

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

Título del trabajo:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO - ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE QUEMADORES EN LA EMPRESA RHEEM CHILE S.A.

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Proyectos de Ingeniería y al grado de
Licenciado en Ingeniería de Proyectos

Por:

Rodrigo Flores Holtheuer.

Profesor Guía:

Prof. Mario Salinas Psijas

Fecha:

27 de noviembre del 2023

A mi familia, especialmente a mi señora y mi hija, quienes siempre fueron una motivación para lograr este objetivo; sin el apoyo de ellas, no hubiese sido posible. A mi suegra, quien facilitó el camino. A mis profesores, aquellos que se encargaron de transmitir y compartir sus experiencias y conocimientos de manera efectiva. A mi grupo de estudio y trabajo, sin duda, un apoyo fundamental durante toda la carrera. Les expreso mi más sincera gratitud por contribuir al logro de este importante hito académico en mi vida.

ÍNDICE

	INTRODUCCIÓN.....	1
1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	4
1.1.	LA ORGANIZACIÓN.....	4
1.1.1.	RESEÑA HISTÓRICA.....	7
1.1.2.	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	9
1.2.	DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA LOGROÑO.....	11
1.3.	CENTRALIZACION DEL PROYECTO.....	13
1.3.1.	DETERMINACIÓN DE CALENTADORES DE INTERÉS.....	13
1.3.2.	PROCESO DE FABRICACIÓN ASOCIADO A CALENTADORES DE AGUA MECANICOS.....	14
1.3.3.	INDICADORES KPI IMPORTANTES RELACIONADOS AL PROYECTO	15
1.3.4.	SELECCIÓN DEL PROCESO DE INTERES.....	17
1.4.	METODOLOGÍA.....	19
1.4.1.	SITUACION SIN PROYECTO OPORTUNIDAD A DESARROLLAR.....	19
1.4.2.	ANALISIS Y ESTUDIO DE CAUSAS.....	20
1.4.3.	ESQUEMA SITUACIÓN CAUSA, PROBLEMA E IMPACTO.....	21
1.4.4.	SITUACION CON PROYECTO Y SOLUCION.....	22
1.5.	OBJETIVOS Y RESULTADO ESPERADO.....	25
1.5.1.	OBJETIVO GENERAL.....	25
1.5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
1.5.3.	LIMITACIONES.....	26
2.	INGENIERÍA CONCEPTUAL.....	28
2.1.	ESTUDIO DE COSTOS.....	28
2.1.1.	DETERMINACION DE INSUMOS.....	28
2.1.1.1.	MATERIA PRIMA.....	28

2.1.1.2.	ENERGÍA.....	29
2.1.2.	ESTRUCTURA DE COSTOS VARIABLES.....	30
2.1.2.1.	COSTOS VARIABLES.....	30
2.1.2.2	COSTOS DE OPERACIONES (O PRODUCCION).....	31
2.2.	LA INVERSION DEL PROYECTO.....	32
2.2.1	INVERSION EN ACTIVOS FIJOS.....	32
2.2.2	INVERSION PUESTA EN MARCHA.....	33
2.3.	ESTUDIO TÉCNICO.....	34
2.3.1.	SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS (INVENTARIO DE EQUIPOS Y DATA SHEET).....	34
2.3.2.	DESCRIPCION Y SELECCIÓN DE PROCESOS.....	40
2.3.3.	DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO QUEMADOR.....	42
2.3.4.	DIAGRAMA LAY OUT.....	43
3.	EVALUACIÓN ECONÓMINA Y FINANCIERA.....	47
3.1.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	47
3.1.1.	FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	47
3.1.2.	COSTOS DE FINANCIAMIENTO.....	47
3.2.	EVALUACIÓN ECONOMICA.....	48
3.2.1.	FLUJO DE CAJA PURO.....	48
3.2.2.	FLUJO DE CAJA FINANCIADO (25%, 50% y 75%).....	49
3.2.2.1.	FLUJO DE CAJA FINANCIADO (25%).....	50
3.2.2.2.	FLUJO DE CAJA FINANCIADO (50%).....	51
3.2.2.3.	FLUJO DE CAJA FINANCIADO (75%).....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tabla 80/20 Pareto</i>	17
Tabla 2 <i>materia prima con proyecto</i>	28
Tabla 3 <i>Consumo de energético con proyecto</i>	29
Tabla 4 <i>Costo Materia prima sin proyecto</i>	30
Tabla 5 <i>Costo Materia prima con proyecto</i>	30
Tabla 6 <i>Costo Mano de Obra sin proyecto</i>	31
Tabla 7 <i>Costo Mano de Obra con proyecto</i>	31
Tabla 8 <i>Consumo energético sin proyecto</i>	31
Tabla 9 <i>Consumo energético con proyecto</i>	31
Tabla 10 <i>Inversión en Activos Fijos</i>	32
Tabla 11 <i>Resumen de Inversión en Activos Fijos</i>	32
Tabla 12 <i>Gastos de puesta en marcha</i>	33
Tabla 13 <i>Gastos de puesta en marcha</i>	33
Tabla 14 <i>Características técnicas de la prensa</i>	37
Tabla 15 <i>Comparación de tiempos de fabricación</i>	41
Tabla 16 <i>Flujo de caja incremental puro</i>	49
Tabla 17 <i>Tabla de amortización proyecto financiado al 25%</i>	50
Tabla 18 <i>Flujo de caja incremental financiado al 25%</i>	50
Tabla 19 <i>Tabla de amortización proyecto financiado al 50%</i>	51
Tabla 20 <i>Flujo de caja incremental financiado al 50%</i>	51
Tabla 21 <i>Tabla de amortización proyecto financiado al 75%</i>	52
Tabla 22 <i>Flujo de caja incremental financiado al 75%</i>	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Distribución de ventas</i>	5
Figura 2 <i>Distribución de mercado de fabricados e importados</i>	5

Figura 3 <i>Historia de Rheem Manufacturing company</i>	8
Figura 4 <i>Organigrama</i>	10
Figura 5 <i>Volumen de Ventas por año.</i>	11
Figura 6 <i>Organigrama MFG</i>	12
Figura 7 <i>Fabricación por plataforma según ventas.</i>	13
Figura 8 <i>Distribución de calefones mecánico y digitales.</i>	14
Figura 9 <i>Pareto</i>	18
Figura 10 <i>Diagrama de bloques. Proceso producción departamento industrial.</i>	19
Figura 11 <i>Diagrama Ishikawa. causa efecto</i>	20
Figura 12 <i>Diagrama causa, problema, impacto.</i>	21
Figura 13 <i>Diagrama solución</i>	22
Figura 14 <i>Diagrama solución</i>	22
Figura 15 <i>Estimación costo total componente sin proyecto vs con proyecto</i>	23
Figura 16 <i>Potencial Ahorro por producto y por año</i>	24
Figura 17 <i>Matriz Progresiva</i>	34
Figura 18 <i>Prensa MC 200 SCHULER</i>	35
Figura 19 <i>Esquema prensa MC 200 SCHULER</i>	36
Figura 20 <i>Prensa Schuler</i>	38
Figura 21 <i>Prensa Roche</i>	38
Figura 22 <i>Prensa Copress</i>	39
Figura 23 <i>Sistema de unión Quemador</i>	39
Figