

En este momento, Flamia S.A. es propietaria de un extenso terreno sobre el cual edificó su planta de 8.000 m^2 dentro del cual existe una superficie en desuso de aproximadamente 14.000 m^2 . Un terreno de estas características representa un ingreso potencial en caso de alquiler de aproximadamente USD 7.000 mensuales. Por otro lado, el costo de la maquinaria necesaria si se optara por una nueva planta ronda los USD 1.500.000, sin considerar la inversión necesaria en terrenos y estructuras edilicias. Para

que los ingresos por alquiler del espacio disponible equiparen a la inversión en maquinaria se necesitaría un total de 214 meses, es decir, más de 17 años.

3.5.3 Descripción del lugar elegido

En base al análisis realizado se concluye que la producción de trackers se realizará en la planta actual de Flamia S.A. aprovechando el espacio en desuso para construir un depósito donde almacenar el nuevo producto. Como se mencionará en una de las secciones posteriores, se harán ciertas modificaciones en la disposición actual de la fábrica. A continuación se muestra una imagen satelital de la planta donde se puede evidenciar lo mencionado con anterioridad. Además, también se encuentra delimitado el espacio que se destinará a la construcción del taller.

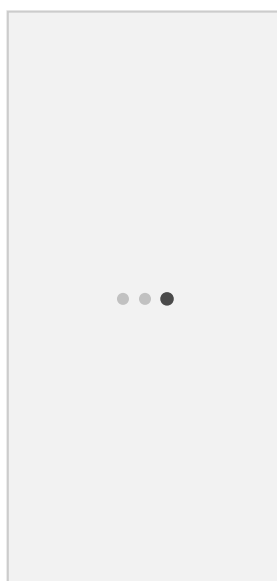


Imagen 3.5.3.1: Ubicación elegida y espacio disponible para construcción..

3.6 LAY OUT

En la actualidad, Famia SA cuenta con un predio de 45000 m², de los cuales 8000 m² son cubiertos. Como se trató en la sección de localización, se utilizará dicha planta para llevar a cabo la producción de las distintas partes que componen a los trackers.

En lo que concierne al lay-out de la planta, se diferencian dos sectores principales; el área de extrusión y el taller de mecanizado y preensamblado. En el primero, los perfiles de las cuatro piezas distintas atraviesan los mismos procesos en el mismo orden, por lo que la producción desde el calentado hasta el envejecido será en línea. Posteriormente los cuatro perfiles son enviados al taller donde reciben distintas transformaciones. Esto último es coherente con una disposición de maquinaria por procesos.

La planta actual posee siete sectores diferenciados, los cuales son:

- La zona de extrusión
- La zona de envejecimiento
- Zona de armado de grandes pedidos
- Zona de preparado para pintura
- Zona de pintura
- Centro de almacenamiento automatizado
- Zona de preparado de pequeños pedidos

La planta actual tiene un sector no delimitado para el almacenamiento de la materia prima, es decir guardan a la intemperie en el lugar donde les quede más cómodo al momento de descargar la materia prima.

El análisis a realizar se hará sobre el el sector donde actualmente se encuentran las extrusoras actuales, las distintas cortadoras, el horno de envejecimiento y la embaladora, como también el sector donde se acumula parte de la producción antes de ser despachada (grandes órdenes de compra con poca variación de tipos de perfiles).

Tanto el área de pintado, el centro de almacenamiento automatizado, como también la zona de preparado de pedidos para carpinteros, no serán materia a estudiar en el proyecto ya que no afectan en el desarrollo del producto.

3.6.1 Lay Out propuesto

A continuación se muestra el Lay Out propuesto de forma detallada con las cotas correspondientes:

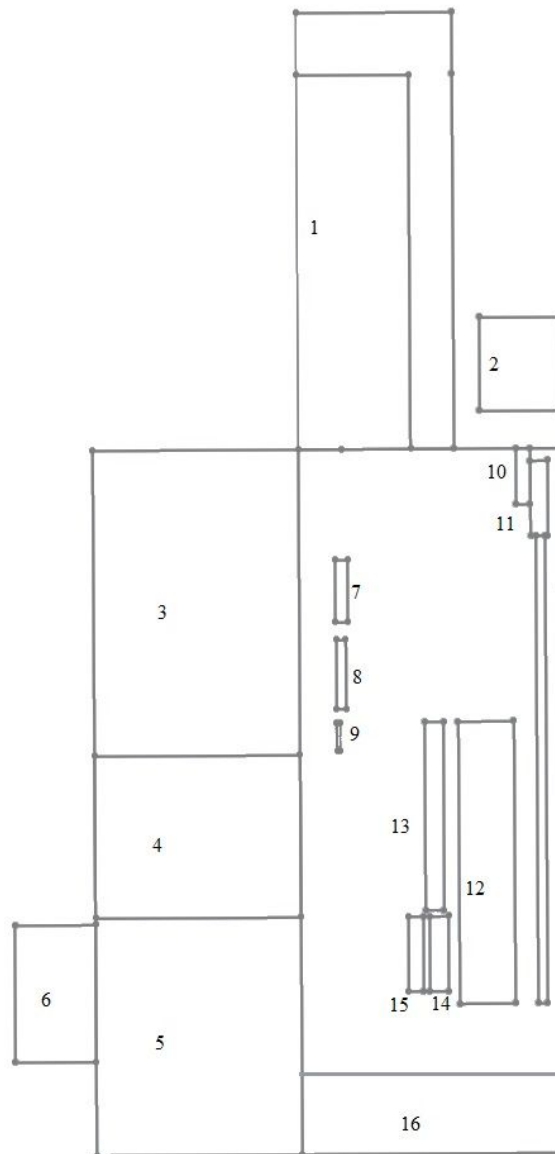


Imagen 3.6.1.1: Lay out propuesto..

Como complemento, se anexan las dimensiones de cada máquina y sector:

Zona	Nombre	X	Y	Area (m2)
1	Deposito para trackers	18	60	1080
2	Deposito de materia prima	13	15	195
3	Zona de armado pedidos chicos	33	49	1617
4	Almacen automatizado	33	26	858
5	Zona de preparado para pintura	33	38	1254
6	Zona de pintado	13	22	286
7	Mesa de trabajo para ensamble	2	10	20
8	Perforadora automatica	1,5	11	16,5
9	Cortadora	4,5	0,5	2,25
10	Horno de precalentado	2,3	9	20,7
11	Extrusora	2,8	12	33,6
12	Zona de estirado y acondicionamiento	9	45	405
13	Zona de preparado para horno	3	30	90
14	Horno de envejecimiento actual	3	8	24
15	Horno de envejecimiento nuevo	2,4	8	19,2
16	Zona de preparado de pedidos grandes	42	15	630

Tabla 3.6.1.2: Dimensiones de maquinas y/o sectores.

Como se puede observar ya no se contará con una segunda extrusora, dicho espacio será ocupado por las distintas etapas del mecanizado final de los distintos perfiles. Con respecto al horno adquirido, se colocará en paralelo al horno ya instalado.

Además se agregó un depósito a continuación de la zona de mecanizado. Dicho depósito se utilizará para almacenar los perfiles ya terminados. En este se apilarán hasta 8 floating baskets.

Para el dimensionamiento del mismo se utilizará el año con mayor demanda como capacidad máxima. Siendo la demanda máxima (cerca a 1750 trackers) se calcularon cuantos baskets se necesitan dando un total de 209. Sabiendo la capacidad de apilamiento de los mismos, se calculó la cantidad de columnas que serían necesarias, dando un total de 27. Afectando dicho valor por el área que ocupa (36 m²) se dimensionó el área a ocupar dentro del futuro depósito (972 m²). Considerando que en el mismo se deben maniobrar los baskets, como también almacenar los elementos tercerizados se dimensionó el área a edificar en unos 1750 m² (75m de largo y 24 de ancho) . Para contención de las mismas y evitar posibles derrumbamientos, se colocaran vigas de contención.

	Longitud perfil	Cantidad que entran en un basket	Cantidad de Trakers que representan	Cantidad de baskets necesarias	Redondeo
Eje	10,72	156	19,50	89,74	90
Poste	2	936	85,09	20,57	21
Marco	0,9	1684,8	20,55	85,17	86
Union	0,2	1872	156	11,22	12

Tabla 3.6.1.3: Dimensionamiento de cantidad de baskets.

Para el dimensionamiento del sector de depósito de materia prima se prosiguió de la siguiente forma. Conociendo el tiempo de entrega de la materia prima, proponemos tener un stock de seguridad de dos días de materia prima, y proponiendo un envío de diez días de producción de materia prima se dimensionó para el año de máxima demanda este sector.

MP por Tracker (kg)	Días SS	Días de stock	Demanda (t)	Cant Trackers día	MP por día (kg)	MP por tocho (kg)	Cantidad de tochos	Tochos por pallet	Cantidad de pallets
1688	3	10	1748	19	32777	300	1420	66	22

Tabla 3.6.1.4: Cantidad de pallets a almacenar.

	Dimensiones pallets (m)
Largo	6
Ancho	1

Tabla 3.6.1.5: Dimensiones de un pallet.

Sabiendo la cantidad de pallets que debe almacenar y conociendo sus medidas, se estableció que al menos el espacio debería tener 195 m^2 .

3.7 ORGANIZACIÓN DE PERSONAL

La planta cuenta actualmente con un Gerente General, del cual dependen los gerentes financiero y administrativo, de personal, de operaciones y de compras. El mayor cambio que va a ocurrir dentro de esta pirámide de jerarquías, es el agregar un puesto adicional como jefe del nuevo taller. Se consideró que este lugar puede ser ocupado por algún trabajador actual de Flamia SA. Dicha persona debe cumplir con un amplio conocimiento en el tema y con desempeño sobresaliente.

Esta elección no solo permite menos costos, (comparado a contratar alguien externo) sino también desde el punto de vista de manejo de recursos humanos, dicho ascenso motiva más a los operarios. El requerimiento de cantidad de estos últimos ya fue definida en el balance de línea y va cambiando a medida que avanza el proyecto de inversión.

En cuanto a la cantidad de operarios que manejan las máquinas del proceso va a ser la misma, con la gran diferencia de que se agregaran turnos, momento en el cual va a haber que contratar a la cantidad necesaria por turno. Además, se deberá contratar a un nuevo operario en el momento en el que se agregue el segundo horno de envejecimiento. Mas allá de estos cambios que serán progresivos, se deberá tener en cuenta que a medida que crezca la demanda se necesitará de más personal que mueva el producto en proceso y los productos terminados.

Actualmente, Flamia contrata entre tres y cuatro empleados externos durante un mes para llenar los puestos producidos por un pico alto de demanda. Durante los meses donde la producción es la estable dentro de la planta hay trabajando ochenta empleados, desde administración y gerencia hasta operarios. Si se quiere llegar a la producción máxima según la maquinaria instalada, se necesitan ciento treinta y dos empleados, mientras hoy en día hay contratados ochenta.

Flamia realiza sus operaciones dentro de la industria metalúrgica del aluminio, por ende los trabajadores se rigen por las normas de la UOM (Unión Obrera Metalúrgica). Este último es el sindicato que agrupa a los trabajadores metalúrgicos de la República Argentina, el cual asigna salarios, vacaciones y obra social, entre otras cosas.

A continuación, se muestra el organigrama de Flamia SA:

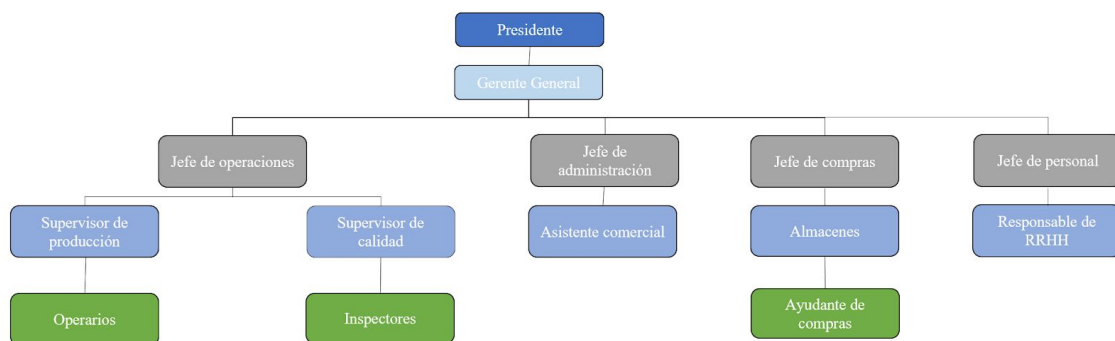


Tabla 3.7.1: Organigrama de Flamia S.A..

3.9 TERCERIZADO

3.9.1 Piezas tercerizadas

Como se aclaró en el MBOM los motores, bulones, cables, rodamientos y placas serán piezas tercerizadas. Para los motores se realizará la compra al proveedor Wuxi Keanergy Photovoltaic Equipment Co., Ltd. Se decidió el tercerizado y compra de los

motores a un proveedor externo para asegurar la cantidad necesaria para entregas de gran escala sin la necesidad de un stock de grandes dimensiones.



Imagen 3.9.1.1: Motor rotativo Wuxi..

En el caso de los rodamientos, al ser una pieza hecha a medida para el tamaño de los ejes a producir, se tomó la decisión de tercerizar ya que no es una operación que agregue valor al producto y no es una ventaja competitiva. Por esto mismo el proveedor que se eligió también es de origen extranjero para asegurar la entrega de las cantidades requeridas. En este caso el proveedor elegido fue IGUS.

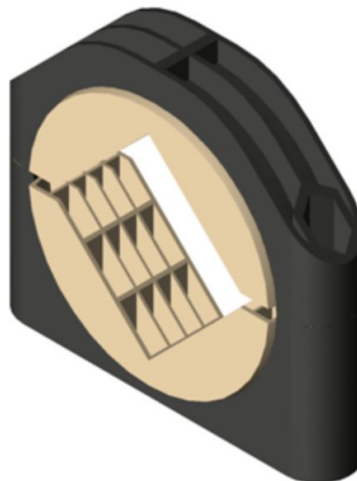


Imagen 3.9.1.2: Rodamiento IGUS.

Para las placas que conectan los postes con los rodamientos y el poste central con el motor, el proveedor elegido reside en el país. Este proveedor es Herrajes Herramar, el cual es capaz de proveer las cantidades requeridas por el proyecto así como la calidad necesaria.



Imagen 3.9.1.3: Placa de aluminio Herremar.

Una pieza clave para el producto, es el controlador de movimiento solar. Este mismo requiere de un experto para su desarrollo, por esto mismo se decidió tercerizar su producción y comprar al proveedor Suntrack el cual reside en los Estados Unidos. Se tomó la decisión de elegir este proveedor por su amplia experiencia y expertise del tema. Los requerimientos del tracker solar desarrollado en este estudio de prefactibilidad, coinciden con los del modelo Suntrack Pro.



Imagen 3.9.1.4: Controlador Suntrack Pro.

Por otro lado, se ha decidido tercerizar otras tareas que requieren de know how especializado. Ese es el caso del transporte y el área de mantenimiento. En la primera, ya se cuenta con proveedores de este servicio desde hace varios años, por lo tanto se seguirá utilizando el mismo teniendo en cuenta el buen servicio brindado y la confianza construida por ambas partes. Para el área de mantenimiento se contratará a SERTEC, como se mencionó anteriormente, de manera de tener la certeza de que se cumplirá con todas las etapas estipuladas de dicho proceso ya que son críticas para la producción.

3.9.2 Tiempos de entrega de proveedores

Para cada producto comprado se analizaron los tiempos de entrega estimados de algunos proveedores, tomándose el valor el comunicado por los mismos como la media de cada uno y el desvío estándar como la posible diferencia de días reportada también por los proveedores. Se aproximaron los días de entrega (LT) como variables aleatorias de distribución normal. A su vez, para ciertas piezas relativamente genéricas, con la intención de contemplar un cambio de proveedores a lo largo del tiempo el valor de los LT para cada pieza se tomó como la suma de las variables aleatorias de los distintos proveedores que también presenta.

Si $X_1, X_2, \dots, X_n$ son n variables aleatorias independientes donde $X_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$ para todo $i = 1, 2, \dots, n$ entonces $\sum_{i=1}^n X_i \sim N(\sum_{i=1}^n \mu_i, \sum_{i=1}^n \sigma_i^2)$

Imagen 3.9.2.1: Universidad Naciona de La Plata. Suma de variables aleatorias de distribución normal. Recuperado el 16 de junio del 2019 de:
http://www.mate.unlp.edu.ar/practicas/117_9_16052017071648.pdf

	Datos particulares			Modelo para varios proveedores	
Nombre de pieza	LT (μ días)	σ	LT (Σμ días)	√(Σσ²)	
Amortiguador	30	5	71	7,7	
	20	5			
	21	3			
Cableado	15	3	35	4,2	
	20	3			
Bulonería	15	2	40	4,7	
	15	3			
	10	3			
Inclinómetro	20	3	No aplica		
Motor	30	7			
Rodamiento	30	7			
Controlador de red	2	1			
Anemómetro	30	2			
Aluminio	2	1			
Plástico de embalaje	12	2			
Placa de apoyo	21	3			

Imagen 3.9.2.2: Calculo de media y desvio de LT de cada producto comprado.

3.9.3 Tiempos de pedido

Al ser un producto que se entrega como un kit de piezas para ser instaladas por el cliente, las piezas tercerizadas deberán estar listas sólo al momento de la entrega. Por prudencia se calculó el recibimiento de las piezas para 3 días antes de la entrega del kit al cliente. La cantidad de días previos a realizar el pedido se calculó como el lead time máximo con un 95% de probabilidad, sumado a los 3 días prudenciales.

Pieza/ Insumo / MP	Z (95%)	μ	σ	LT 95%	Días a pedir antes de uso/entrega
Amortiguador	1,65	71	7,7	84	87
Cableado		35	4,2	42	45
Bulonería		40	4,7	48	51
Inclinómetro		20	3	25	28
Motor		30	7	42	45
Rodamiento		30	7	42	45
Controlador de red		2	1	4	7
Anemómetro		30	2	33	36
Aluminio		2	1	4	7
Plástico de embalaje		12	2	15	18
Placa de apoyo		21	3	26	29

Imagen 3.9.3.1: Cálculo de días previos a la necesidad en los que hacer el pedido.

La materia prima tiene un lead time muy corto y con poca variabilidad neta. Esto se debe a la larga relación entre Aluar y Flamia S.A. y a que la segunda representa un considerable porcentaje de las ventas de aluminio para la primera. Es destacable que esta particularidad permite a su vez modificar el planeamiento de la producción de perfiles con un plazo de pocos días.

3.8 MARCO LEGAL

El marco regulatorio legal dentro del cual se circunscribe la producción de trackers, está conformado por leyes de índole nacional y provincial. Es de vital importancia porque define los límites para distintos aspectos de la actividad. Entre ellos podemos destacar el tratamiento de efluentes, emisiones o el impacto sobre el desarrollo de la zona urbana/rural sobre la que se encontrará la planta. A nivel nacional, el artículo 41 de la Constitución Nacional establece que:

“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.”

Dicho artículo también le impone a cada individuo el deber de preservarlo y les permite hacerlo mediante un conjunto de elementos jurídicos. En consecuencia, todo habitante tiene la posibilidad de actuar en defensa del ambiente propio y ajeno.

Por otro lado, las leyes 24.051 y 25.675 definen cómo gestionar los residuos generados por el proceso en cuestión. La Ley 24.051 establece las disposiciones básicas para el manejo de residuos peligrosos. Un residuo es considerado peligroso cuando existe la posibilidad de que cause daño, directa o indirectamente, a los diferentes actores de nuestro ecosistema. En otras palabras, intenta prevenir el daño a seres vivos, suelos, agua, atmósfera o ambiente en general.

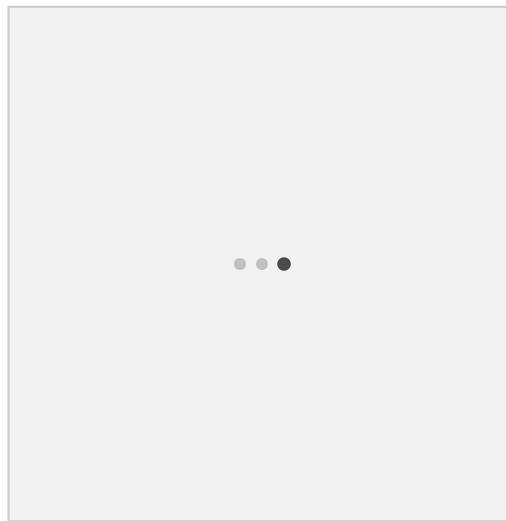


Imagen 3.8.1: Esquematización del marco legal.

La Ley 25.675 establece los presupuestos mínimos con los que se debe gestionar la protección del ambiente y el desarrollo sustentable. La misma también incluye instrumentos políticos de gestión ambiental y un sistema de responsabilidad para quien cause daño al medio ambiente. Ley 20.284 de Contaminación Atmosférica regula todas las actividades propensas a contaminar la atmósfera y define niveles máximos de emisión. El objetivo de esta ley es controlar la calidad del aire y promover estrategias ambientales preventivas que se integren con los procesos.

Como la producción de los trackers se llevará a cabo en la provincia de Buenos Aires, es necesario remitirse a las normativas que rigen allí. A nivel provincial, las regulaciones son más específicas para las distintas actividades. El proceso de extrusión puede regularse mediante un conjunto de leyes, resoluciones y decretos que rigen en la provincia. A continuación, se los detalla:

Norma	Descripción
Resolución 231 96	Aparatos Sometidos a Presión
Decreto N° 3395/96	Efluentes gaseosos
Resolución N° 279/96	Presentación de la Declaración Jurada de Efluentes Gaseosos Industriales
Ley 5965	Protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera
Ley 11.723	Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales
Resolución N° 60/96	Tratamiento de residuos industriales in situ
Resolución N° 345/98	Establecimientos industriales que generen residuos industriales

Tabla 3.8.2: Regulaciones provinciales..

El conjunto de leyes mencionado tiene como finalidad generar procesos productivos más limpios. Toda esta normativa promueve el ahorro de materia prima, agua, energía y la eliminación o mitigación de los aspectos tóxicos del proceso. En otras palabras, se intenta buscar la mejora continua para reducir costos y aumentar la competitividad sin quitar el foco de la preservación del medio ambiente.

4. CAPÍTULO IV: ECONÓMICO FINANCIERO

En este capítulo se realiza un análisis económico financiero del proyecto con el objetivo de estudiar su rentabilidad. El mismo está cimentado en la información obtenida a partir de secciones anteriores por lo que el alcance temporal será de diez años. Para ello, se confeccionó un modelo que analiza inversiones requeridas, ingresos, egresos, tasa de descuento, entre otros y que permiten valorar el proyecto. Todo esto se realiza de manera marginal, considerando únicamente aquello que corresponde a este proyecto por lo que aquellos aspectos externos a él serán un costo hundido.

Esta sección se realizó a partir del uso de herramientas financieras como el cuadro de resultados, balance económico o flujo de fondos del proyecto y que ayudan a definir si el proyecto genera valor. Además, se establece la estructura de capital del proyecto para lograr este objetivo. Finalmente, el análisis se enmarca en la situación macroeconómica del país considerando su evolución en el futuro pertinente al proyecto.

4.1 COSTOS

4.1.1 Evolución de stock

Debido a que la empresa producirá siempre a pedido y junto con el plazo de entrega que quiere proveer, provoca que no quede stock de producto en proceso ni de producto terminado a fin de año cuando cierra el ejercicio.

4.1.2 Elección de tipo de costeo

Debido a que la producción de trackers es estacional, resulta conveniente utilizar costeo por absorción de manera que no se impacte el cuadro de resultados hasta no realizar las ventas. De esta manera es más visible el efecto que tienen los costos del período sobre las utilidades. De haber elegido el costeo directo, se consideran la materia prima directa, la mano de obra directa y los cargos indirectos sin importar que dichos elementos tengan características fijas o variables en relación con el volumen producido. De todas maneras, cuando el volumen de ventas sea igual al volumen de producción en un período, las utilidades en ambos métodos son iguales.

4.1.3 Gastos

4.1.3.1 Gastos de Fabricación

Costos de Mano de Obra Directa

Actualmente la fábrica opera a dos turnos, con la MOD siendo subutilizada en los mismos. Durante los primeros dos años del proyecto, el tiempo ocioso de la MOD actual alcanzará para cubrir las necesidades de las secciones de prensado y horno, y de empaquetado y matricería. Estas horas de MOD serán entonces consideradas como un costo de oportunidad dado que se podría asignar otras tareas a los operarios. Por otro

lado, el taller y el almacén no existen actualmente por lo que la MOD necesaria serán provista por nuevos empleados durante todo el proyecto.

A partir del año 2 se agrega un turno y a partir de este momento el costo de MOD de prensado y horno, empaquetado y matricería quedará conformado por una parte de costo de oportunidad y un turno de sueldos comunes.

Los costos por hora de MOD para esta industria son:

- Turno diurno 166\$/h
- Turno nocturno 250\$/h

Ambos costos son del salario bruto, por lo que incluyen el 23% de las contribuciones a la seguridad social que debe abonar el empleador y el 17% de retenciones a los empleados.

Costos de Oportunidad de las máquinas

Del total de la maquinaria que actualmente está subutilizada, las más importantes son la extrusora de perfiles de aluminio y el horno de envejecimiento. La primera, se considera que no tiene costo de oportunidad debido a que su utilidad es muy restringida.

Para calcular cuál sería el costo de oportunidad de alquilar el tiempo ocioso del horno se estimó en un 10% del costo energético que éste tiene. Esta valor surge como dato brindado por el dueño de Flamia S.A. siendo lo máximo que estaría dispuesto a pagar por tercerizar esta parte de la línea de producción.

Costo de MP

La materia prima es uno de los factores de costos que afecta directamente el costo total por tonelada producida. El costo de materia prima para producir un tracker en USD/Tn para cada año es:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Aluminio	2.741	2.806	3.162	2.796	2.531	2.776	3.140	2.677	2.673	2.808
Motores	367	367	367	367	367	367	367	367	367	367
Tornillos	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Planchas										
Controlador										
Costo MP	3.675	3.663	3.657	3.653	3.651	3.649	3.649	3.648	3.648	3.648

Tabla 4.1.3.1: Costo en USD/Tn de materia prima por componente y por año.

Los costos en USD se han pesificado año a año teniendo en cuenta la tasa de cambio proyectada para dicha moneda. Puntualmente el precio del aluminio, que representa casi el 80% del costo de materia prima, se definió mediante mean reversion en el capítulo de estudio de mercado y el mismo se estabiliza en 2881 USD/Tn a partir de 2026.

Gastos en energía eléctrica

Los gastos vinculados a energía eléctrica se definieron a partir del consumo de Flamia S.A. para el nivel de actividad actual. A través de facturas mensuales y detalles de la producción proporcionados por la empresa se obtuvo un gasto mensual equivalente a 2200 \$/Tn. Dicho valor no contempla el gasto fijo incluido en la factura pues, como se mencionó, se analiza marginalmente. A continuación, se detalla la información para obtener dicho valor para el consumo eléctrico:

Gasto Flamia [\$/mes]	653.478
Cargo fijo [\$/mes]	4.434
Gasto Flamia sin cargo fijo [\$/mes]	649.044
Producción Flamia [Tn/mes]	295
Gasto energía [\$/Tn]	2.200

Tabla 4.1.3.2: Gastos en energía eléctrica.

Año	Costo energía [\$/Tn]
2020	2.200
2021	2.377
2022	2.533
2023	2.689
2024	3.431
2025	3.889
2026	4.380
2027	4.898
2028	5.444
2029	6.021

Tabla 4.1.3.3: Gastos en energía eléctrica por año del proyecto.

Gasto en gas

El consumo asociado a este servicio fue determinado de la misma manera que el anterior. En primer lugar, se obtuvo el consumo mensual de gas en metros cúbicos para el nivel de producción mensual promedio de 2019. A partir de esto se determinó el consumo en metros cúbicos por tonelada producida actualmente. Los datos mencionados se muestran a continuación:

Consumo Flamia [m3/mes]	30.000
Producción Flamia [Tn/año]	3.540
Producción Flamia [Tn/mes]	295
Consumo [m3/Tn]	102
Valor m3 [\$ /m3]	3,33

Tabla 4.1.3.4: Gastos en gas.

Teniendo en cuenta las toneladas producidas anualmente durante el proyecto se obtuvo el consumo de gas en metros cúbicos. Como el análisis realizado es marginal, el cargo fijo no se incluye dentro del costo asociado a este servicio, sino que únicamente el costo variable. El mismo se obtuvo a partir del cuadro tarifario de MetroGas para la categoría de usuario a la que pertenece Flamia S.A. Por ello, el gasto anual teniendo en cuenta la inflación proyectada es el siguiente:

Año	Costo gas [\$ /Tn]
2020	488
2021	722
2022	1097
2023	1711
2024	2738
2025	4491
2026	7544
2027	12976
2028	22838

2029	41108
------	-------

Tabla 4.1.3.5: Gastos en gas por año del proyecto.

Gastos de mantenimiento

A la hora de tener en cuenta los gastos de mantenimiento se considera la utilización de aceites lubricantes, la compra de algunos repuestos para máquinas y la realización de mantenimiento preventivo para todas los siguientes bienes de uso: grúa, horno, perforadora, racks, cortadora, pistola neumática y compresor. Estos ocupan aproximadamente 2% de los costos totales. Hay que tener en cuenta que a las matrices no se les realiza tanto mantenimiento ya que no duran más que un año.

Gastos Generales

En este sector incluimos a limpieza y seguridad. Actualmente Flamia S.A. cuenta con dos empresas las cuales les brindan estos servicios. Con respecto al primero, se cuenta con personal que cobran 350 \$ / por persona por hora, aproximadamente 10 personas en este sector. La seguridad cambia según el horario, se cuenta con dos personas en turno noche y una en los turnos del día, que cobran 270 \$ / por persona por hora.

4.1.3.2 Gastos Administrativos

Costos de Mano de Obra Indirecta

Para que el proyecto sea exitoso, debido a que es una diversificación en el negocio tradicional de Flamia S.A., es necesario contratar un nuevo equipo que lleve a cabo el proyecto de manera casi independiente. Los nuevos puestos contratados y sus sueldos brutos más los aportes patronales en el año 1 son los siguientes:

- Jefe de producto 178.000 \$
- Gerente de Marketing/Comercial 178.000 \$
- Encargado de Finanzas 148.000 \$
- Encargado de Recursos Humanos 89.000 \$
- Encargado de Compras 89.000 \$
- Encargado de Logística 89.000 \$
- Vendedores (sueldos contabilizado dentro de fuerza de ventas)

4.1.3.3 Gastos de Comercialización

Fuerza de Ventas

Para lograr el market-share deseado se establecerá un equipo dedicado a la fuerza de ventas. Éste se hará presente en las convenciones anuales de la industria, visitará a los posibles clientes y se ocupará de establecer y mantener las relaciones con los clientes. Además, se incurrirá en otros esfuerzos publicitarios como una nueva página web

independiente de la que la empresa utiliza para la venta de perfiles. Los costos de visitas pre y post venta fueron calculados de manera proporcional a la demanda anual.

Costos logísticos

Teniendo en cuenta el peso máximo que puede llevar el medio de transporte elegido, y tomando como dato que en cada camión entran 23 trackers, se estimó la cantidad de camiones necesaria para cada año. En base a eso, y sabiendo como dato del costo de transporte por tonelada, se obtuvieron los costos en dólares y pesos anuales. El medio de transporte seleccionado fue un camión escalable que soporta hasta 33 toneladas y no tiene restricciones de circulación en rutas provinciales.

4.1.3.4 Impuestos

Se listan a continuación los impuestos que afectan al proyecto y sobre qué aplica cada uno.

- Impuesto a los Ingresos Brutos 3,5%
 - Aplica a: Ingresos por ventas
- Impuesto de nacionalización 2%
 - Aplica a: Precio de maquinaria comprada en el exterior
- IVA 21%
 - Aplica a: Inversiones en activo fijo, Ventas, Costos e Intereses
- Impuesto a las Ganancias 25%
 - Aplica a: Utilidad neta después de intereses e impuestos

4.1.3.5 Bases de Prorratio

No se prorratio los gastos fijos ya existentes de Flamia S.A. sobre el proyecto marginal. Sin embargo, se crearon nuevos que impactan en los costos del nuevo proyecto pero son particulares del mismo, como por ejemplo los empleados administrativos que son propios del proyecto.

4.2 INVERSIONES

A continuación, se detallan las inversiones necesarias para la instalación y puesta en marcha de la producción de soportes ‘trackers’ para paneles fotovoltaicos dentro de la actual fábrica de Flamia S.A. La justificación y cálculo de la necesidad de las mismas se encuentra detallada en la sección de ingeniería, en esta sección se expone solamente sus impactos económicos y financieros. Para facilitar la comprensión se proporciona al inicio de esta sección un calendario de inversiones.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Matrices	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Grúa	X										
Instalación grúa	X										
Depósito	X										
Perforadora taller	X										
Pistolas neumáticas	X										
Racks	X										
Depósito nuevo	X										
Horno de envej.				X							

Tabla 4.2.1: Calendario de inversiones del proyecto.

Liquidación de activos

Para el manejo de las inversiones, en el fin del proyecto se seleccionó el método de liquidación. Este método supone un fin drástico de la empresa o proyecto, se venden los activos a valor de libros, se recupera capital de trabajo (pagan deudas, cobran créditos, realizan stocks y recupera caja mínima), se venden terrenos y consideran costos de cierre. Para el proyecto marginal aquí tratado, se venden sólo los activos adquiridos exclusivamente para el proyecto.

4.2.1 Activos Fijos

Las inversiones de este tipo están cotizadas en dólares como es natural en el rubro de la construcción y maquinaria importada. En los estados contables se calculan en pesos dada la cotización anual del dólar.

Depósito de producto terminado

El galpón necesario para el guardado del stock deberá ser construido durante el año 0 para estar disponible para utilizar en el año 1 cuando se comience a producir. El costo de construcción de un galpón de estas características es aproximadamente de 450 USD el m². El alto costo del mismo se debe a las capacidades mecánicas que debe tener el piso para soportar las toneladas de aluminio y el puente grúa para movilizar las mismas. El galpón a construir es de 1750 m² por lo que la inversión total en el mismo es de 787.500 USD.

Puente grúa para mover inventario

El puente grúa que irá instalado en el depósito tiene un precio de 68.000 USD. Además de la inversión propia de la máquina, se debe contemplar la inversión adicional que representa su instalación. Ésta última tiene un costo de 10.000 U\$\$. La instalación de la grúa se lleva a cabo en el año 0, para estar operativa en el año 1.

Taller de mecanizado de piezas

El nuevo taller de mecanizado de piezas irá donde actualmente se encuentra la segunda línea de prensado que está prácticamente inutilizada. Esto elimina la necesidad de construir infraestructura para el mismo.

Se listan a continuación las máquinas del taller a adquirir en el año 0 y sus respectivos precios:

• Perforadora	10.000 USD
• Pistolas neumáticas x 3	30.000 AR\$
• Compresor	262 USD
• Cortadora	2.615 USD

Matrices para los perfiles

Las matrices para la extrusión se desgastan a lo largo de su uso. Este desgaste se estima según las toneladas de material extruido. Esta geometría de perfiles es beneficiosa, ya que por su simplicidad, la matriz tiene poco desgaste mecánico. Se estima que estas matrices podrán extruir 180 ton de producto final antes de producir desperfectos significativos que reduzcan la calidad del producto. Cada matriz tiene un costo aproximado de 3.000 USD y la cantidad a comprar en cada año se puede ver en el calendario de inversiones.

Racks

Para movilizar y almacenar los perfiles se comprarán racks en el año 0. Los mismos suponen una inversión de 334.000 AR\$.

Horno

En el año 3, para cumplir con la demanda creciente en los plazos que la empresa se propone, se deberá comprar un segundo horno de envejecimiento. El mismo supone una inversión de 80.000 USD.

4.2.2 IVA a la Inversión

Para calcular el IVA se tomo 21%. A continuación se muestran los valores de IVA a la inversión para cada activo fijo que sea afectado por dicho impuesto. El total de la inversión es de \$15.637.902.

IVA a la inversión	\$15.637.902
Depósito	\$7.890.041
Instalación de grúa	\$100.191
Horno (tipo de cambio del año de compra)	\$4.077.304
Perforadora	\$100.191
Grúa	\$681.299
Racks	\$70.134
Matriz	\$5.393.562
Cortadora	\$30.850
Pistola neumática	\$300.573
Compresor	\$3.085

Tabla 4.2.2.1: IVA del proyecto discriminado.

4.2.3 Activo de Trabajo

El proyecto está fundado en la idea aprovechar los recursos ya existentes de Flamia S.A.. Si bien la empresa cuenta con capacidad ociosa en este momento, la incorporación del nuevo proyecto modificará las condiciones actuales por lo que será necesario invertir en Capital de Trabajo. El mismo, resulta de la diferencia entre Activo Corriente y Pasivo Corriente.

En este caso en particular, los aportes de capital se realizan en los primeros dos años únicamente. En el primer año se adquiere el capital necesario para cubrir los costos iniciales, y en el segundo, para poder mantener las ventas a crédito. Estas ventas a crédito son a un año y se otorgan nada más que durante los años 1 y 2. A continuación se muestra las inversiones:

Año	Aporte de Capital [\$]
1	15.574.364
2	31.658.667
3	119.175.490
4	3.731.461

Tabla 4.2.3.1: Aporte de capital para cada año.

4.2.4 Amortizaciones

Amortizaciones de los activos fijos

En la tabla a continuación se presentan los períodos de amortización de las diferentes inversiones. Todos los activos se consideraron con valor residual nulo.

Inversión	Período de amortización [años]
Depósito nuevo	30
Instalación de grúa	10
Horno	10
Perforadora	10
Grúa	10
Racks	10
Cortadora	10
Pistolas neumáticas	10
Compresor	10

Tabla 4.2.4.1: Período de amortización para cada bien de uso.

Para cada activo amortizable se presenta la siguiente tabla con el cálculo de las amortizaciones anuales de cada uno en pesos argentinos.

	Precios (dolares)	Precios (pesos)	Vida útil contable	Vida útil	Valor residual	Amortización por año
Depósito	787.500	37.571.625	30	25	0	1252387,5
Instalación de grúa	10.000	477.100	10	25	0	47710
Horno	80.000	5.085.600	10	25	0	508560
Perforadora	10.000	477.100	10	12	0	47710
Grúa	68.000	3.244.280	10	25	0	324428
Racks	7.000	333.970	10	25	0	33397
Matriz	12.000	572.520	10	1	0	57252
Cortadora	3.079	146.906	10	12	0	14690,63575
Pistola neumática	629	30.000	10	12	0	3000
Compresor	308	14.691	10	23	0	1469,063575

Tabla 4.2.4.2: Amortizaciones en pesos.

4.3 ESTADO DE RESULTADOS

Ingresos

En la primera sección se definieron precios y cantidades proyectados a diez años que conformarán las ventas para este período. Al hacer referencia a este apartado, resulta oportuno volver a remarcar cómo evolucionará la principal fuente de ingresos del proyecto. Teniendo en cuenta que la empresa paga 3,5% de Ingresos Brutos, se presentan las Ventas netas a continuación:

Año	Unidades vendidas [trackers]	Ventas brutas [\$]	Ventas netas [\$]
2020	143	\$ 80.571.143	\$ 77.751.153
2021	495	\$ 418.499.583	\$ 403.852.098
2022	709	\$ 970.094.484	\$ 936.141.177
2023	1078	\$ 2.169.373.518	\$ 2.093.445.445
2024	1474	\$ 4.521.376.602	\$ 4.363.128.421
2025	1313	\$ 6.919.442.683	\$ 6.677.262.189
2026	1209	\$ 11.392.963.937	\$ 10.994.210.199
2027	1516	\$ 22.723.564.695	\$ 21.928.239.930
2028	1748	\$ 45.974.699.053	\$ 44.365.584.586
2029	1275	\$ 61.721.705.613	\$ 59.561.445.916

Tabla 4.3.1: Ventas netas por año del proyecto.

4.3.1 Cuadro de Resultados

En este apartado se detalla el cuadro de resultados que permite visualizar las utilidades netas de cada período. Los cálculos de cada concepto se encuentran desarrollados en el Excel adjunto.

Inflación acumulada->	144%	213%	324%	505%	800%	1326%	2228%	3832%	6744%	12139%	22336%
Valor dólar ->	47,71	68,89	102,16	155,48	242,70	388,31	636,46	1.068,01	1.833,84	3.220,41	5.781,03
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas Brutas	81.134.577	419.345.037	971.462.741	2.171.385.924	4.521.376.602	6.924.712.632	11.402.387.397	22.723.564.695	45.922.096.422	61.624.887.251	
Impuesto a ingresos brutos	-2.839.710	-14.677.076	-34.001.196	-75.998.507	-158.248.181	-242.364.942	-399.083.559	-795.324.764	-1.607.273.375	-2.156.871.054	
Ventas Netas	78.294.867	404.667.961	937.461.545	2.095.387.417	4.363.128.421	6.682.347.690	11.003.303.839	21.928.239.930	44.314.823.047	59.468.016.197	
Costo de MP	-45.678.574	-238.860.796	-586.316.968	-1.230.151.617	-2.434.199.519	-3.899.558.301	-6.816.465.953	-12.504.448.198	-25.249.981.499	-34.720.584.637	
Costo de piezas tercerizadas	-11.407.950	-58.270.200	-126.947.429	-301.150.178	-658.232.234	-961.750.551	-1.486.130.785	-3.197.125.349	-6.466.262.660	-8.463.138.800	
Costo de matriceria	-572.520	-826.663	-1.838.821	-4.197.894	-9.465.171	-12.814.385	-19.093.718	-38.448.227	-71.519.954	-106.273.553	0
Costo MOD	-2.166.349	-13.792.244	-32.805.193	-45.783.513	-94.736.845	-136.540.782	-209.308.844	-495.647.313	-1.063.778.425	-1.295.126.227	
Gasto de energía eléctrica	-1.012.815	-5.302.649	-11.841.157	-28.792.356	-64.505.551	-96.606.034	-153.011.019	-337.403.206	-699.466.224	-938.358.377	
Gasto de gas	-155.891	-816.177	-1.822.575	-4.431.682	-9.928.610	-14.869.474	-23.551.255	-51.932.658	-107.660.922	-144.430.889	
Gastos de mantenimiento	-63.321	-96.248	-150.147	-240.236	-393.986	-661.897	-1.138.463	-2.003.695	-3.606.651	-6.636.238	
Costo de oportunidad del horno	-16.412	-85.927	-191.881	-466.567	-1.045.284	-1.565.458	-2.479.476	-5.467.470	-11.334.542	-15.205.684	
Costo de oportunidad del terreno	-5.786.641	-8.581.165	-13.080.115	-20.386.521	-32.618.434	-53.462.409	-89.712.530	-154.042.979	-270.514.499	-485.606.516	
Utilidad Bruta	-572.520	11.180.251	77.023.734	160.128.185	454.519.576	1.054.653.574	1.498.239.065	2.183.057.287	5.108.649.108	10.335.944.071	13.398.928.829
MOI/ Gastos administrativos	-19.707.694	-29.955.695	-46.730.885	-74.769.415	-122.621.841	-206.004.693	-354.328.073	-623.617.408	-1.122.511.334	-2.065.420.855	
GGF Seguridad y limpieza	-9.257.933	-14.072.058	-21.952.410	-35.123.856	-57.603.125	-96.773.249	-166.449.989	-292.951.980	-527.313.564	-970.256.957	
Gasto en flete	-1.062.190	-5.304.881	-11.873.707	-28.784.744	-63.257.354	-95.169.273	-150.050.220	-331.310.886	-691.431.413	-922.369.505	
Costo empleados de venta	0	-2.273.965	-3.456.426	-5.392.025	-8.627.240	-14.148.674	-23.769.772	-40.884.008	-71.955.855	-129.520.539	
Otros gastos de fuerza de venta	-10.990	-29.604	-51.125	-79.754	-142.897	-259.426	-435.836	-749.638	-1.446.889	-2.604.400	
EBITDA	-583.510	-21.151.136	24.183.549	74.099.404	307.071.423	796.763.154	1.076.086.242	1.470.595.359	3.787.366.091	7.862.562.821	9.198.193.991
Amortizaciones	-1.727.333	-1.727.333	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	-2.971.153	
EBIT	-583.510	-22.878.468	22.456.217	71.128.251	304.100.270	793.792.001	1.073.115.089	1.467.624.206	3.784.594.938	7.859.591.668	9.195.222.838
Intereses	0	0	-12.449.866	-35.096.706	-135.710.184	-120.328.428	-168.277.656	-238.594.058	-334.503.024	-455.395.773	0
Resultados por tenencia Tc	-16.131.496	-61.013.895	-238.420.115	-377.104.706	-555.884.898	-820.103.160	-1.205.108.068	-1.746.162.803	-2.450.914.751	-3.213.998.232	
Impuesto a las ganancias	0	0	0	0	0	-29.394.669	-21.183.568	-5.980.520	-425.932.278	-1.238.320.286	-1.495.306.151
Utilidad Neta	-583.510	-39.009.964	-51.007.543	-202.388.569	-208.714.620	88.184.006	63.550.704	17.941.561	1.277.796.833	3.714.960.859	4.485.918.454

Tabla 4.3.1.1: Cuadro de resultados del proyecto.

4.3.2 Tratamiento de la inflación y de la variación en el tipo de cambio

Para realizar la evaluación Económica-Financiera del Proyecto de Inversión, se tomó como válida la proyección hasta el año 2023 del precio del dólar. A partir de estos datos desde el 2009 hasta el 2023, se proyectó el valor hasta el 2030. Se consideró una proyección con una fórmula polinómica. En cuanto a la inflación, se procedió de la misma manera proyectándola con una función potencial. De esta manera, los valores finales tomados quedan de la siguiente manera:

Año	Dólar	Inflación
2019	48	44%
2020	69	48%
2021	102	52%
2022	155	56%
2023	243	60%
2024	388	64%
2025	636	68%
2026	1.068	72%
2027	1.834	76%

2028	3.220	80%
2029	5.781	84%

Tabla 4.3.2.1: Inflación y tipo de cambio por año del proyecto.

4.3.3 Punto de equilibrio por período

Consiste en calcular la cantidad de ventas mínimas necesarias para cubrir los costos variables y fijos anuales. Se realiza cada un año ya que existe una variación de la relación entre tipo de cambio e inflación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas netas (\$)	\$ 78.294.867	\$ 404.667.961	\$ 937.461.545	\$ 2.095.387.417	\$ 4.363.128.421	\$ 6.682.347.690	\$ 11.003.303.839	\$ 21.928.239.930	\$ 44.314.823.047	\$ 59.468.016.197
Costos fijos (\$)	\$ 39.285.508	\$ 70.004.961	\$ 120.170.529	\$ 185.073.679	\$ 322.382.331	\$ 517.648.639	\$ 862.571.545	\$ 1.641.666.118	\$ 3.119.849.412	\$ 5.065.734.315
Costos variables (\$)	\$ 60.160.495	\$ 310.479.450	\$ 743.191.612	\$ 1.603.242.315	\$ 3.243.982.936	\$ 5.088.612.809	\$ 8.670.136.935	\$ 16.499.207.721	\$ 33.332.410.814	\$ 45.204.087.892
Punto de equilibrio	310	368	439	405	425	426	447	458	497	453

Tabla 4.3.1.1:Desgloce del punto de equilibrio año a año.

Además, se graficó para el cuarto período cómo quedará el punto de equilibrio de 405 unidades de trackers.

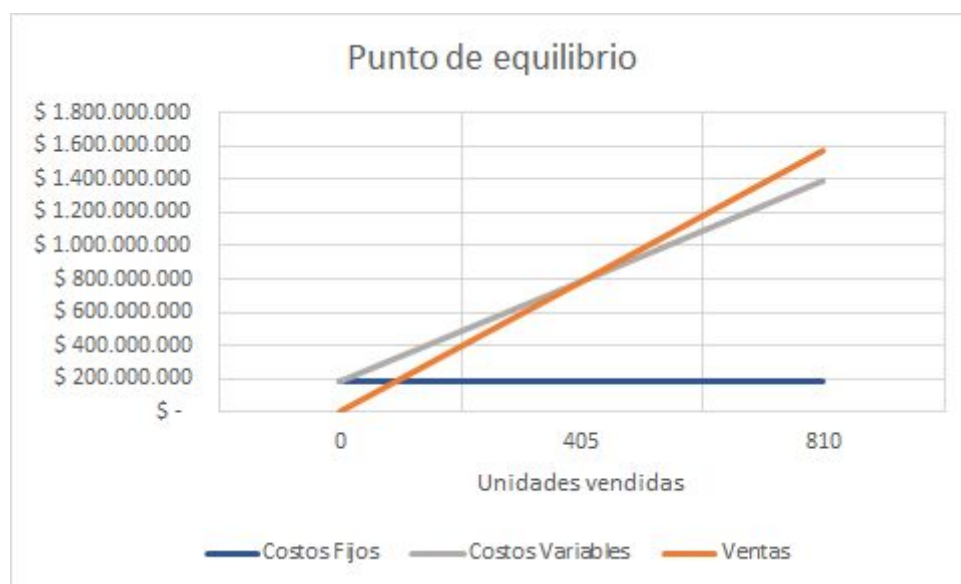


Tabla 4.3.4.1: Punto de equilibrio para el año 4.

4.4 FINANCIAMIENTO

4.4.1 Estructura de Financiamiento

Para analizar cómo conviene financiar las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto, se calcula la WACC (Weighted Average Cost of Capital) y se elige la opción menos costosa. Para eso se utiliza la fórmula presentada a continuación.

$$WACC = K_e * \left(\frac{E}{D+E}\right) + K_d * \left(\frac{D}{D+E}\right) \quad (6)$$

Como se puede observar, la WACC depende de la estructura de deuda de la empresa y de la rentabilidad del mercado. Este valor representa una tasa de descuento, la cual cuantifica el riesgo y las exigencias mínimas que debe cumplir el proyecto. La rentabilidad del mismo se evalúa mediante el método del descuento de flujos de cajas esperados.

Costo del Capital Propio (Ke)

El costo de capital propio (Ke) representa el rendimiento exigido por los inversores, el cual se calcula con el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model):

$$K_e = R_f + \beta_l * (R_m - R_f) + R_p \quad (7)$$

Además, para el Beta Levered se utiliza la siguiente fórmula:

$$\beta_l = \beta_u (1 + (1 - IG) * \frac{D}{E}) \quad (8)$$

Los valores utilizados son:

Tasas	
β_u	0,770
Rf	2%
Rm	9,73%
Rp	21,12%

Tabla 4.4.1.1: Tasas definidas para el proyecto.

Donde:

- Rf: tasa libre de riesgo, basada en los bonos del Tesoro de Estados Unidos.
- Rm: rentabilidad de mercado, Flamia asume rentabilidad mínima e igual a la que esperan las empresas en Argentina.
- Rp: riesgo país, valor actual en Argentina del 05/09/2019.
- β_u : medida del riesgo sin apalancar.
- IG : impuesto a las ganancias igual al 25%.

Costo de la Deuda (Kd)

Este valor se obtuvo a partir del BICE (Banco de Inversión y Comercio Exterior) donde el capital se consigue con una tasa del 8% anual en dólares para proyectos relacionados a energías renovables. Este banco como máximo financia el 70% de la inversión.

Como conclusión, se obtuvo la siguiente tabla con los distintos valores de WACC. En el primer caso, toda la inversión necesaria es provista por Flamia. En cambio, el resto de los casos se calcula considerando el préstamo del BICE. La WACC más chica se da cuando se financia el 70%.

D/V	E/V	D/E	Kd	Kd(1-IG)	BL	WACC
0%	100%	0%	-	-	2,115	39,89%
70,00%	30,00%	233%	8%	6%	2,115	16,17%
60,00%	40,00%	150%	8%	6%	2,115	19,55%
50,00%	50,00%	100%	8%	6%	2,115	22,94%
40,00%	60,00%	67%	8%	6%	2,115	26,33%
30,00%	70,00%	43%	8%	6%	2,115	29,72%
20,00%	80,00%	25%	8%	6%	2,115	33,11%

Tabla 4.4.1.2: Matriz de WACC para cada estructura.

4.4.2 Gastos Financieros

Se resolvió financiar el proyecto con tres préstamos de tipo alemán con una tasa de interés del 8% en dólares. A continuación se presentan los flujos de los mismos y posteriormente el costo total de cada uno.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prestamo Aleman	761.689										
P0			84.632	84.632	84.632	84.632	84.632	84.632	84.632	84.632	84.632
Interes			121.870	54.165	47.394	40.623	33.853	27.082	20.312	13.541	6.771
P0 Saldo	761.689	761.689	677.057	592.425	507.793	423.161	338.528	253.896	169.264	84.632	0
P1		1.072.314		119.146	119.146	119.146	119.146	119.146	119.146	119.146	119.146
Interes			171.570	76.253	66.722	57.190	47.658	38.127	28.595	19.063	13.541
Pagos años fuera scope											
P1 Saldo		1.072.314	1.072.314	953.168	834.022	714.876	595.730	476.584	357.438	238.292	-
P2			2.722.054		302.450	302.450	302.450	302.450	302.450	302.450	302.450
Interes					435.529	193.568	163.372	145.176	120.980	96.784	72.588
Pagos años fuera scope											
P2 Saldo		-	2.722.054	2.722.054	2.419.604	2.117.153	1.814.703	1.512.252	1.209.802	907.351	-
P3				56.000	-	-	-	-	-	-	-
Amortizacion						6.222	6.222	6.222	6.222	6.222	6.222
Interes						8.960	3.982	3.484	2.987	2.489	-
Pagos años fuera scope											
P3 Saldo		-		56.000	56.000	49.778	43.556	37.333	31.111	24.889	0
Amortizaciones \$			84.632	203.778	506.229	512.451	512.451	512.451	512.451	512.451	1.255.164

Tabla 4.4.2.1: Ingresos, amortizaciones, pago de intereses y cancelación de préstamos.

Préstamo	Costo total
P0	\$ 354.819
P1	\$ 505.179
P2	\$ 1.233.998
P3	\$ 21.902

Tabla 4.4.2.2: Gastos de financiación por préstamo.

Comentario sobre intereses Preoperativos

Se decidió que los intereses de financiación que corresponden al período pre operativo se contabilizan durante el mismo. No se les aplicó un tratamiento de cargos diferidos.

4.5 FLUJO DE FONDOS

4.5.1 Estado de Origen y Aplicación de Fondos

El Estado de Origen y Aplicación de Fondos es una herramienta más del Análisis Económico/Financiero a través del cual se obtienen las variaciones que han ocurrido en las masas patrimoniales de una empresa mediante la comparación de las mismas entre dos ejercicios contables con el fin de determinar cuáles han sido las fuentes que se han generado en dicho periodo de tiempo como resultado del ciclo de explotación de la empresa y en que han sido aplicadas o usadas las mismas.

Se confecciona previo al balance y de esta manera se determina la proyección de la caja para los 10 años del proyecto de la siguiente manera:

$$\text{Variación caja} = \sum \text{Orígenes} - \sum \text{Aplicaciones} \quad (9)$$

El cuadro de orígenes y aplicaciones de fondos se presenta a continuación.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Resultado del ejercicio		(4.970.045)	45.600.429	100.510.199	196.780.207	366.746.344	363.741.049	366.696.035	527.108.980	680.135.206	514.161.236
- Deuda	76.943.797	102.340.963	(10.690.670)	(19.722.992)	(25.990.346)	(33.936.341)	(38.502.619)	(43.364.401)	(48.521.684)	(53.974.470)	(94.773.612)
- Bajas de Bs de Uso											26.573.430
- Aportes de capital	32.975.913	43.860.413	1.073.880	2.040.597	2.631.720	2.846.151	2.935.557	3.967.481	4.809.273	4.526.696	-
Origen	109.919.710	141.231.331	35.983.639	82.827.804	173.421.581	335.656.154	328.173.987	327.299.116	483.396.569	630.687.433	445.961.055
- Altas de Bs de uso	(42.868.192)	(662.520)	(1.073.880)	(6.801.990)	(2.631.720)	(2.846.151)	(2.935.557)	(3.967.481)	(4.809.273)	(4.526.696)	-
- Variación del capital de trabajo	(41.431.854)	(113.059.959)		154.491.813	-	-	-	-	-	-	-
- IVA	(9.002.320)	7.839.030	1.163.290	-	-	-	-	-	-	-	-
- Dividendos											-
Aplicaciones	(51.870.512)	(34.255.344)	(112.970.549)	147.689.823	(2.631.720)	(2.846.151)	(2.935.557)	(3.967.481)	(4.809.273)	(4.526.696)	-
- Amortizaciones		2.297.312	2.387.312	2.798.672	3.949.742	4.865.072	5.079.503	5.168.909	6.200.833	7.042.625	6.760.048
- Diferencia por TC		12.095.546	15.425.509	12.853.004	11.639.902	48.640.324	25.511.309	22.300.468	18.498.623	14.105.772	9.121.917
Otros	-	14.392.858	17.812.821	15.651.676	15.589.644	53.505.396	30.590.813	27.469.378	24.699.456	21.148.398	15.881.965
Caja del periodo	58.049.198	121.368.845	(59.174.089)	246.169.304	186.379.505	386.315.399	355.829.243	350.801.012	503.286.751	647.309.134	461.843.020
Total Acumulado	58.049.198	179.418.043	120.243.954	366.413.258	552.792.763	939.108.162	1.294.937.405	1.645.738.417	2.149.025.168	2.796.334.303	3.258.177.322
	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.5.4.1: Estado de Origen y Aplicación de Fondos.

4.5.2 Estructura del Balance

4.5.2.1 Activo

Activo Corriente

El activo corriente está compuesto por caja, créditos por ventas, materia prima, producto terminado, insumos y crédito fiscal (IVA). Cabe aclarar que la caja mínima no forma

parte del balance porque el análisis es marginal que aprovecha la estructura de un proyecto ya existente, que en este caso es Flamia S.A.

En cuanto a los créditos por venta, como se mencionó con anterioridad, funcionan con plazos de cobranzas concebidos de un año. Por otro lado, como se trabaja contra pedido, la valuación de la materia prima, los insumos y el producto terminado al cierre de cada ejercicio es cero.

Activo No Corriente

El activo no corriente está compuesto por los bienes de uso, junto con sus altas y bajas. También forman parte de esto las amortizaciones anuales de los bienes en cuestión. Inicialmente se compran los siguientes bienes de uso:

- Depósito
- Grúa (instalación)
- Horno
- Perforadora
- Grúa
- Racks
- Matriz
- Cortadora
- Pistola neumática
- Compresor

En primer lugar, resulta conveniente aclarar que el horno se adquiere recién al final del tercer año porque hasta ese momento se trabaja con el actual. Por otro lado, las matrices son el único bien de uso que se compra periódicamente por el desgaste que presentan dado su reiterado uso. Las mismas, deben ser renovadas cada 180 toneladas de producto fabricado por lo que la compra de estas se ve reflejada en el balance. Entonces, a medida que la demanda de trackers aumenta, la cantidad de matrices adquiridas aumenta. Con respecto a las amortizaciones, se tuvieron en cuenta las consideraciones mencionadas con anterioridad.

4.5.2.2 Pasivo

Pasivo Corriente

El pasivo corriente está conformado únicamente por deudas bancarias a corto plazo. Las mismas se originan a partir del pago de las cuotas del préstamo adquirido.

Pasivo No Corriente

El pasivo no corriente está conformado por deudas bancarias a largo plazo. Las mismas se originan por el saldo pendiente sobre el préstamo adquirido.

4.5.2.3 Patrimonio Neto

El patrimonio neto está constituido por las utilidades acumuladas y el capital invertido. Las utilidades acumuladas se obtienen de las utilidades de cada período que están

reflejadas en el cuadro de resultados. Por otro lado, el monto a adquirir mediante un préstamo, tiene un límite equivalente al 70% del capital requerido. El capital propio invertido se fija en un 30% para la estructura óptima en lo referente a la WACC.

4.5.2.4 Cierre del Balance

En este apartado se detalla el cierre del balance que permite visualizar las cuentas de activo, pasivo y patrimonio neto para cada período. El detalle de cálculo de cada concepto se encuentra detallado en el Excel adjunto.

Activo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAJA	0	48.198.955	284.054.777	501.047.062	549.548.297	997.596.167	1.558.068.137	2.236.788.194	4.323.963.594	8.842.508.209	9.316.788.192
Creditos por ventas	0	40.567.289	209.672.519								
Credito fiscal (IVA)	9.009.963	4.621.473	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activo corriente	9.009.963	93.387.717	493.727.295	501.047.062	549.548.297	997.596.167	1.558.068.137	2.236.788.194	4.323.963.594	8.842.508.209	9.316.788.192
Bienes de uso	42.321.075	42.321.075	42.321.075	42.321.075	54.759.280	54.759.280	54.759.280	54.759.280	54.759.280	54.759.280	54.759.280
Altas	42.321.075	0	0	12.438.205	0	0	0	0	0	0	0
Bajas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.535.391
Amortizaciones Acumuladas	0	-1.727.333	-3.454.665	-6.425.818	-9.396.971	-12.368.124	-15.339.277	-18.310.430	-21.281.583	-24.252.736	-27.223.889
Activo no Corrientes	42.321.075	40.593.743	38.866.410	48.333.462	45.362.309	42.391.156	39.420.003	36.448.850	33.477.697	30.506.544	0
Activo Total	51.331.038	133.981.460	532.593.705	549.380.524	594.910.606	1.039.987.323	1.597.488.140	2.273.237.044	4.357.441.291	8.873.014.753	9.316.788.192
Pasivo											
Deudas bancarias de corto plazo (USD)	0	84.632	203.778	506.229	512.451	512.451	512.451	512.451	512.451	1.255.164	0
Deudas bancarias de corto plazo \$	0	5.830.187	20.817.311	78.707.190	124.370.117	198.992.187	326.153.048	547.300.724	939.755.389	4.042.145.016	0
Pasivo corriente	0	5.830.187	20.817.311	78.707.190	124.370.117	198.992.187	326.153.048	547.300.724	939.755.389	4.042.145.016	0
Deudas bancarias de largo plazo (USD)	761.689	1.749.371	4.267.647	3.817.419	3.304.968	2.792.517	2.280.066	1.767.615	1.255.164	0	0
Deudas bancarias de largo plazo \$	36.340.183	120.511.716	435.968.891	593.522.938	802.104.713	1.084.375.354	1.451.164.606	1.887.824.274	2.301.777.023	0	0
Pasivo no corriente	36.340.183	120.511.716	435.968.891	593.522.938	802.104.713	1.084.375.354	1.451.164.606	1.887.824.274	2.301.777.023	0	0
Pasivo Total	36.340.183	126.341.903	456.786.201	672.230.128	926.474.830	1.283.367.541	1.777.317.654	2.435.124.998	3.241.532.412	4.042.145.016	0
Capital											
Utilidades acumuladas	-583.510	-39.593.474	-90.601.018	-292.989.587	-501.704.208	-413.520.201	-349.969.497	-332.027.937	945.768.896	4.660.729.755	9.146.648.209
Capital invertido	15.574.364	47.233.031	166.408.522	170.139.983	170.139.983	170.139.983	170.139.983	170.139.983	170.139.983	170.139.983	170.139.983
Patrimonio neto	14.990.854	7.639.557	75.807.504	-122.849.604	-331.564.224	-243.380.218	-179.829.514	-161.887.953	1.115.908.879	4.830.869.738	9.316.788.192
Pasivo + Patrimonio neto	51.331.038	133.981.460	532.593.705	549.380.524	594.910.606	1.039.987.323	1.597.488.140	2.273.237.044	4.357.441.291	8.873.014.753	9.316.788.192

Tabla 4.5.2.4.1: Estructura y cierre del balance por año.

4.5.3 Flujo de Fondos del proyecto

Flujo de Fondos del Proyecto y del IVA

Con el fin de analizar los movimientos financieros del proyecto, se presenta a continuación el flujo de fondos del mismo. En el bloque superior se puede observar el flujo de fondos del proyecto independientemente del IVA y de la financiación. En el segundo bloque se encuentra el flujo de fondos del IVA, y finalmente la última fila es el free cash flow to the firm (FCFF).

Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	-	40.567.289	250.239.807	1.181.135.259	2.171.385.924	4.521.376.602	6.924.712.632	11.402.387.397	22.723.564.695	45.922.096.422	61.624.887.251
Costo	(583.510)	(102.285.713)	(395.161.488)	(897.363.337)	(1.864.314.501)	(3.724.613.448)	(5.848.626.390)	(9.931.792.038)	(18.936.198.604)	(38.059.533.601)	(52.426.693.261)
Inv en AF	(42.321.075)	-	-	(12.438.205)	-	-	-	-	-	-	27.535.391
IG	-	-	-	-	-	(59.476.776)	(63.252.982)	(65.629.035)	(509.558.034)	(1.352.169.229)	(1.495.306.151)
FF	(42.904.585)	(61.718.424)	(144.921.680)	271.333.718	307.071.423	737.286.378	1.012.833.260	1.404.966.325	3.277.808.057	6.510.393.592	7.730.423.230

IVA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iva ventas	-	17.038.261	88.062.458	204.007.176	455.991.044	949.489.086	1.454.189.653	2.394.501.353	4.771.948.586	9.643.640.249	12.941.226.323
Iva costos	(122.537)	(12.649.772)	(66.520.824)	(159.763.377)	(350.912.934)	(693.788.609)	(1.086.179.621)	(1.845.656.944)	(3.499.532.893)	(7.046.546.894)	(9.491.976.517)
Iva inversion	(8.887.426)	-	-	(2.612.023)	-	-	-	-	-	-	5.782.432
Saldo	(9.009.963)	4.388.489	21.541.634	41.631.776	105.078.110	255.700.478	368.010.031	548.844.410	1.272.415.693	2.597.093.355	3.455.032.238
Credito	(9.009.963)	(4.621.473)									
Pago	0	0	(16.920.160)	(41.631.776)	(105.078.110)	(255.700.478)	(368.010.031)	(548.844.410)	(1.272.415.693)	(2.597.093.355)	(3.455.032.238)
FF IVA	(9.009.963)	4.388.489	4.621.473	-	-	-	-	-	-	-	-
FFCF	(51.914.548)	(57.329.935)	(140.300.207)	271.333.718	307.071.423	737.286.378	1.012.833.260	1.404.966.325	3.277.808.057	6.510.393.592	7.730.423.230

Tabla 4.5.3.1: Flujo de Fondos del proyecto y del IVA.

Flujo de fondos de la financiación

Como se describió en detalle en la sección de financiamiento, el proyecto se financiará con tres préstamos en dólares. A continuación se presenta el flujo de fondos agrupado de las deudas, en el bloque superior en dólares y en el bloque inferior en pesos argentinos. La última fila del cuadro es el debt cash flow (CFD).

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nueva deuda	36.340.183	73.870.223	278.076.144	8.706.743	-	-	-	-	-	-	-
Deuda CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cancelacion deuda CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cancelacion de deuda	-	-	(8.645.740)	(31.682.932)	(122.860.004)	(198.992.187)	(326.153.048)	(547.300.724)	(939.755.389)	(1.650.302.147)	(7.256.143.247)
Intereses	-	-	(12.449.866)	(35.096.706)	(135.710.184)	(120.328.428)	(168.277.656)	(238.594.058)	(334.503.024)	(455.395.773)	-
Tax shield	-	-	-	-	-	30.082.107	42.069.414	59.648.514	83.625.756	113.848.943	-
CFD	(36.340.183)	(73.870.223)	(256.980.538)	58.072.894	258.570.188	289.238.508	452.361.290	726.246.267	1.190.632.657	1.991.848.977	7.256.143.247

Tabla 4.5.3.2: Flujo de Fondos del proyecto y de la financiación.

4.5.4 Flujo de Fondos del inversor

Por último, evaluaremos el flujo de fondos del inversor, que con el análisis de indicadores permite visualizar que tan favorable sería para el mismo invertir en el proyecto en cuestión. En el proyecto, de insertarse en el mercado de solar trackers, el inversor es únicamente Flamia S.A.. Esta es una condición impuesta por la empresa, la cual no está interesada en incluir nuevos socios de capital.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CFE	(326.438)	240.102	1.142.170	1.371.650	199.843	1.153.827	880.612	635.502	1.138.142	1.403.096	82.041

Tabla 4.5.4.1: Flujo de Fondos del inversor.

4.6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Para entender si el proyecto realmente vale la pena, se presentan distintos análisis con el objetivo de evaluar la rentabilidad del proyecto de inversión.

4.6.1 VAN

Este criterio consiste en descontar los flujos y obtener el valor presente de cada uno, para luego obtener el valor actual neto como la suma algebraica de los diez años. La tasa de descuento utilizada es la WACC, la cual fue calculada para todos los años.

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{FF_i}{(1+d)^i} \quad (10)$$

Donde FF_i =Flujo de fondos del período i , d =tasa de descuento, i =período a descontar.

En cuanto al flujo del proyecto, independientemente de su financiación, el estudio de prefactibilidad de este proyecto marginal resulta en un $VAN = 4.706.132$ \$. Si bien es un resultado altamente positivo, se deberá complementar su robustez en el análisis de

riesgo. De todas maneras, dado el resultado se considera al proyecto aparentemente viable.

Luego se analizó la rentabilidad del proyecto desde el lado del inversor (Flamia S.A.) y el valor del VANi fue de 792.837\$. Este valor demuestra claramente que la inversión en total (proyecto + deuda) tiene una buena rentabilidad. Esto se seguirá analizando a continuación mediante el uso de otros indicadores.

4.6.2 TIR y TOR

El criterio de la TIR evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. También se puede definir como la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados.

$$\sum_{i=0}^{i=n} \frac{FF_i}{(1+TIR)^i} = 0 \quad (11)$$

Para este indicador, el estudio lleva a un resultado de TIR = 33%. Este valor es mayor a la WACC en todos los años del proyecto, por lo que aparenta ser un proyecto atractivo.

Al igual que la TIR, la TOR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea cero, pero del flujo de fondos del inversor. Para este proyecto la TOR es de 172%. Este valor resulta mucho mayor al de la TIR ya que el proyecto cuenta con un financiamiento.

4.6.3 Índice de apalancamiento (I=TOR/TIR)

La diferencia entre la TOR y la TIR es causa del apalancamiento que la deuda produce. Es decir, gracias a que el proyecto es en parte financiado con deuda, el inversor obtiene una rentabilidad mayor. El valor del apalancamiento para este proyecto con esta estructura de capital es I = 5,21. Esto quiere decir que el proyecto adquiere una deuda que usa para comprar activos que generan más activos. En este caso es altísimo el nivel de apalancamiento total.

4.6.4 Período de repago

El período de repago indica la cantidad de tiempo que se precisa para recuperar el aporte de capital realizado al inicio del proyecto. A partir del siguiente gráfico se puede apreciar que el período de repago del proyecto es de 5 años.

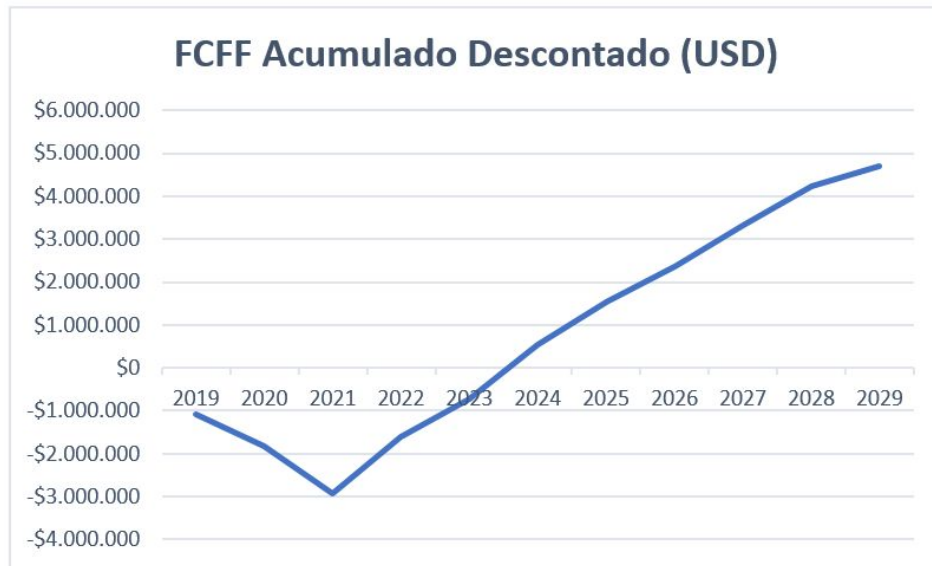


Gráfico 4.6.4.1: Período de repago del proyecto.

4.6.5 Índice de Rentabilidad

El IR es un método de evaluación de inversiones en el que se mide la relación entre el valor actual de los cobros realizados y la inversión inicial. La fórmula del mismo es la siguiente:

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Flujos\ Netos}{(1+k)^j}}{I_0} \quad (12)$$

Siendo: k la tasa de descuento y I_0 la inversión en el año cero.

Para el flujo de fondos del proyecto, sin financiación, el valor de IR es 5,32. Esto quiere decir que por cada peso invertido en el proyecto se cobran 5,32 \$ en moneda del año base. Este valor es mucho mayor a la unidad y representa que el proyecto paga casi cinco veces la inversión inicial en moneda del año 0.

Para el flujo de fondos del inversor en este proyecto, el índice es $IR = 3,43$. Esto significa que cada un peso invertido por parte del inversor, el mismo cobra 3,43 pesos en moneda del año cero.

Ambos índices son mayores a la unidad, por lo que el proyecto resulta atractivo, especialmente en el caso del proyecto.

4.7 CÁLCULO DE INDICADORES

Con el objetivo de profundizar el análisis, se calculó una serie de indicadores financieros. Entre ellos podemos destacar el Profit Margin, Índice de Liquidez, ROA, entre otros.

4.7.1 Índice corriente de liquidez

El ICL evidencia qué tan solvente es la empresa como para ser capaz de cubrir sus pasivos corrientes. El mismo depende del activo corriente y del pasivo corriente de la siguiente manera:

$$\text{Índice corriente de liquidez} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}} \quad (13)$$

La liquidez % de la empresa para el proyecto evoluciona de la siguiente manera:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
ICL	1602%	2371%	637%	442%	501%	478%	409%	461%	219%	N/A

Tabla 4.7.1.1: ILC por año.

Estos valores son elevadísimos ya que en casi los años la liquidez es mayor al 200%, esto se debe a que el proyecto contrajo deuda de largo plazo para el capital de trabajo necesario y por esto mismo tiene muchas más disponibilidades que obligaciones corrientes. En el caso de los dos primeros años el efecto que se puede notar es debido a que se tienen créditos por ventas por el 50% de las ventas totales al cierre del ejercicio y por esto mismo el indicador resulta tan alto.

4.7.2 Índice absoluto de liquidez

El IBL es un indicador que considera solamente la caja, es decir el dinero utilizado para pagar deudas, pero no toma en cuenta las cuentas por cobrar ya que es dinero que todavía no ingresó a la empresa en el ejercicio.

$$\text{Índice absoluto de liquidez} = \frac{\text{Activo corriente (sin créditos)}}{\text{Pasivo corriente}} \quad (14)$$

Evolución del índice en la siguiente tabla, donde se puede ver que la caja disponible es más grande que las deudas a corto plazo:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
IBL	823%	1364%	637%	442%	501%	478%	409%	461%	219%	N/A

Tabla 4.7.2.1: IBL por año.

Mediante este indicador se puede notar claramente lo anteriormente mencionado acerca de los créditos por ventas para los primeros años. El índice muestra una reducción del 50% en ambos casos ya que no se toman en cuenta los créditos.

4.7.3 Profit Margin

El Profit Margin surge de la necesidad de analizar el grado en el que el proyecto genera dinero. Se calculó, de la siguiente manera:

$$\text{Profit Margin} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}} \quad (15)$$

Por lo tanto, el porcentaje de las ventas que se convierte en ingreso para cada año del proyecto es el siguiente:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Profit Margin	-48%	-12%	-21%	-9,6%	2%	0,9%	0,2%	5,6%	8,1%	7,3%

Tabla 4.7.3.1: Profit Margin por año.

Aquí se puede notar que la rentabilidad que se obtiene sobre el proyecto sufre grandes variaciones con el paso del tiempo. Al principio la rentabilidad es muy negativa para luego acercarse al 0 y finalmente entregar valores muy altos. Esto se debe a dos efectos, primero el efecto de la financiación y la tasa de cambio de este. Segundo, el proyecto comienza a tener utilidad neta a partir del año 2024 y obtiene sus mejores resultados operativos durante los últimos 3 años durante los cuales las ventas son mucho mayores.

Esta tabla parecería mostrar que el proyecto tiene una rentabilidad muy pobre. Sin embargo gran parte de la pérdida se debe a efectos que tiene la tasa de cambio sobre el capital del proyecto y sus activos.

Para demostrar este efecto se calculó el profit margin sin tomar en cuenta los resultados por tenencia. A este indicador se lo llamó PM neto:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
PM Neto	-28%	1,8%	2,8%	5,8%	11,2 %	9,8%	8,1%	11,4 %	12,1%	11,2%

Tabla 4.7.3.2: EBIT/Ventas por año.

El efecto de la tasa de cambio sobre la rentabilidad queda en evidencia con este indicador, en este caso salvo el primer año todos los años presentaron una ganancia. Además el promedio de PM Neto fue de 4,6%, lo cual es una rentabilidad relativamente buena para el nivel de inversión que requiere el proyecto por parte del inversor.

4.7.4 ROA: Return over Assets

El ROA o Rentabilidad de los Activos va indicar la eficiencia de la empresa en el uso de los recursos, independientemente de los métodos de financiación utilizados. Este parámetro se define de la siguiente manera:

$$ROA = \frac{Utilidad\ Neta}{Activo\ promedio} \quad (16)$$

La relación entre la utilidad neta y el activo promedio para cada año del proyecto fluctúa de acuerdo a lo siguiente:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
ROA	-42%	-15%	-37%	-37%	11%	5%	1%	39%	56%	49%

Tabla 4.7.4.1:ROA por año.

Aquí se puede notar que la rentabilidad que se obtiene sobre los activos del proyecto sufre grandes variaciones con el paso del tiempo. Esta repite el comportamiento del profit margin, ya que cuando el proyecto tiene una utilidad esta es de gran escala monetaria.

4.7.5 ROE: Return over Equity

El ROE mide la rentabilidad del proyecto sobre el capital propio del mismo. Este índice se calcula para cada ejercicio y su fórmula es la siguiente:

$$ROE = \frac{Utilidad\ Neta}{Patrimonio\ Neto\ promedio} \quad (17)$$

A continuación, se presentan los valores del índice para cada año en valor absoluto.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
ROE	-3,45	-1,22	8,61	0,92	-0,31	-0,3	-0,11	2,68	1,25	0,64

Tabla 4.7.5.1:ROE por año.

Ya que el patrimonio neto del proyecto es pequeño con respecto a los activos y pasivos una pequeña variación en la utilidad neta genera grandes movimientos en este indicador. Esto mismo queda en evidencia en la tabla anterior. Por un lado cuando el proyecto entrega una utilidad el retorno es enorme, sin embargo cuando entrega una pérdida está también pesa mucho sobre el equity del proyecto.

4.7.6 EVA: Economic Value Added

Un indicador muy útil para entender si la inversión valió la pena es el EVA. El Economic Value Added por sus siglas en inglés compara la rentabilidad que se obtiene del proyecto contra la rentabilidad que se podría haber obtenido de usar este dinero para otras oportunidades.

Su fórmula es:

$$EVA = NOPAT - (Activo - pasivo corriente) * WACC \quad (18)$$

Como se puede observar es un buen indicador de si el proyecto generó ganancias por encima de lo que ofrece el costo oportunidad.

Para este proyecto el EVA, expresado en miles de dólares, fue el siguiente:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
EVA	-221	-825	73,3	104	457	815	746	316	572	551

Tabla 4.7.6:EVA por año.

Como se puede notar el EVA es mayoritariamente positivo para todos los años del proyecto y entrega un valor total final ampliamente mayor a 0. Por esto mismo el proyecto crea valor y resulta una buena inversión.

5. CAPÍTULO V: RIESGOS

5.1 INTRODUCCIÓN

En este último capítulo se analizarán los eventos que pueden tener un efecto directo sobre los objetivos del proyecto. Estos factores se denominan riesgos y surgen de la variabilidad de los parámetros que definen al proyecto. La presencia de riesgos puede impactar positiva o negativamente en el desarrollo del mismo. Dicho impacto va a estar reflejado en los valores del VAN y la TIR obtenidos en el capítulo anterior al transformarlos en distribuciones.

Este capítulo se centrará en estudiar los riesgos de índole económica que están relacionados con las variables consideradas en la sección Económico Financiera. Las variables consideradas son la inflación (ya que tomamos tasa de cambio nominal para el valor del dólar), el precio del aluminio y el market share final al que llega el proyecto. Además, se consideró la opción de estudiar los costos de transporte y de energía pero, como estos no superan el 10% de los costos totales, no formarán parte del análisis.

La proyección de las variables mencionadas resulta compleja por lo que se hallaron distribuciones que permiten comprender el comportamiento de las mismas y así medir cómo afectan en la rentabilidad del proyecto. Mediante el uso de las herramientas que ofrece el Crystal Ball se definió la significancia de cada una y de esta manera poder formular un plan de acción que permita mitigar el riesgo.

5.2 MODELO DE DATOS DE VARIABLES PARA LA SIMULACIÓN

Con el objetivo de realizar un análisis de sensibilidad del VAN respecto a variables de riesgo no sistemáticas, se modelaron las siguientes tres variables aleatorias y las dependientes de las mismas con sus respectivos modelos.

Variables aleatorias

- Precio del aluminio
- Índice de Precios al Consumidor acumulado anual
- Market share

Variables dependientes

- Dólar ~ Inflación
- Precio de mercado del tracker de aluminio ~ Precio del aluminio
- Ventas totales del proyecto

5.2.1 Variables aleatorias

5.2.1.1 Precio del Aluminio

Este insumo representa gran parte del costo final del producto terminado por lo que un aumento en su precio debería impactar directamente en las utilidades. En la etapa de mercado se analizó la serie de tiempos del precio del aluminio y se llegó a la conclusión de que el mismo sigue un comportamiento de reversión a la media. En este análisis se calcularon la volatilidad y la velocidad de reversión del modelo, parámetros que son utilizados en esta sección para introducir la distribución al simulador. La variable de riesgo a analizar en este estudio es la volatilidad del precio del aluminio. A la volatilidad mensual se le adjudicó una distribución triangular de mínima 100, moda 135 y máxima 200. La moda de esta distribución es la volatilidad que se calculó analizando el comportamiento del precio en la etapa de mercado.

En los siguientes gráficos se puede observar el comportamiento histórico del precio del aluminio y como corresponde a un proceso de reversión a la media.



Gráfico 5.2.1.1.1: Evolución del precio del aluminio en USD/Ton.

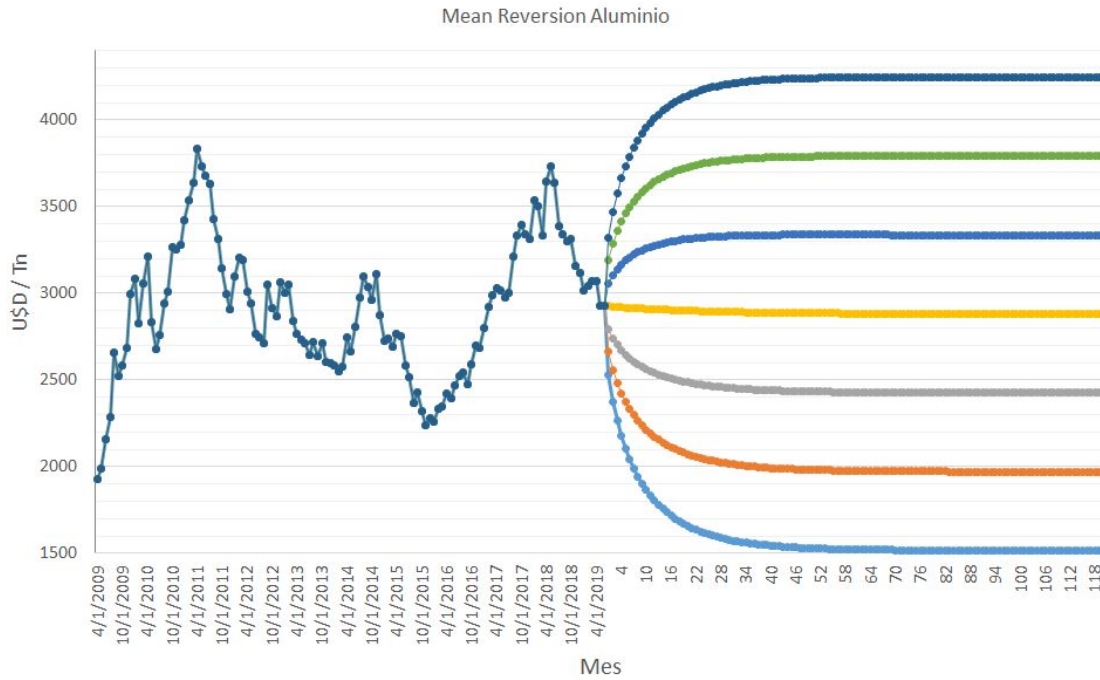


Gráfico 5.2.1.1.2: Proyección del precio del aluminio obtenida con Mean Reversion.

Se utilizó el modelo de Vasicek para modelar los cambios aleatorios de un período a otro en un modelo de reversión a la media:

$$dr_n = a(b - r_n)dt + dB_n \quad (20)$$

Siendo,

a = Velocidad de reversión a la media , $0 < a < 1$

b = Media histórica de reversión

r_n = Valor previo de la variable de interés

σ = Volatilidad /desvío standard de la variable de interés

dt = diferencia periódica

dB_n = Proceso de movimiento browniano/ Incremento de Wiener = $e^{*_{n0.5}}$ siendo e la distribución normal estándar.

Con un valor aleatorio correspondiente a la normal estándar para cada mes, se calculó este salto aleatorio mensual. Esta aleatoriedad no es tenida en cuenta por el crystal ball ya que se sabe que el precio del aluminio sigue un proceso de reversión a la media naturalmente, por lo que las únicas modificaciones que pudiese sufrir su comportamiento es la variación de los parámetros, que es lo que se estudia en este caso.

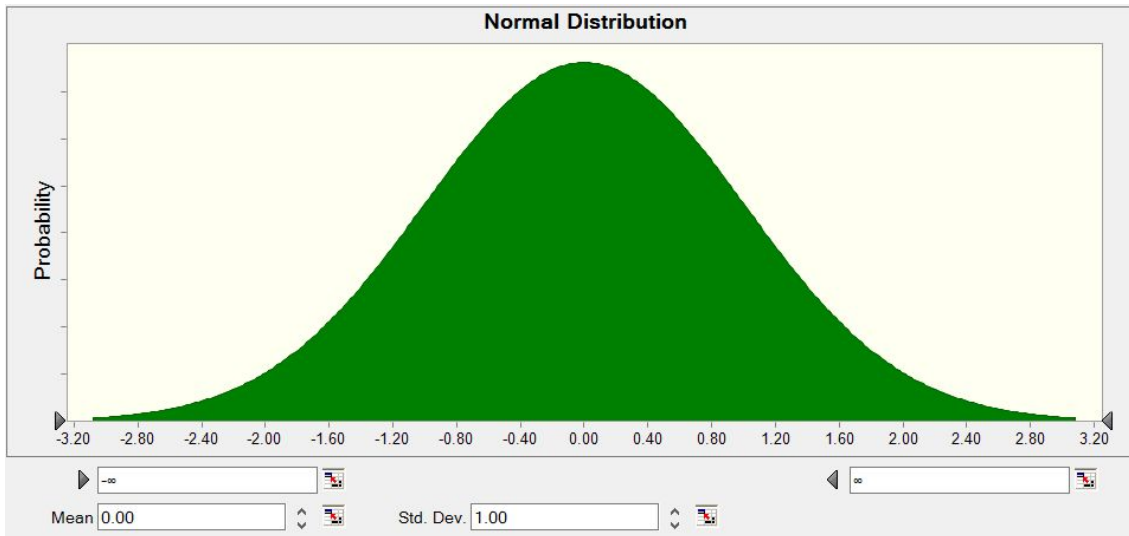


Gráfico 5.2.1.1.3: Distribución normal utilizada para calcular los cambios en el precio.

Siguiendo este modelo, y siendo el precio del aluminio la variable de interés, se partió del último dato del precio, valor para el año 2019, y se modeló año a año un incremento aleatorio positivo o negativo dependiente de la volatilidad. A continuación se presenta la distribución con la que se varió esta última.

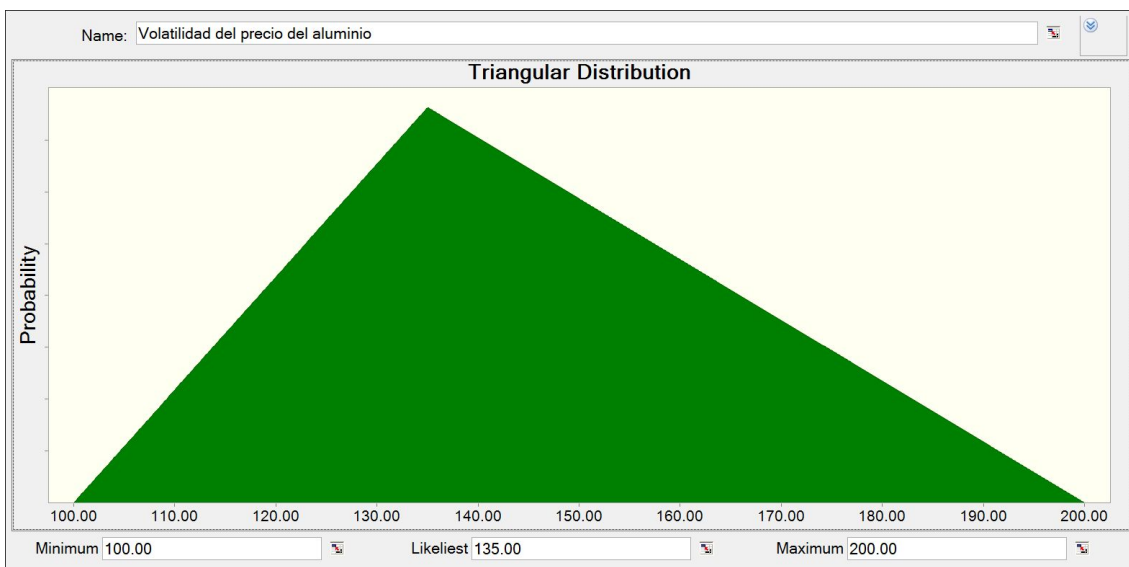


Gráfico 5.2.1.1.4: Distribución triangular utilizada para modelar la pendiente de la volatilidad.

5.2.1.2 Índice de Precios al Consumidor

La inflación es una variable muy importante a considerar ya que la proyección de los gastos está fuertemente ligada a su comportamiento. En este sentido, este índice de

precios va a repercutir significativamente en la capacidad de generar valor que tenga el proyecto. Los rubros más afectados son:

- Costos de Producción
- Mano de obra directa
- Gastos Generales

Para el valor de la inflación, primero se obtuvo la línea de tendencia a partir de los datos históricos la cual arroja una pendiente y una ordenada al origen. A partir de la misma se calcularon los datos proyectados. Se decidió modelar de esta manera para que no se perdiese la tendencia creciente que tiene la inflación de la Argentina.

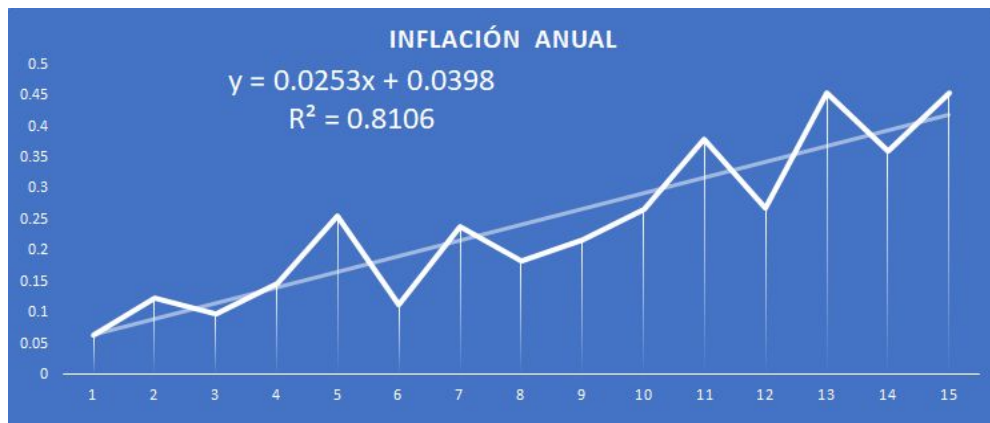


Gráfico 5.2.1.2.1: Regresión lineal

$$Y = 0,0255 X + 0.0398 \quad (21)$$

Luego, para correr el simulador Montecarlo a través del Crystal Ball, se le atribuye una distribución triangular con mínima 0.05 , moda 0.03 , máxima 0.04 al valor de la pendiente.

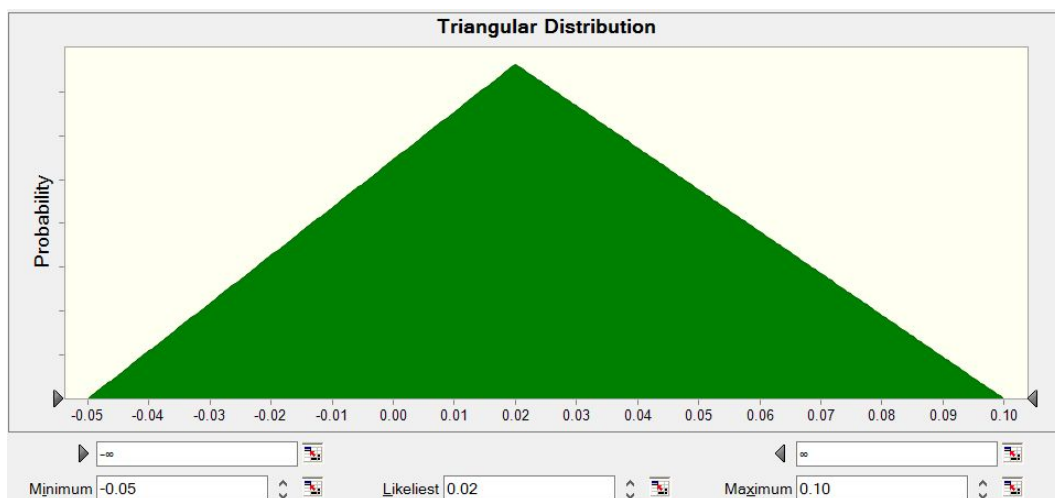


Gráfico 5.2.1.2.2: Distribución triangular de la pendiente de la inflación.

Además, se calculó el error entre el valor calculado por la línea de tendencia y el histórico para verificar una distribución normal del mismo y chequear que la regresión está bien resuelta.

5.2.1.3 Cambio en Market Share

Para modelar la porción de demanda que podrá captar la empresa, se tomó como variable la proporción del mercado de trackers que se alcanzaría año a año. Se comenzó tomando el valor del market share en el año 2029, que corresponde al 20%, y el mismo varía en función de una triangular con mínimo 0%, máximo 30% y moda 20%. Esta distribución se tomó ya que como se planteó en las secciones anteriores, se deseaba llegar a un market share del 20% para el 2029, es por esto que la moda de la distribución sería dicho valor. A su vez se planteó una situación optimista donde se alcanzaba 35% del market share en los 10 años y en el peor de los casos 0%, es decir nunca se logra vender un tracker.

Por otro lado, para obtener los valores de market share durante el resto de los años (2020 al 2028), se adjuntó una función polinómica de grado 2 al Crystal Ball. Esta idea surgió de la suposición de que, cuando en un año particular, la penetración al mercado es la esperada o más, al año siguiente se puede esperar que haya un crecimiento. Todo esto basado en que actualmente el mercado está poco atomizado pues no hay competidores que produzcan trackers de aluminio. La función polinómica de grado 2 simula un crecimiento lento en los primeros años y a medida que transcurre el tiempo el crecimiento se va acelerando.

Dicho crecimiento acelerado, al avanzar los años, se debe al factor diferencial que el producto presenta y al valor agregado que es capaz de generar Flamia S.A.. Además, las cualidades del aluminio junto con los incentivos impositivos que el gobierno otorga a las empresas que utilicen insumos de origen nacional, contribuyen a reforzar el buen desempeño del producto en el mercado.

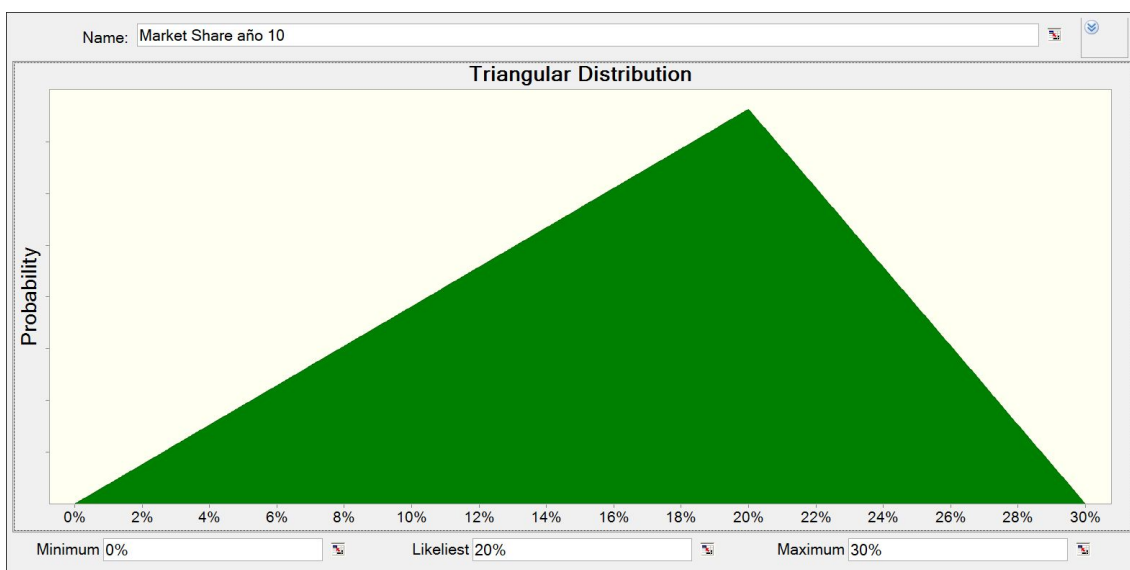


Gráfico 5.2.1.3.1: Distribución triangular de la pendiente

5.2.2 Variables dependientes

5.2.2.1 Tasa de cambio nominal

Esta tercera variable a tener en cuenta es de vital importancia por la repercusión que tiene sobre los costos totales del proyecto. Por un lado, la inversión requerida es en moneda estadounidense al igual que el precio de la materia prima y el precio de venta del producto terminado. Por otro lado, la tasa de descuento del proyecto está dolarizada, entonces el VAN está afectado directamente por la tasa en cuestión. Finalmente, se tuvo en cuenta la existencia de una estrecha relación entre la inflación y la tasa de cambio nominal de la siguiente manera:

$$\text{Precio del dólar}_{t+1} = \text{Precio del dólar}_t (1 + \text{inflación}) (1 + \text{inflación EE.UU.}) \quad (22)$$

5.2.2.2 Precio de mercado del tracker de aluminio

En el primer capítulo, donde se desarrolló el análisis de mercado, se determinó que el precio de los trackers estaba altamente relacionado con su materia prima metálica cualquiera sea. Dado que el costo de materia prima representa un 50% del valor del precio de los trackers, esta porción del mismo variará en conjunto con el precio de la materia prima, el aluminio en este caso. No se tomó en cuenta un efecto elasticidad ya que no se poseen datos históricos de precios y ventas de trackers de aluminio en el país por lo que si se usara un dato de elasticidad, se podría agregar ruido al modelo y no ayudaría al análisis.

$$P_{\text{trackern}} = P_{\text{trackern-1}} (1 + 0.5 \cdot dP_{\text{aluminio}}) \quad (23)$$

Siendo dP_{aluminio} , la variación porcentual del precio del aluminio desde el período $n-1$ al período n .

5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Una vez explicadas las distribuciones de las variables claves del proyecto, es necesario analizarlas dentro del modelo económico financiero para obtener su relevancia. El objetivo del estudio de sensibilidad es obtener conclusiones concretas acerca de la influencia en los indicadores principales.

5.3.1 Simulación de Montecarlo - interpretación de resultados

Desde el punto de vista de riesgos relacionados con lo Económico Financiero, se analizan las variables VAN y TIR de manera estocástica. Este procedimiento se realiza a través del programa Crystal Ball, una simulación Montecarlo. Para obtener resultados concretos, se realizaron 100.000 corridas, variando en cada una de ellas, los valores de las variables cuyas distribuciones fueron determinadas anteriormente. A continuación se presentan los resultados obtenidos con sus respectivos análisis.

5.3.2 VAN

5.3.2.1 Histograma de los valores del VAN

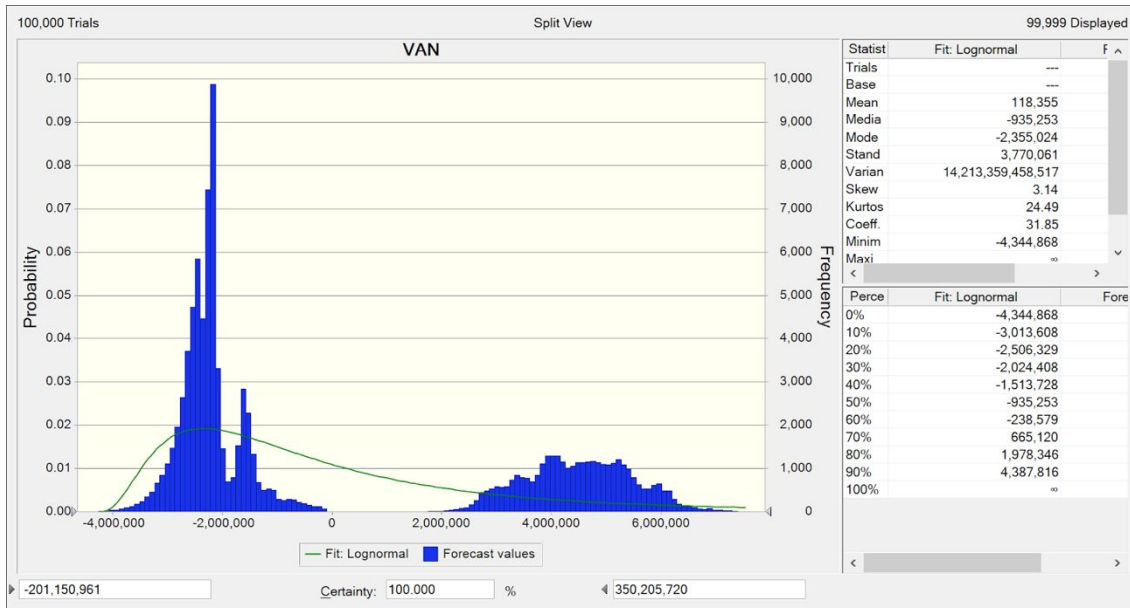


Gráfico 5.3.2.1.1.: Distribución normal del VAN

En este gráfico se puede observar que existen dos poblaciones diferentes dentro de la muestra. Ahondando en este fenómeno a través de la herramienta de escenario analysis y guiándose por los resultados del gráfico de sensibilidad posteriormente presentado, se encontró que estos dos escenarios se dan en intervalos diferentes del valor del market share final. Efectivamente, con valores de market share entre 0% y 19% el VAN del proyecto es negativo. Esto se debe a que como la curva de market share se modeló como una cuadrática, las ventas de los primeros años son muy bajas y al hacer el flujo descontado, las ganancias de los últimos años no aportan lo suficiente para entregar un valor positivo. Estos flujos positivos de los últimos años se ven afectados fuertemente por la tasa de descuento la cual al tener pérdidas acumuladas por varios años consecutivos se vuelve muy alta y reduce la ganancia del proyecto descontado. Esta tasa de descuento tan alta tiene una lógica ya que indica que como el proyecto acumula muchas pérdidas en sus resultados los inversores requieren de una tasa de retorno más alta por el riesgo que asumen.

5.3.2.2 Gráfico de sensibilidad del VAN

Este gráfico permite analizar el porcentaje de la varianza del VAN que es debido a cada una de las diferentes variables.

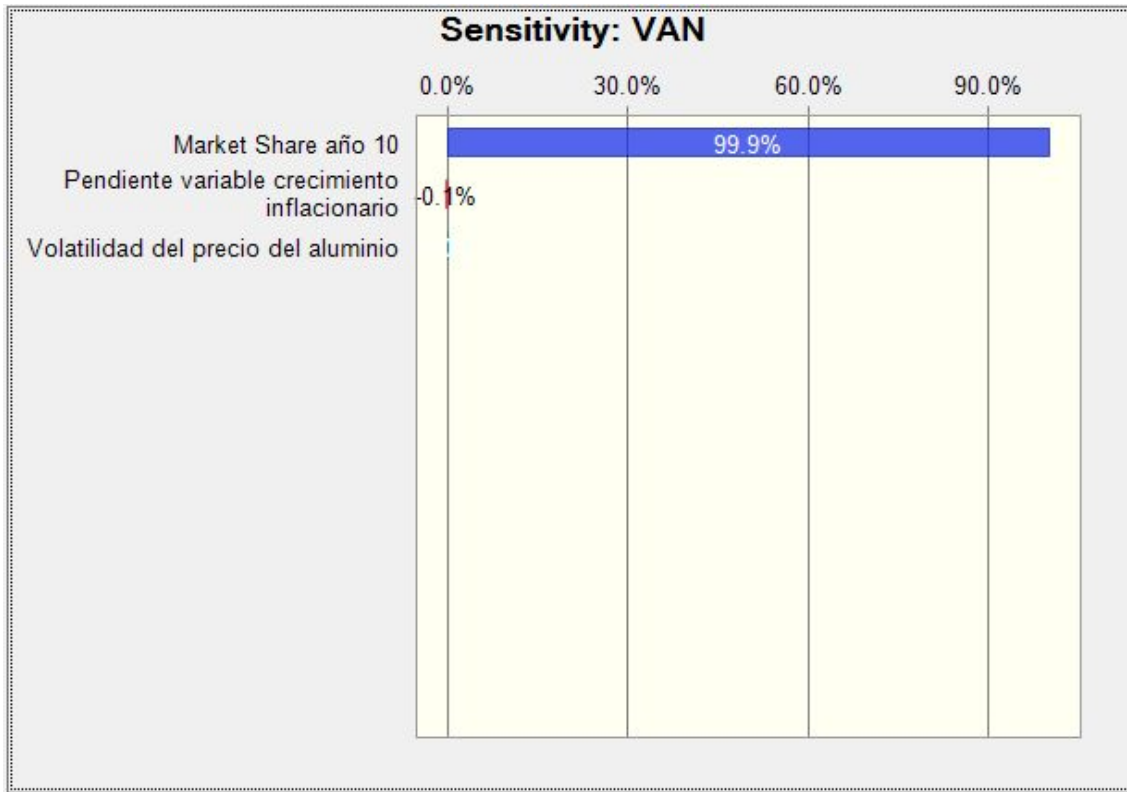


Gráfico 5.3.2.2.1:Sensibilidad del VAN

En el gráfico se puede observar qué variables inciden más en su valor. La variable que más incide, es el Market Share final obtenido. El resto de las variables no tienen demasiada participación. Debido a que el histograma muestra dos poblaciones y que la variable Market Share final tiene un 99% de incidencia en la variabilidad del VAN, los datos sugieren que la condición que separa a estas dos poblaciones es esta variable. Posteriormente se analizará dentro de cada población la incidencia de cada variable en su variabilidad.

5.3.2.3 Spider Chart

El gráfico de Spyder permite entender de una manera más abierta cual es el efecto que tiene cada variable en el VAN final del proyecto.

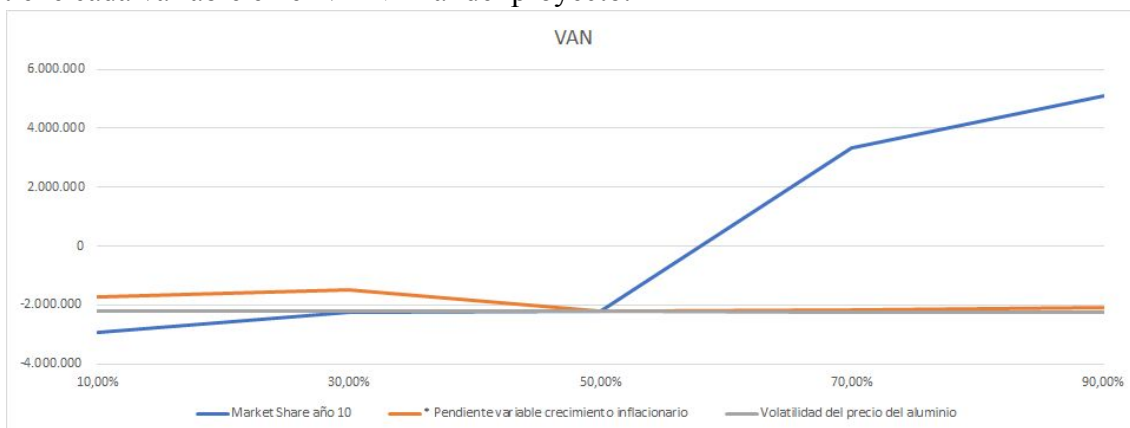


Gráfico 5.3.2.3.1:Gráfico de Sider del VAN

En este caso se puede notar claramente que la variable que más efecto genera sobre el VAN es el market share. Además se distingue claramente el punto en el cual se dividen las dos poblaciones anteriormente mencionadas, donde de 0 a 19% el VAN es negativo y de 19 a 30% es positivo. Este gráfico se puede dividir en dos partes, del lado derecho cuando el market share crece el VAN se dispara mientras que la inflación y el precio del aluminio tienen menos incidencia. Del lado izquierdo cuando el market share es menor y no se llegan a cubrir los costos en todos los años el efecto de la inflación se vuelve más poderoso ya que hace que los costos fijos crezcan en valor y se requiera más venta para cubrirlos.

5.3.2.4 Tornado chart

Además de realizar el gráfico de spyder se realizó un análisis de tornado para entender el efecto de las variables en la distribución de resultados del VAN. Se corrió el análisis entre los percentiles de 10 a 90 para entender los casos más probables.

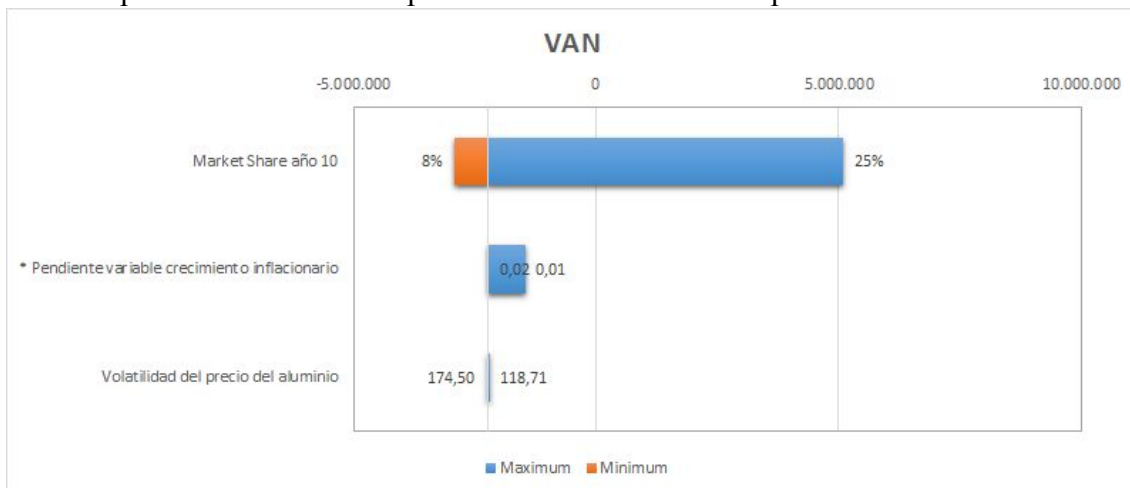


Gráfico 5.3.2.4.1:Gráfico de Tornado del VAN

Este gráfico apoya lo anteriormente analizado en el gráfico de sensibilidad acerca de que el market share es la principal variable que afecta al VAN. Sin embargo, nos aporta más información tan solo un 10% de los casos caen por debajo del 8% de market share y por ende traen un VAN 2,9 millones. Por otro lado, tan sólo un 10% de los casos poseen un market share superior al 25% y traen un VAN mayor a 5 millones. Este rango de variación entre un extremo y el otro es de casi 8 millones y de tan sólo un 17% de market share, por lo que una pequeña variación en el market share tiene un impacto enorme en el VAN final del proyecto. Si bien el crecimiento inflacionario también muestra una variación, es de muy pequeña escala con respecto al market share. Esto se debe a que como el precio del producto está en dólares y la tasa de cambio está atada a la inflación, aun cuando la inflación aumente mucho el precio del dolar también lo hará por lo que el efecto final es muy pequeño.

5.3.2.5 Análisis diferenciado de escenarios de market share

Como el análisis de la distribución completa de resultados arrojó dos poblaciones muy marcadas, se decidió abrir el análisis en dos escenarios de market share. Para esto se modeló la distribución del market share como una triangular entre 0 y 19% con moda en 10% para el caso pesimista y una triangular entre 19 y 35% con moda en 25% para el optimista. Se simularon 10.000 corridas y se realizó el siguiente análisis.

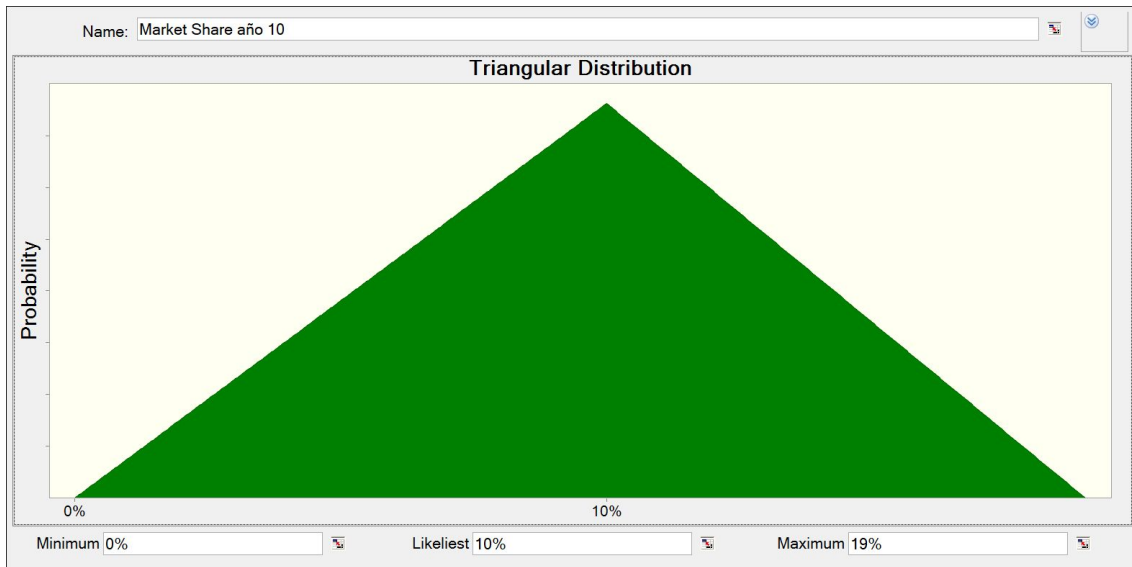


Gráfico 5.3.2.5.1 : Distribución triangular del Market Share escenario pesimista.

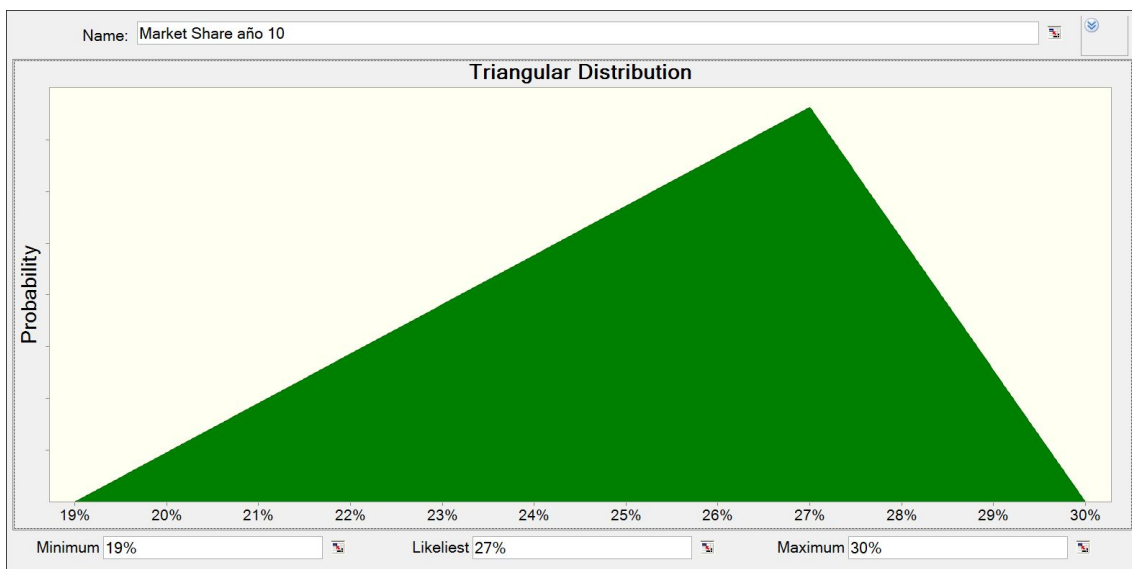


Gráfico 5.3.2.5.2: Distribución triangular del Market Share escenario optimista.

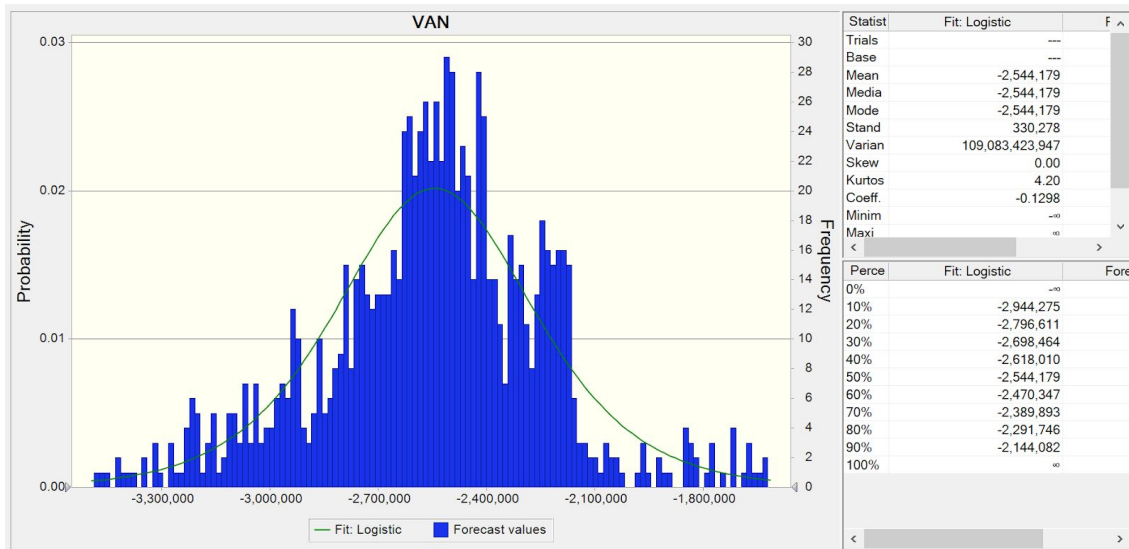


Gráfico 5.3.2.5.3: Distribución normal del VAN en el escenario negativo

En el caso de market share final entre 0% y 19% el VAN tiene distribución normal de media -2.544.179 y un desvío estándar de 330.278. Estos dos valores nos indican claramente que todos los proyectos comprendidos dentro de este escenario entregan un VAN negativo, por lo que si el crecimiento de la venta sigue una forma cuadrática, el market share final debería ser superior al 20% para que el proyecto sea rentable. Este es un escenario pesimista que nos permite reconocer el límite inferior de market share que debería conseguir la empresa para que el proyecto le sea rentable. Resulta obvio remarcar que en estos casos la TIR del proyecto, así como su periodo de repago no aplican, ya que el VAN es negativo.

Luego se procedió con el escenario optimista donde el market share final se encuentra entre 19% y 30% y el VAN presenta una distribución normal de valores positivos.

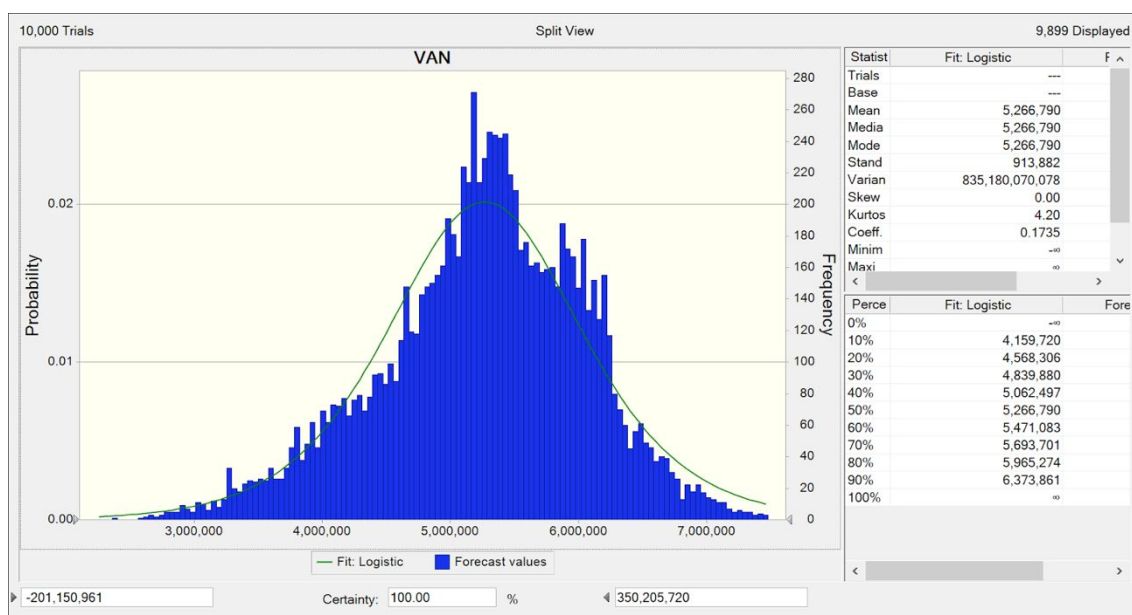


Gráfico 5.3.2.5.4: Distribución normal del VAN en el escenario positivo

En el gráfico superior se observa que el VAN para valores del market share entre 19% y 30% sigue una distribución normal de media de 5.266.790 de dólares y un desvío de 913.882 dólares. Por lo que más del 99% de los proyectos que superen el 19% de market share entregarán una rentabilidad positiva.

5.3.3 Análisis período de repago

En los casos en los que el VAN toma valores menores o iguales a 0, no es significativo hacer el análisis del período de repago. En cambio para el resto de los casos, se puede observar que la mayoría de los VAN positivos tienen un periodo de repago con una probabilidad del 65% de 6 años, 30% en 7 años y 5% en 8 años. Como la curva de crecimiento de venta es cuadrática, dependiendo del valor final de market share que llegó cada corrida se llega al repago más rápido o más lento. Aun así, la media y moda fueron de 6 años, por lo que el proyecto repagaría en su mayoría a los 6 años. Este valor es más que interesante para con los inversores, si bien no es el mejor escenario ya que se tarda más del 50% de la duración total del proyecto, podemos asegurar que se recupera la inversión en un período aceptable.

En el caso del valor 0 quiere decir que el periodo no repago, sin embargo al tener una probabilidad menor al 0,01% se consideró como un outlier y se descartó del análisis.

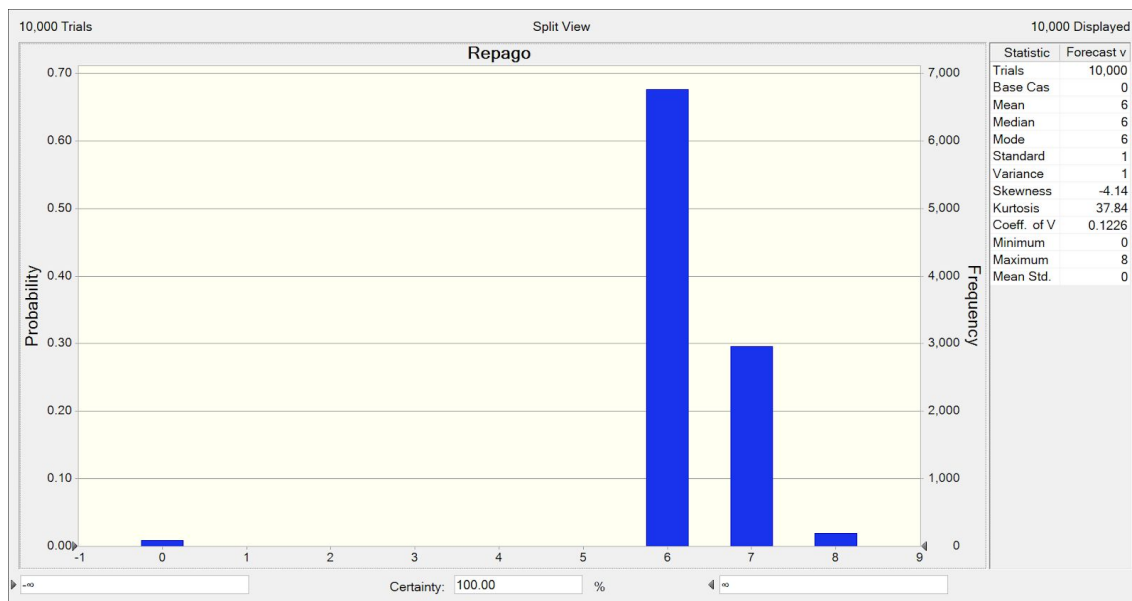


Gráfico 5.3.3.1.: Distribución normal del VAN en el escenario positivo

5.3.4 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es importante analizar esta tasa para los casos en los que el VAN es positivo. Este valor también es de gran importancia para los inversores, pues representa la generación de valor anual promedio que tiene un proyecto.

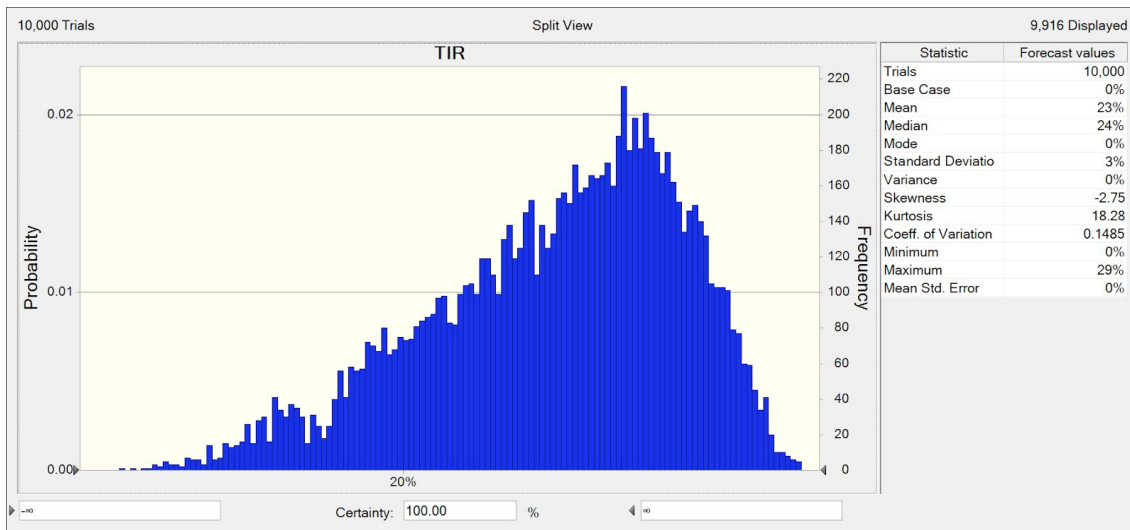


Gráfico 5.3.4.1.: Distribución normal de la TIR en el escenario positivo.

Como se puede notar del gráfico anterior, la TIR entregó un valor de media 23% y un desvío estándar del 3%, por lo que más del 95% de los proyectos que se encuentran dentro de este escenario entregan una tasa de retorno mayor a 0 y con un valor máximo del 29%.

5.3.5 Variable indicadora de sobrepaso de demanda

Esta variable es un indicador que en cada corrida de la simulación indica con un 1 si la demanda de trackers que le llega a la empresa es mayor que la capacidad máxima de la fábrica. Se llama capacidad máxima a la capacidad de la planta una vez que compra todas las máquinas que entran dentro de la misma. Para seguir aumentando la capacidad productiva de la empresa debería analizarse la construcción de una nueva planta. A continuación se presenta el histograma de esta variable indicadora.

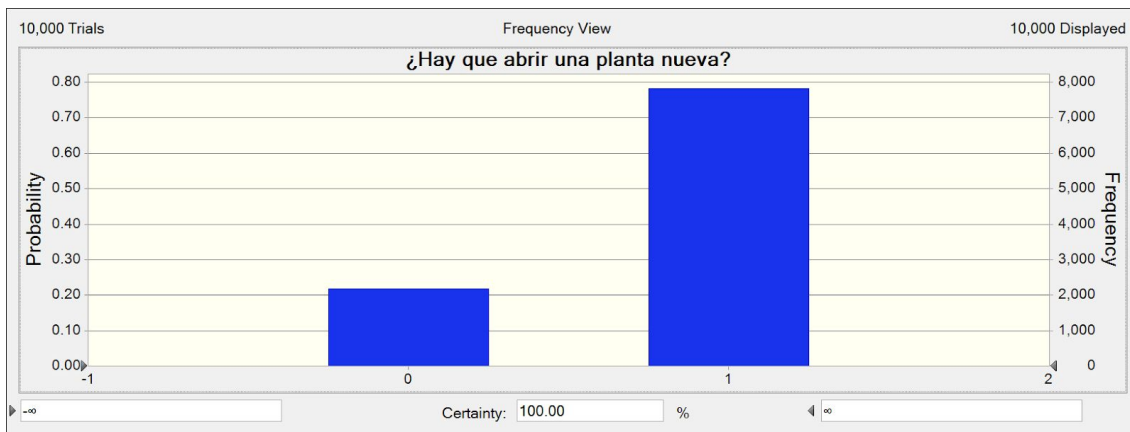


Gráfico 5.3.5.1.: Distribución normal del VAN en el escenario positivo

Ya que hay casos en los que el market share de un año podría superar la capacidad máxima de la planta, esto sucedería en los años que hay una alta demanda de

instalaciones y el market share es alto, se definió una lógica la cual advierte cuando el proyecto superó la capacidad instalada. Ya que las 8 máquinas que son necesarias para el proceso de producción tienen una capacidad entre 1700 y 1900 kg/h, si la demanda supera el cuello de botella de 1700 sería necesario comprar prácticamente todas las máquinas nuevas y ya sería un proyecto completamente distinto. Como se puede notar la corrida entregó un valor de 1 un 78% de las veces, por lo que un 78% de las veces el proyecto vende su capacidad máxima y pierde la oportunidad de vender más por falta de inversión. Sin embargo, como este proyecto es de índole marginal, se deberá realizar un estudio completo distinto para ver si es rentable la creación de otra fábrica para estos casos con market share mayor a la capacidad.

5.3.6 Análisis de sensibilidad y variables escenario optimista

En el gráfico siguiente la suposición es que el aumento del precio del aluminio no afecta significativamente porque el precio de mercado de los trackers varía con él. Esto último implica que aunque suban los costos del proyecto debido al aumento del costo de materia prima, al subir el precio de los trackers también suben los ingresos.

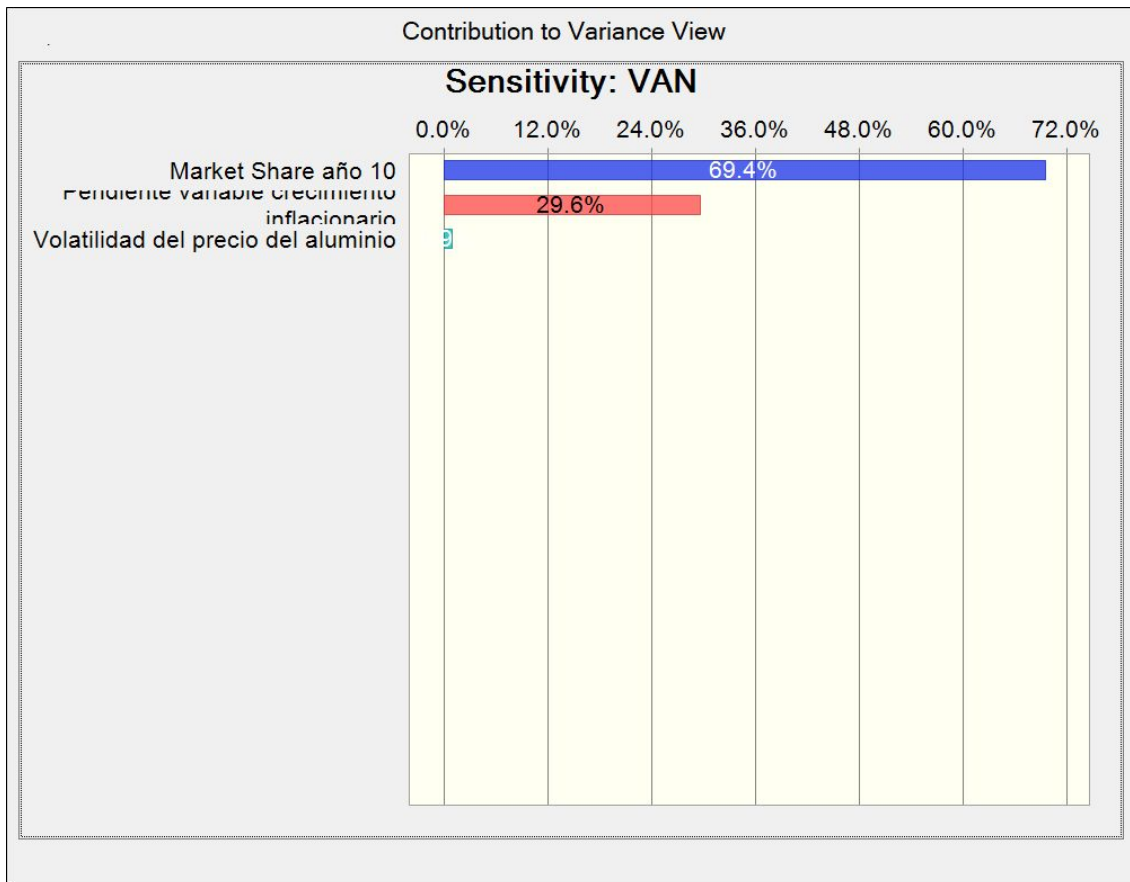


Gráfico 5.3.6.1.: Contribución de las variables al VAN

En cuanto a la inflación, tiene una incidencia considerable sobre el valor final del VAN ya que si bien el tipo de cambio está modelado en función de la inflación, el valor de los costos fijos aumenta y se requiere de más venta para cubrirlos. La volatilidad del precio del aluminio no tiene prácticamente incidencia sobre el VAN ya que la velocidad de

reversión a la media es suficientemente alta como para que el promedio anual no varíe significativamente.

Por último, se extrajo del simulador el gráfico de sensibilidad que corresponde al ranking de correlación con la variable en cuestión, volviendo a tener un mayor impacto en los resultados el Market Share final del proyecto.

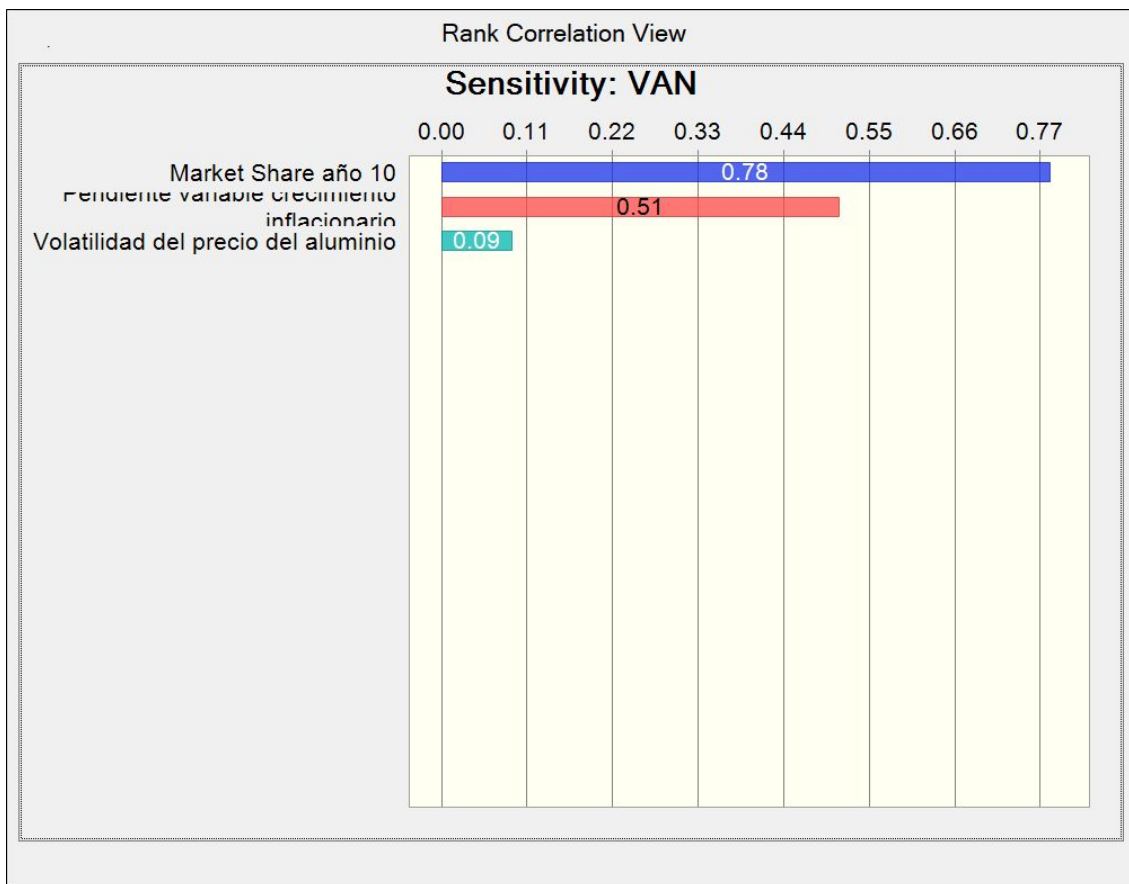


Gráfico 5.3.6.2: Correlación de las variables

5.4 MITIGACIÓN DE RIESGOS

5.4.1 Tipo de cambio

Para reducir la variabilidad del tipo de cambio, y así mitigar los efectos que tendría una posible devaluación del peso frente al dólar (moneda en la que se encuentran gran parte de nuestros costos), se planteó la idea de fijar su precio. Para realizar esto se accedió al valor del dólar futuro ofrecido por ROFEX para los próximos años. Frente a la incertidumbre sobre el futuro de la divisa dadas las condiciones del país, las proyecciones para el dólar se limitan al año próximo. Los precios para fines de 2019 hasta octubre de 2020 se presentan a continuación:

Año	Precio dólar futuro
2019	71
2020	98
2021 a 2029	No disponible

Tabla 5.4.1.1: Dólar futuro obtenido de ROFEX

5.4.2 Precio del aluminio

El aluminio es un commodity y su precio está definido por una entidad reguladora llamada London Metal Exchange, como ya se mencionó en secciones anteriores. Debido a su impacto sobre la variabilidad del proyecto, se realizarán contratos futuros sobre el precio de la misma para mitigar el riesgo asociado. Este instrumento financiero, de manera análoga a lo propuesto para la divisa estadounidense, funciona de tal manera que se percibirán ingresos dependiendo del precio del bien en un momento determinado. En caso de que el precio del aluminio esté por encima del valor contractual, se evitarán pérdidas económicas en el cuadro de resultados.

5.4.3 Mercados externos

Como se analizó anteriormente en el análisis de sensibilidad, el principal driver para la rentabilidad del proyecto es la cantidad de venta. La mejor forma de mitigar este riesgo es mediante la exportación a otros mercados. Una opción viable para mitigar los riesgos es la posibilidad de incursionar en mercados exteriores mediante exportaciones. Para esto debería analizarse la posibilidad de exportar a otros países limítrofes que puedan ofrecer un mercado atractivo. Dentro de estos países se encuentran Brasil y Chile el cual será analizado más adelante como mercado de exportación.

5.4.4 Alianzas

Otra forma de mitigar el riesgo proveniente del market share alcanzado para el año 2029 podría ser la creación de alianzas estratégicas con distintas empresas instaladoras de plantas solares, donde se podría arreglar un precio menor al del mercado o distintas formas de financiamiento, para alcanzar así valores de ventas anuales que permitan disminuir los escenarios negativos para el proyecto.

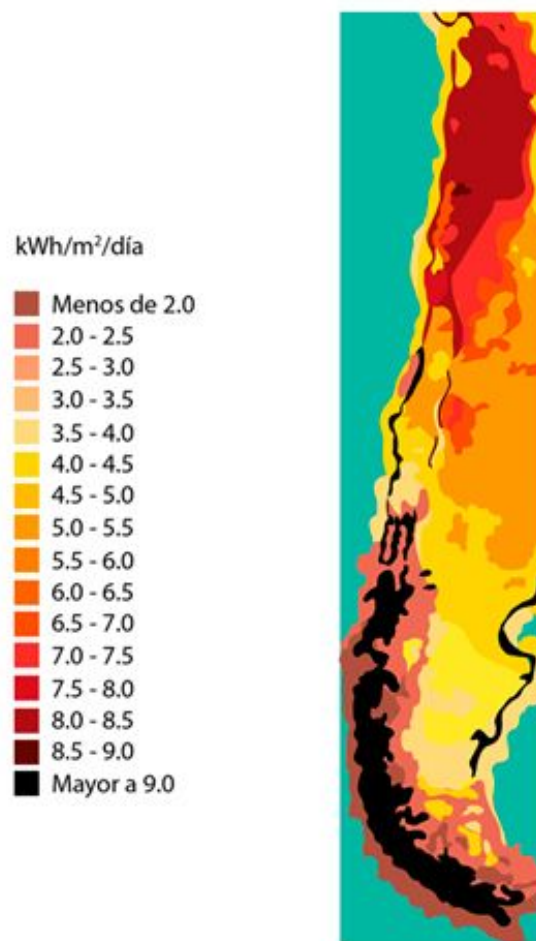
5.5 OPCIONES REALES

Las opciones reales surgen a partir de activos tangibles que funcionan como herramientas para la mitigación de riesgos. Al tener en cuenta las posibles desviaciones que pueden existir con respecto a los resultados esperados, este instrumento permite evaluar opciones concretas que reduzcan dichas variaciones. Mediante árboles de decisión, se evaluaron las opciones reales que se muestran a continuación.

5.5.1 Conformación de una sociedad en Chile para exportación

El principal mercado de venta de trackers dentro del país es en el norte por lo que se analizó la posibilidad de exportar a Chile. El gobierno chileno ha impulsado fuertemente el desarrollo de energías renovables lo que lo convierte en un mercado muy atractivo para la introducción de trackers. Actualmente se registra un crecimiento energético total del 7% al 17% y tiene posibilidades de crecer aún más. Esto se debe a que tiene más de 105.000 km² de desierto que poseen la mayor radiación solar del mundo. Además, Chile importa 3,38 billones de dólares en metales y derivados de este lo cual representa un 5% de la importación total del país.

Radiación solar en la zona norte de Chile



Fuente: SWERA

Gráfico 5.5.1.1: Radiación solar de Chile

La opción real planteada consiste en crear una sociedad anónima en Chile en el segundo año del proyecto para analizar la posibilidad de incursionar en el mercado de este país. La exportación comenzaría a realizarse durante el quinto año del proyecto, una vez que

la capacidad de producción haya sido aumentada. Para esto resulta necesario un análisis acerca de los costos y restricciones sobre la exportación.

En primer lugar, puesto que las exportaciones se van a realizar a nombre de Flamia S.A., se pueden realizar mediante la Ventanilla Única de Comercio Exterior que facilita la exportación de bienes y productos. Segundo, como Chile y Argentina firmaron el acuerdo ACE N-35 que establece:

“El objetivo del convenio es establecer un espacio económico ampliado, que permita la libre circulación de bienes y servicios en la zona y la creación de un área de libre comercio, en un plazo máximo de diez años. Se ha puesto especial énfasis en la interconexión física y los corredores bioceánicos. Las partes del Tratado son, por un lado, Chile y, por el otro, el Mercado Común del Sur (Mercosur), integrado por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.”

Lo que tiene como consecuencia es que el arancel que deben pagar las exportaciones a Chile es del 0%. Por esta razón el principal costo de exportación es el transporte, que si bien es terrestre (disminuyendo el costo total considerablemente), aun así el sobre costo de envío al desierto de Atacama en Chile debe ser considerado.

La energía solar abarca el 7% del mercado energético total chileno y el gobierno tiene como meta alcanzar el 50% de energía renovable sobre el total para el año 2030. Dentro del porcentaje total, el 20% de la energía buscará ser producida mediante paneles solares con lo cual el crecimiento de mercado es del 10% sobre el total de energía. Según las últimas estimaciones de energía para Chile, en el año 2030 el consumo eléctrico sería de 120.000 GWH representando un crecimiento del 50% respecto de 2019. Esto quiere decir que el mercado potencial de energía solar simboliza 12.000 GWH o un mercado potencial de trackers de 36.000 unidades. De esto se buscará obtener alrededor de un 5% de market share, por lo que la opción aportaría una venta posible de 1.800 trackers. A raíz de que el mercado ya existe, la ejecución de la opción real anteriormente planteada podría ser muy beneficiosa para el proyecto.

El costo de prima de realizar esta opción sería igual al costo de creación de la sociedad, más los gastos de mantener dicha sociedad en movimiento en Chile. Para esto se requieren dos personas, un jefe administrativo y un encargado de ventas. El sueldo de cada uno respectivamente se calculó como 177.831 y 88.915 pesos mensuales más gastos de fuerza de venta de 15.000 pesos mensuales. Además se requiere una oficina de actividades para la sociedad la cual tiene un costo de alquiler de 1.500.000 pesos chileno lo cual se traduce en aproximadamente 2.000 USD por mes. El costo total de la prima sería de 18.564.044 pesos desde el 2021 hasta el 2023 y se realizaría o no la opción en 2024.

Para esta opción se presentan 3 escenarios posibles:

1. Se realiza la opción, se crea la sociedad en Chile en el año 1. Luego, si el mercado presenta una demanda alta (10% market share), se exporta.
2. Se realiza la opción, se crea la sociedad en Chile en el año 1. Luego, si el mercado presenta una demanda baja (1% market share), se exporta de todas formas.

3. No se realiza la opción, no se crea la sociedad y no se exporta a Chile.

Para el escenario 1 y 2 se decide ejecutar la opción y se crea una sociedad anónima en Chile y se comienza a buscar clientes. En el caso de que el mercado de energía solar de Chile para el año 2024 continúe con una buena proyección y se hayan conseguido clientes, se comenzará a exportar Chile en el 2024. En caso de que el mercado de energía solar de Chile presente una baja o no se consigan clientes, la exportación será mínima y se puede generar una pérdida.

En el caso del escenario 3 no se crea la sociedad en Chile y no se exporta, esta opción podría ser la menos riesgosa, pero no tiene ningún beneficio adicional que las otras opciones pueden traer. Los VAN para cada uno de los escenarios se muestran en el siguiente gráfico:

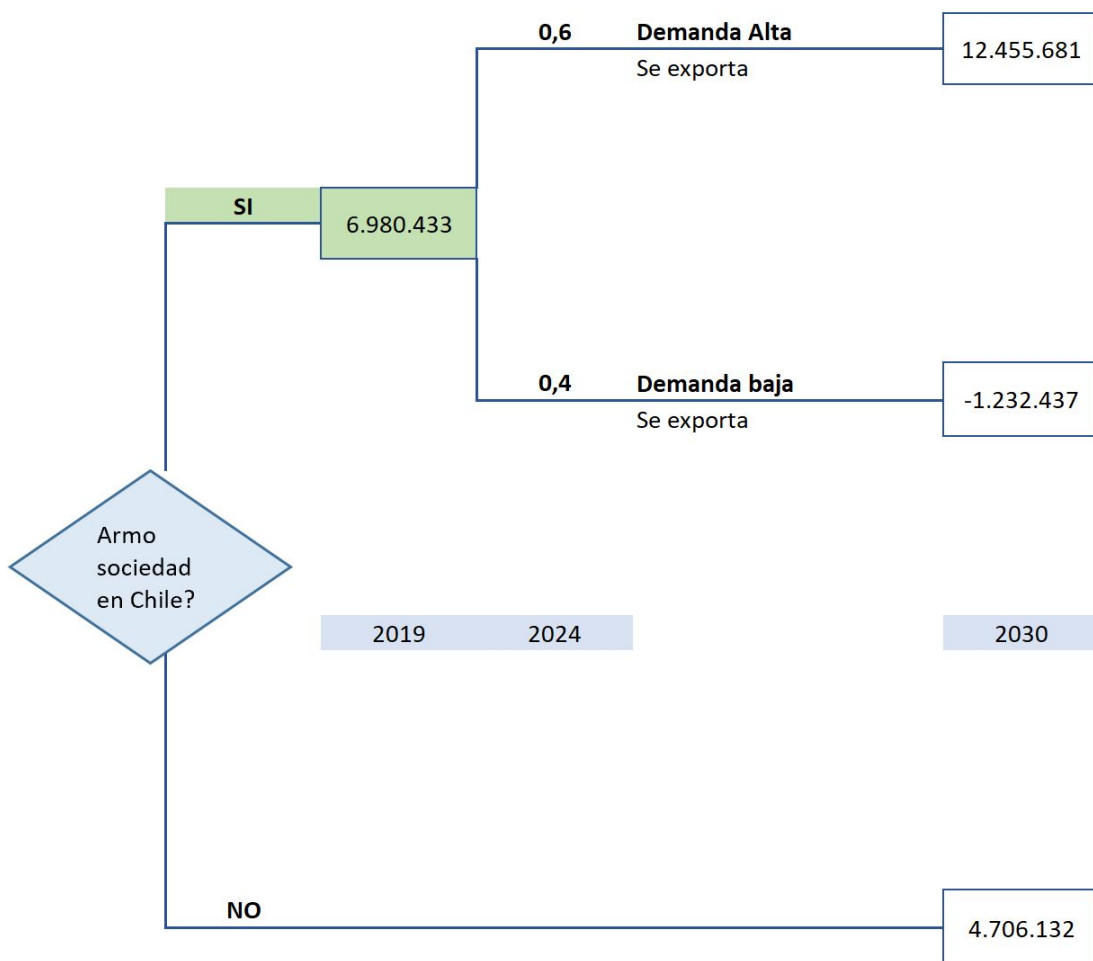


Gráfico 5.5.1.2: Árbol de decisión para la opción real de conformar una sociedad en Chile

En el quinto año el margen por cada tracker vendido es de 59.826 pesos. Sin embargo, como esta venta es adicional, el costo de cada tracker es simplemente el margen variable. Por esta razón, el margen variable que aporta cada unidad vendida es de 737.634 pesos sin incluir el costo de flete. Puesto que el producto se va a exportar a Chile, se calculó el costo de flete por cada unidad enviada. El costo que implica este

aspecto de la operación es de aproximadamente 50 ARS/km con una distancia promedio de envío de 2.000 km. Además se deben tomar en cuenta los costos de ingreso e importación de despachante de aduana y tasas de ingreso que se calculan en aproximadamente 2.000 dólares por camión.

A partir de los resultados anteriores se puede llegar a la conclusión de que realizar la opción real es conveniente ya que el VAN de realizar dicha opción es de 6.980.433 mientras que el de no realizar la opción es de 4.706.132. Además esta opción es de gran utilidad para mitigar riesgos, ya que como se analizó anteriormente, el principal riesgo de este proyecto es un nivel de ventas bajo. Este riesgo se mitigará fácilmente con el proyecto en Chile, ya que una vez instalada la sociedad, se podría exportar todo el residual de capacidad libre que tenga la fábrica hacia la demanda de Chile.

5.5.2 Política de stock

En vista de un posible cambio de gobierno, existe la posibilidad de que ocurra un cambio de políticas de Estado, lo que puede desembocar en un cierre de importaciones o el eventual aumento de aranceles. Este escenario es digno de analizar ya que una parte importante de los insumos se importa. Como se observa en la tabla, las piezas tercerizadas (motores y controlador) representan casi un 17% de los costos de los insumos para producir los trackers.

Costos varios	% del Total
Costo Materia Prima (Aluminio)	71,2 %
Costo de piezas tercerizadas	16,8 %
Costo MOD	10,8 %
Costo de matriceria	1,2 %

Tabla 5.5.2.1: Distribución de costos

En gobiernos anteriores, como consecuencia de las políticas impuestas, aumentaron las tarifas arancelarias para los productos de origen importado. A mediados de 2012, la importación de bienes de capital provenientes de países que no pertenezcan al Mercosur estaba gravada con un arancel del 14% (antes tenía arancel nulo). Como se considera que Argentina es una país políticamente inestable, esta situación se puede repetir en función de las próximas elecciones.

A partir de esto, se pensó la opción real de abastecerse de motores y de controladores con anticipación de manera de tener un stock. En primer lugar, se consideró la posibilidad de comprar estos insumos para consolidar las ventas de los próximos cuatro años, período en el cual se repaga el proyecto. Teniendo en cuenta que los unidades

necesarias para los insumos en cuestión a lo largo del proyecto se distribuyen de la siguiente manera:

Año	Unidades vendidas	Motores	Controladores
2020	143	143	143
2021	495	495	495
2022	709	709	709
2023	1078	1078	1078
2024	1474	1474	1474
2025	1313	1313	1313
2026	1209	1209	1209
2027	1516	1516	1516
2028	1748	1748	1748
2029	1275	1275	1275

Tabla 5.5.2.2: Requerimientos de motores y controladores

Por otro lado, el costo total de adquirir un motor y un controlador es de USD 1.100 que, teniendo en cuenta la tasa de cambio proyectada, equivale a un requerimiento de más de \$450.000.000 para cubrir las necesidades de insumos hasta 2024. Se llegó a la conclusión de que no es factible conseguir dicha financiación en un contexto como el actual, por lo que la opción no resulta conveniente.

6.1 ANEXO

Mercado

ANEXO 0001

AÑO	Demanda Energética real (GWh)
2000	83.758
2001	86.015
2002	81.348
2003	86.442
2004	93.286
2005	98.160
2006	104.627
2007	108.482
2008	112.382
2009	111.333
2010	115.735
2011	121.216
2012	125.804
2013	129.820
2014	131.205
2015	136.870
2016	138.070
2017	137.200
2018	138.200

CAMMESA (2019), “BASE_INFORME_MENSUAL_2019-02”, el 10 de mayo, en <http://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx>

ANEXO 0002

AÑO	PBI (miles de Millones de USD)
2000	284
2001	269
2002	98
2003	128
2004	165
2005	199
2006	233
2007	288
2008	362
2009	333
2010	424
2011	530
2012	546
2013	552
2014	526
2015	595
2016	555
2017	637
2018	623

THE WORLD BANK (2019), “GDP (Current US\$)”, el 13 de mayo de 2019, en <https://data.worldbank.org/country/argentina>

ANEXO 0003

AÑO	Población [habitantes]
2000	37.057.452
2001	37.471.509
2002	37.889.370
2003	38.309.379
2004	38.728.696
2005	39.145.488
2006	39.558.890
2007	39.970.224
2008	40.382.389
2009	40.799.407
2010	41.223.889
2011	41.656.879
2012	42.096.739
2013	42.539.925
2014	42.981.515
2015	43.417.765
2016	43.847.430
2017	44.271.041
2018	44.693.480

(THE WORLD BANK (2019), “Population, total”, el 13 de mayo de 2019, en <https://data.worldbank.org/country/argentina>)

ANEXO 0004

AÑO	Demanda Energética modelada (GWh)
2000	84.810
2001	87.237
2002	86.067
2003	89.591
2004	93.279
2005	96.879
2006	100.451
2007	104.502
2008	109.002
2009	111.145
2010	116.115
2011	121.513
2012	124.844
2013	127.969
2014	130.344
2015	134.876
2016	136.840
2017	141.616
2018	144.119

ANEXO 0005

AÑO	PBI proyectado en miles de Millones de USD
2019	652
2020	681
2021	711
2022	740
2023	769
2024	799
2025	828
2026	857
2027	887
2028	916
2029	945

ANEXO 0006

AÑO	Población
2019	45.092.324
2020	45.517.144
2021	45.941.964
2022	46.366.784
2023	46.791.604
2024	47.216.424
2025	47.641.244
2026	48.066.064
2027	48.490.884
2028	48.915.704
2029	49.340.524

ANEXO 0007

AÑO	Demanda Energética modelada (GWh)
2019	146.977
2020	150.515
2021	154.059
2022	157.606
2023	161.158
2024	164.713
2025	168.271
2026	171.831
2027	175.395
2028	178.960
2029	182.526

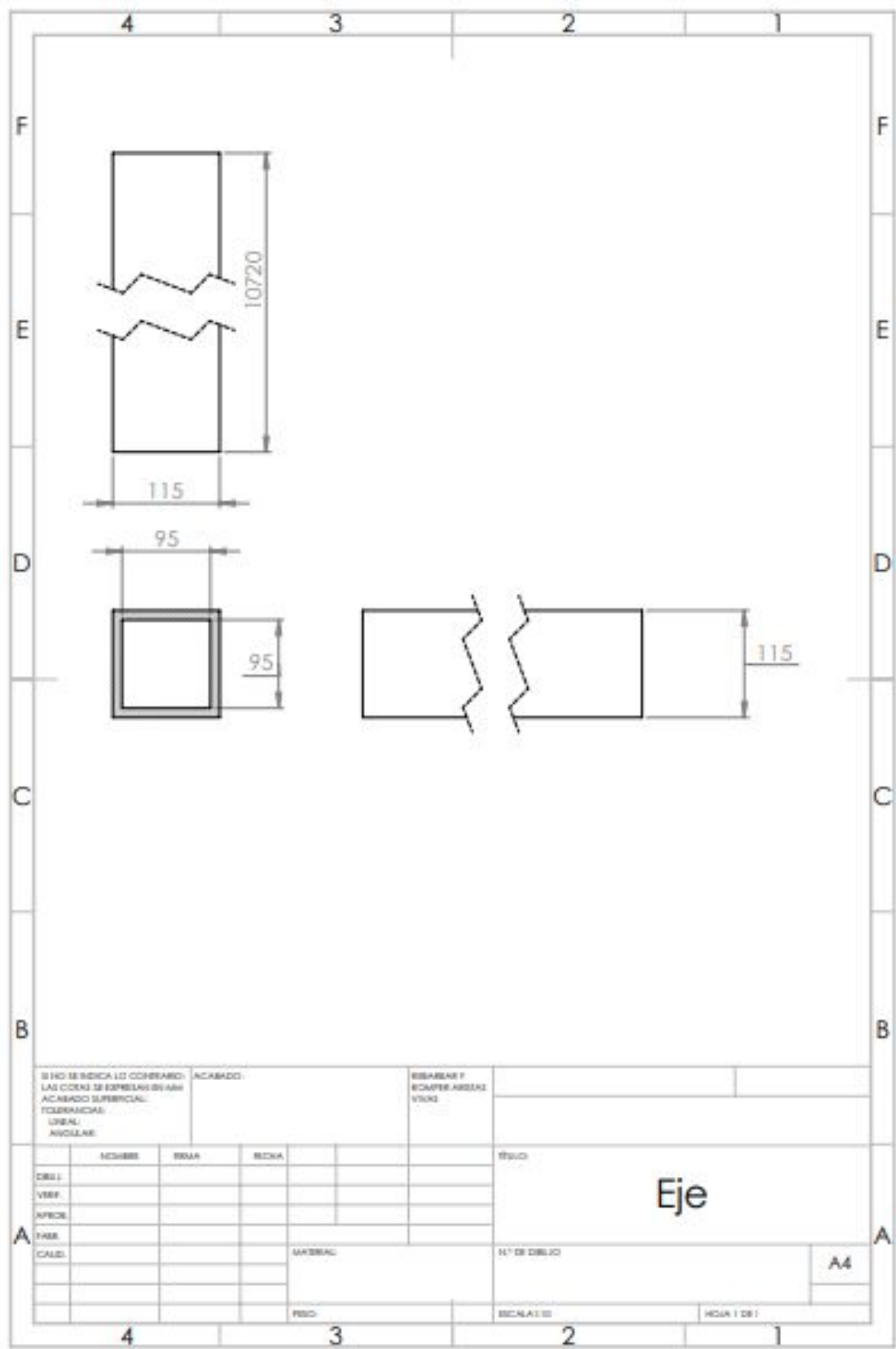
ANEXO 0008

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Ronda</i>	<i>Provincia</i>	<i>Sum of Potencia MW</i>	<i>Usan trackers?</i>
P.S. Ullum X	Ronda 2	San Juan	100	si
P.S. La Puna	Ronda 1	Salta	100	si
P.S. La Pirka	Ronda 2	Catamarca	100	si
P.S. Guañizuil Ii A	Ronda 2	San Juan	100	si
P.S. Cauchari 3	Ronda 1	Jujuy	100	si
P.S. Cauchari 2	Ronda 1	Jujuy	100	si
P.S. Cauchari 1	Ronda 1	Jujuy	100	si
P.S. Altiplano I	Ronda 2	Salta	100	si
P.S. Verano Capital Solar One	Ronda 2	Mendoza	99,9	si
P.S. Iglesia - Guañizuli	Ronda 1.5	San Juan	80	-
P.S. Cafayate	Ronda 1.5	Salta	80	si
P.S. Tocota	Ronda 2	San Juan	72	si
P.S. Los Zorritos	Ronda 2	Catamarca	49,5	si
P.S. Arroyo del Cabral	Ronda 2	Córdoba	40	no
P.S. Zapata	Ronda 2	Mendoza	37	no
P.S. Sarmiento	Ronda 1.5	San Juan	35	si
P.S. Nonogasta	Ronda 1.5	La Rioja	35	no se hizo
P.S. Ullum3	Ronda 1.5	San Juan	32	no
P.S. Villa Dolores	Ronda 2	Córdoba	26,85	-
P.S. Ullum N2	Ronda 1.5	San Juan	25	si
P.S. Ullum N1	Ronda 1.5	San Juan	25	si
P.S. Caldenes del Oeste	Ronda 1.5	San Luis	24,75	si
P.S. Saujil	Ronda 1.5	Catamarca	22,5	si
P.S. Luján De Cuyo	Ronda 1.5	Mendoza	22	no
P.S. La Cumbre	Ronda 1.5	San Luis	22	si
P.S. Anchoris	Ronda 1.5	Mendoza	21,3	si
P.S. Nonogasta Ii	Ronda 2	La Rioja	20,04	no
P.S. V.Maria del Rio Seco	Ronda 2	Córdoba	20	si
P.S. Saujil Ii	Ronda 2	Catamarca	20	no
P.S. Lavalle	Ronda 1.5	Mendoza	17,6	no

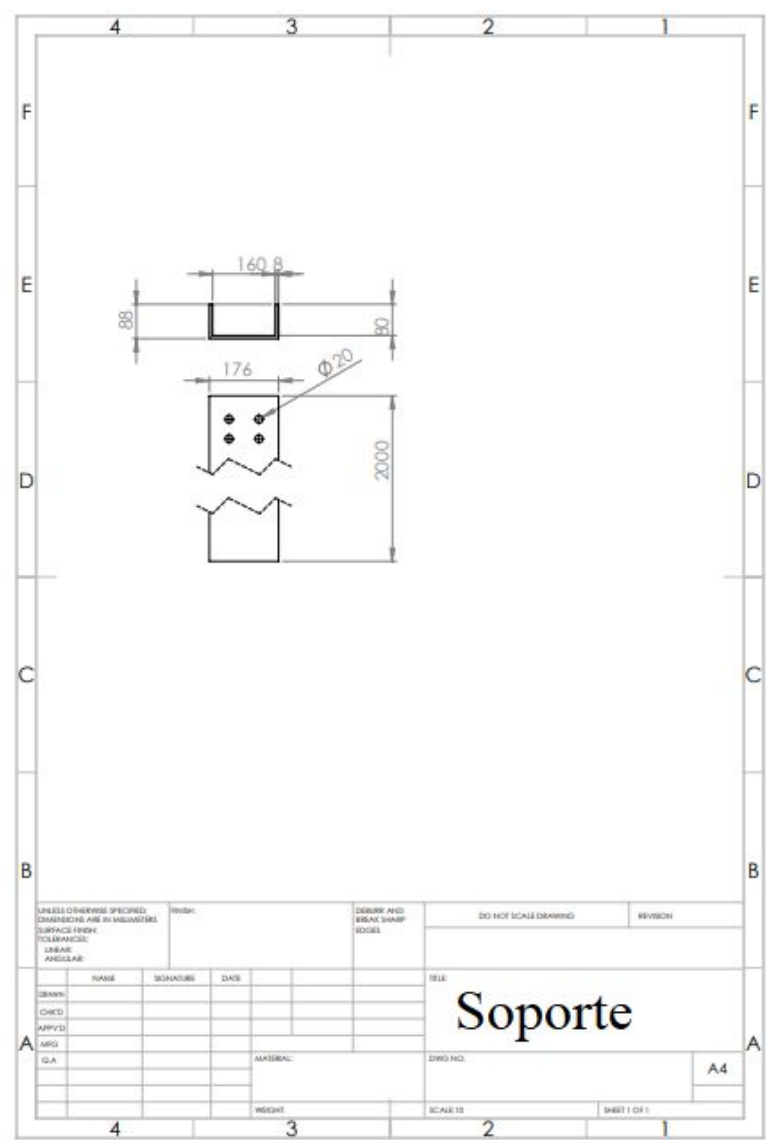
P.S. General Alvear	Ronda 1.5	Mendoza	17,6	si
P.S. Cura Brochero	Ronda 2	Córdoba	17	si
P.S. Tinogasta	Ronda 1.5	Catamarca	15	si
P.S. La Paz	Ronda 1.5	Mendoza	14,08	no
P.S. Ullum 4	Ronda 1.5	San Juan	13,5	si
P.S. Fiambalá	Ronda 1.5	Catamarca	11	si
P.S. Tinogasta Ii	Ronda 2	Catamarca	6,96	si
P.S. Añatuya I	Ronda 2	Santiago Del Estero	6	no
P.S. Las Lomitas	Ronda 1.5	San Juan	1,7	no
P.S. Pasip	Ronda 1.5	Mendoza	1,15	no
P.S. Nonogasta Iv	Ronda 2	La Rioja	1	no
Suma total			1732,43	

Ingeniería

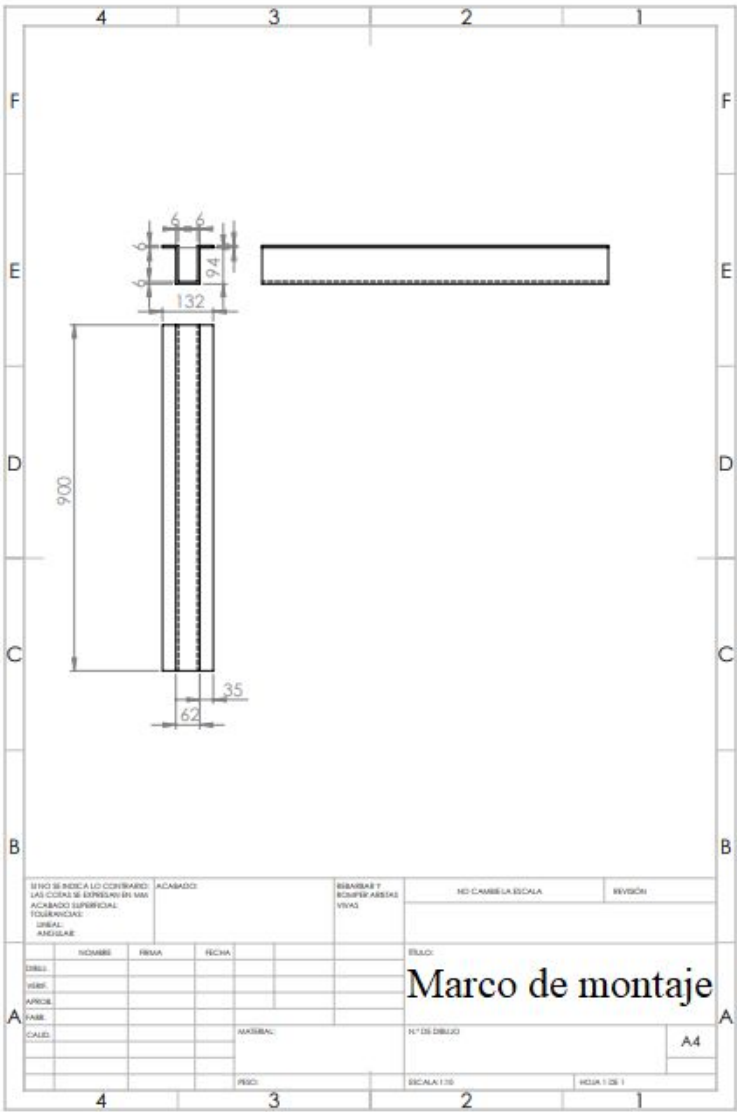
ANEXO 000



ANEXO OO10



ANEXO OO11





6.2 BIBLIOGRAFÍA

Mercado

Parque Solar Fotovoltaico Cañada Honda (s.f.). Recuperado el 2 de mayo del 2019 de:
<http://www.360energy.com.ar/psf-canada-honda/>

Fact Sheet Solar Star Projects (s.f.). Recuperado el 10 de mayo del 2019 de:
<https://us.sunpower.com/sites/default/files/media-library/case-studies/cs-solar-star-projects-fact-sheet.pdf>

Ministerio de Energía y Minería (2018). Adjudicaciones del programa RenovAr. Recuperado el 15 de abril del 2019:
<https://public.tableau.com/profile/datosenergia#!/vizhome/AdjudicacionesRenovARMINEMArgentina/AdjudicacionesRenovArArgentina>

Jemse (2019). Proyecto Solar Fotovoltaico Distribuido de la Provincia de Jujuy. Recuperado el 29 de abril de 2019 de:
<http://jemse.gob.ar/proyecto-solar-fotovoltaico/memoria-tecnica/>

Greentechmedia (2017). 4 Charts Explaining Latin America's Impending Solar Boom. Recuperado el 13 de mayo de 2019 de:
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/explaining-latin-americas-impending-solar-boom1#gs.9qxo6p>

Greentechmedia (2019). US and Latin America Take Top Spots Again in the Growing Solar Tracker Market, recuperado el 13 de mayo de 2019 de:
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/us-and-latin-america-take-top-spot-in-growing-solar-tracker-market#gs.9sbcps>

Greentechmedia (2016). 3 Fast Facts About Latin America's Solar Market. Recuperado el 13 de mayo de 2019 de:
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/three-fast-facts-about-latin-americas-solar-market#gs.9s069g>

Business Wire (s.f.). Recuperado el 23 de abril de:
<https://www.businesswire.com/news/home/20181227005304/en/Global-Single-Axis-Solar-PV-Tracker-Market>

Emiliano Bellini. (4 de abril de 2019) Argentina anuncia nueva subasta para solar y renovables. *PV Magazine*. Recuperado el 12 de mayo del 2019 de:
<https://www.pv-magazine-latam.com/2019/04/04/argentina-anuncia-nueva-subasta-para-solar-y-renovables/>

AIREC (2018), 2018 ARGENTINA RENEWABLE ENERGY REPORT. Recuperado el 5 de mayo de 2019:
<http://minaaysp.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2018/06/AIRECweek-2018-The-Arentina-Report.pdf>

Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Adjudicaciones del programa RenovAr. Recuperado el 20 de abril de 2019 de:

<https://public.tableau.com/profile/datosenergia#!/vizhome/AdjudicacionesRenovARMI/NEMArgentina/AdjudicacionesRenovArArgentina>

CAMMESA (2019), *BASE_INFORME_MENSUAL_2019-02*, recuperado el 10 de mayo de 2019 de:

<http://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx>

THE WORLD BANK (2019), *GDP (Current US\$)*, recuperado el 10 de mayo de 2019, de:

<https://data.worldbank.org/country/argentina>

THE WORLD BANK (2019). *Population, total*. Recuperado el 9 de mayo de 2019 de:

<https://data.worldbank.org/country/argentina>

Terna Group (2019). *Reporte Mensual*. Recuperado el 28 de abril de 2019 de:

<https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/dispacciamento/datiesercizio/rapportomensile.aspx>

INDEC (s.f.). Recuperado el 11 de mayo de 2019 de:

https://www.indec.gob.ar/nivel2_default.asp?seccion=P&id_tema=2

Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA). *Datos de síntesis mensual*. Recuperado el 28 de abril de 2019 de

<http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos (2015)

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

International Renewable Energy Agency (s.f.). Recuperado el 4 de mayo de 2019 de

<https://www.irena.org/solar>

International Renewable Energy Agency (s.f.). Recuperado el 4 de mayo de 2019 de

http://resourceirena.irena.org/gateway/countrySearch/?countryCode=ARG#remap_2030

COCIER (s.f.) Recuperado el 4 de mayo de 2019 de

<http://www.cocier.org/index.php/es/proyectos-y-estudios/ver-los-ultimos-estudios-y-proyectos>

London Metal Exchange. Metals. Non ferrous. Aluminium. (s.f.). Recuperado el 29 de abril de 2019 de: <https://www.lme.com/Metals/Non-ferrous/Aluminium#tabIndex=2>

Hague, P. y Harrison, M. Market Segmentation in B2B Markets. *B2B Market Research Company* (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2019 de

<https://www.b2binternational.com/publications/b2b-segmentation-research/>

Cámara Argentina de Energías Renovables. Anuario 2018. (s.f.). Recuperado el 5 de abril de 2019 de <http://www.cader.org.ar/>

INDEX Mundi (s.f.). Recuperado el 27 de abril de 2019 de <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=crude-oil&months=360>

INDEX Mundi (s.f.). Recuperado el 27 de abril de 2019 de <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=aluminum&months=300>

Juan Plá, Claudio Bolzi, Julio César Durán. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. (s.f.). Recuperado el 5 de abril de 2019 de <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/03/tomo68-1/4-Duran-cei68-1-5.pdf>

ATEG. (s.f.). Preguntas frecuentes sobre el galvanizado. La galvanización. Recuperado el 1 de mayo del 2019 de: <https://www.ateg.es/la-galvanizacion/preguntas-frecuentes>
Avalumitran S.L.. (2015). Nuestros procesos a fondo: La extrusión del aluminio. Recuperado de: <http://www.avalumitran.com/nuestros-procesos-a-fondo-la-extrusion-del-aluminio/?lang=en>

Brown, N. & Wallace, C. (2017). *IT-ER S.A.. Informe de precios de la energía solar en Argentina 2017*. Biblioteca interna de IT-ER.

CarboSystem. (s.f.). Colada Continua. Recuperado el 3 de mayo del 2019 de: <http://carbosystem.com/colada-continua/>

Conductividad térmica. (s.f.). Recuperado el 2 de mayo del 2019 de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Tables/thrcn.html>

Conduce tu empresa. (2018). Etapas del ciclo de vida del producto. Introducción, crecimiento, madurez y declive. Recuperado de: <https://blog.conducetuempresa.com/2018/07/ciclo-de-vida-del-producto.html>

Farzin Ghanadi, (2017). Schematic diagram. Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/a-Schematic-diagram-with-labelled-dimensions-of-the-wind-engineering-test-section-in_fig9_319186728

IDERO Solar. (s.f.) Nuestros productos. Recuperado el 2 de mayo del 2019 de: <http://www.iderosolar.com.ar/>

Power from the sun. (s.f.). The sun's energy. Recuperado el 27 de abril del 2019 de: <https://www.powerfromthesun.net/Book/chapter02/chapter02.html>

The London Metal Exchange. (2019). LME Aluminium. LME Aluminium Historical graph. Recuperado el 2 de mayo del 2019 de: <https://www.lme.com/en-GB/Metals/Non-ferrous/Aluminium#tabIndex=2>

Soltigua™. (s.f.). iTracker. Recuperado el 15 de abril del 2019 de:
<http://www.soltigua.com/itracker/>

Hydro (2012). *Solar Design Manual. Aluminum extrusion, a world of opportunities*.
Recuperado el 17 de abril del 2019 de :
http://www.buildup.eu/sites/default/files/Hydro_Solar_Design_Manual.pdf

Universidad de Cantabria. (s.f.). Movimiento aparente del sol. Recuperado el 17 de abril del 2019 de: <https://personales.unican.es/gonzalmi/ssolar/articulos/movapsol.html>
U.S. Energy information Administration. (2018). *Solar photovoltaic costs are declining, but estimates vary across sources*. Recuperado de:
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=35432>

Ingeniería

Diario Somos (2019). Recuperado el 10 de junio de 2019 de:
<http://diariosomos.com.ar/frecuentes-cortes-gas-mendoza-2018/>

Cámara Argentina de la Construcción Delegación Mendoza (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019 de: <http://camarcomendoza.org.ar/indice/>

MetroGas (s.f.) Recuperado el 16 de junio de 2019 de:
<https://www.metrogas.com.ar/Grandes-Clientes/Paginas/cuadros-tarifarios.aspx>

Ecogas (s.f.). Recuperado el 17 de junio de 2019 de:
<https://www.ecogas.com.ar/appweb/leo/pub/notas/2723/Mendoza.pdf>

Foshan Hongfuda Machinery (s.f.). Recuperado el 25 de junio de 2019 de:
<http://aluminum-solutions.com/3-hot-cutting-circular-blade-saw-for-aluminum-log-cutting.html>

Green Spec. Aluminium production & environmental impact (s.f.). Recuperado el 25 de junio de 2019 de:
<http://www.greenspec.co.uk/building-design/aluminium-production-environmental-impact/>

Recuperado el 26 de junio de 2019 de:
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/09442_Proyecto_de_Automatizaci%C3%B3n:_Planta_de_extrusi%C3%B3n_de_aluminio._Fabricaci%C3%B3n_y_distribuci%C3%B3n

Fact Sheet Solar Star Projects (s.f.). Recuperado el 10 de mayo del 2019 de:
<https://us.sunpower.com/sites/default/files/media-library/case-studies/cs-solar-star-projects-fact-sheet.pdf>

Ministerio de Energía y Minería (2018). Adjudicaciones del programa RenovAr. Recuperado el 15 de abril del 2019:

<https://public.tableau.com/profile/datosenergia#!/vizhome/AdjudicacionesRenovARMINEMArgentina/AdjudicacionesRenovArArgentina>

Jemse (2019). Proyecto Solar Fotovoltaico Distribuido de la Provincia de Jujuy.

Recuperado el 29 de abril de 2019 de:

<http://jemse.gob.ar/proyecto-solar-fotovoltaico/memoria-tecnica/>

Greentechmedia (2017). 4 Charts Explaining Latin America's Impending Solar Boom.

Recuperado el 13 de mayo de 2019 de:

<https://www.greentechmedia.com/articles/read/explaining-latin-americas-impending-solar-boom1#gs.9qxo6p>

Farrell Engineering (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<http://www.farrellengineering.com/machine/details/655.html>

Equip Matching (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

https://www.equipmatching.com/used__equipment/6/100/316049.php

Wangeshi (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

http://www.wangeshi.com/en/product_detail.php?rid=40&cid=19

Alpro S.A. (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<http://www.alprossa.com.ar/empresa.html>

Telcalex S.A. (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<https://www.tecalex.com/en/products/furnaces/z6-fm-ageing-oven/>

Alibaba (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

https://www.alibaba.com/product-detail/SX-Q10-Aluminum-Gas-Ageing-Oven_60789234813.html?spm=a2700.details.maylikeexp.6.60d840862l0vK1

Wisoven Co. (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<https://www.wisoven.com/products/batch-ovens/aluminum-age-ovens#>

Telcalex S.A. (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<https://www.tecalex.com/en/products/cutting-stacking/>

Mbrezzo S.A. (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :

<http://www.mbrezzo.com/index.php?link=5&idprod=72>

Jih Co. ltd (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :
<https://www.jih-i.com/fully-automatic-drilling-machine/jih-nc150.html>

De máquinas y herramientas (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :
<https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/herramientas-neumaticas-tipos>

Mercadolibre (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :
<https://listado.mercadolibre.com.ar/herramientas-y-construccion/herramientas/4-pistola-neumatica-3>

Mercadolibre (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :
https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-736681658-pistola-llave-de-impacto-neumatica-34-vtb-fd020c-_JM?quantity=1

Mercadolibre (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de :
https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-639480793-compresor-de-aire-4hp-100-litros-bicilindrico-lusqtoff-_JM?matt_tool=63449217&matt_word=ALL&gclid=EAIaIQobChMI_PurKleQ4wIVDgiRCh2_6wekEAQYBCABEgIxf_D_BwE&quantity=1&variation=21646897887
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0449_M.pdf

Julio Antonio Corzo Mazariegos. *Mantenimiento preventivo para una planta de extrusión que fabrica perfiles de aleaciones de aluminio*(2005). Recuperado el 29 de junio de 2019 de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0449_M.pdf

Alibaba (s.f.). Recuperado el 29 de junio del 2019 de:
https://www.alibaba.com/product-detail/ISO9001-CE-SVE9-vertical-electric-single_60808740006.html?spm=a2700.7724838.2017115.133.b8834f75Cq6Zpg

Igus S.A. (s.f.). Recuperado el 21 de junio del 2019 de:
<https://www.igus-cad.com/default.aspx?cul=es-AR&ArtNr=ESQM-110&mandant=INT¶mmode=>

Proyecto de automatización: planta de extrusión de aluminio (s.f) : Recuperado 29 de julio 2019 de:
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/09442_Proyecto_de_Automatizaci%C3%B3n:_Planta_de_extrusi%C3%B3n_de_aluminio._Fabricaci%C3%B3n_y_distribuci%C3%B3n

Fuente Antolín, Óscar (2017). DESCRIPCIÓN DEL FLUJOGRAMA DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE ALUMINIO POR EXTRUSIÓN. Recuperado el 29 de julio 2019 de: <https://core.ac.uk/download/pdf/132345467.pdf>

Teoría de construccion (sf). Recuperado el 29 de Julio 2019 de:
<http://teoriadeconstruccion.net/blog/extrusion-y-perfilado-del-aluminio/>

Interpresas (2017). Estudio de alternativas para mejorar el precalentamiento de matrices de forja en caliente. Recuperado el 29 de Julio 2019 de:
<http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/184377-Estudio-de-alternativas-para-mejorar-el-precalentamiento-de-matrices-de-forja-en-caliente.html>

Wikipedia (sf). Recuperado el 30 de julio de 2019 de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Fluencia>

Aluminio 6063 (sf). Recuperado el 30 de julio de 2019 de:
https://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa_6063_aluminio.pdf

Juan Andrés Méndez (2016). Modelo teórico de extrusión de perfiles de aleación de aluminio 6063. Recuperado el 1 de Julio de 2019 de:
<http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/168/JAMendez-TFG-IM-2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Económico Financiero

Macrotrends. Renewable Energy Debt, Recuperado 22 de septiembre de 2019 de:
<https://www.macrotrends.net/stocks/charts/REGI/renewable-energy/debt-equity-ratio>

Investopedia. Payback Period. Recuperado 21 de septiembre de 2019 de:
<https://www.investopedia.com/terms/p/paybackperiod.asp>

MetroGas (s.f.) Recuperado el 21 de septiembre de 2019 de:
<https://www.metrogas.com.ar/hogares/Paginas/cuadros-tarifarios.aspx>

Diario Clarín. Recuperador 20 de septiembre de 2019 de:
https://www.clarin.com/mundo/fed-volvio-bajar-tasas-interes_0_uzpLcHtA.html

Diario El Cronista. Recuperado 20 de septiembre de 2019 de:
<https://www.cronista.com/finanzasmercados/Los-inversores-argentinos-se-encuentran-entre-los-mas-impacientes-del-mundo-20190716-0017.html>

Damodaran (Enero 5, 2019). Recuperador 19 de septiembre 2019 de:

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html#discrate

Damodaran (Enero 5, 2019). Recuperador 19 de septiembre 2019 de:
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Apuntes de la cátedra. Campus ITBA

Páginas Web Ya (s. f). Recuperado 19 de septiembre 2019 de:
<https://paginaswebya.com.ar/#presupuesto>

Estudio del amo (s.f) . Recuperador 20 de septiembre de:
<http://estudiodelamo.com/inflacion-argentina-anual-mensual-2019/>

Energía Estratégica. Financiamiento BICE. Recuperado 18 de septiembre 2019 de:
<http://www.energiaestrategica.com/financiamiento-del-bice-punto-por-punto-los-requisitos-y-las-condiciones-de-creditos-especificos-para-proyectos-renovables/>

Net News. El Banco Nación otorgará créditos bonificados a proyectos de energías renovables
Recuperado 21 de septiembre 2019 de:
<https://netnews.com.ar/nota/1007-El-Banco-Nacion-otorgara-creditos-bonificados-a-proyectos-de-energias-renovables>

Cámara Argentina de Energías Renovable (s.f.). Recuperado el 30 de agosto de:
<http://www.cader.org.ar/pasos-para-inscribirse-en-el-programa-del-gobierno-que-ofrece-financiamiento-para-energias-renovables/>

Energía Estratégica (s.f.). Recuperado el 16 de septiembre de:
<http://www.energiaestrategica.com/oportunidad-de-financiacion-para-pymes-el-banco-ciudad-dispone-us30-millones-para-proyectos-de-energias-renovables/>

Unión Obrera Metalúrgica (s.f.). Recuperado el 20 de agosto de:
<http://www.uom.org.ar/site/>

Riesgos

El Economista. (2019). Expectativa por la ronda 4 del Renovar. Recuperado el 25 de octubre de 2019 de:
<https://www.eleconomista.com.ar/2019-09-expectativa-por-la-ronda-4-del-renovar/>

Array Technologies (2018). Chile, el paraíso de la energía solar. Recuperado el 12 de octubre de 2019 de:
<https://www.pv-magazine-latam.com/comunicados/chile-el-paraiso-de-la-energia-solar/>

Gobierno de Chile (2012). *Estrategia Nacional de energía 2012-2030*. Recuperado el 13 de octubre de 2019 de:

https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/3_Estrategia-Nacional-de-Energia-2012-2030_Energia-para-el-Futuro.pdf

América Economía (2017). Guía: 12 pasos para importar mercancías a Chile. Recuperado el 13 de octubre de 2019 de:

<https://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/guia-12-pasos-para-importar-mercancias-chile>

Chile Aduanas (s.f.). ACE Chile - Mercosur [ACE N° 35]. Recuperado el 15 de octubre de 2019 de:

<https://www.aduana.cl/ace-chile-mercosur-ace-n-35/aduana/2007-07-11/131941.html>

Djcranes (s.f.). Granty Crane. Recuperado el 18 de octubre de 2019 de:

<https://elperiodicodelaenergia.com/las-energias-renovables-supondran-el-50-del-mix-electrico-chileno-en-2030/>

Sitio Andino, Sección Economía (2019). En un año el costo por kilómetro de un flete a Buenos Aires subió 63,3%. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:

<https://www.sitioandino.com.ar/n/286986-en-un-ano-el-coste-por-kilometro-de-un-flete-a-buenos-aires-subio-63-3/>

MercadoLibre (s.f.). Publicación de venta. Recuperado el 25 de octubre de 2019 de:

https://local.mercadolibre.cl/MLC-508596172-los-carrera-callejon-pedro-de-valdivia-_JM#position=3&type=item&tracking_id=8c09b24e-e551-4808-a037-27bb392cd7db

Burgess, Nicholas (2017). *An Overview of the Vasicek Short Rate Model*. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de:

<https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=757114096124124113084084006010093023030092050084043069014030069120088117098115070110018011103047026000040100118127086004123116045037034011050080084085075111092083007063022004069114066001005099022114083078119028079021118112124007095084067027127125000086&EXT=pdf>

Clarín, Sección Economía (2012). El Gobierno impone más trabas a las importaciones. Recuperado el 26 de octubre de 2019 de:

https://www.clarin.com/economia/Gobierno-impone-trabas-importaciones_0_BJfxPHm3w7x.html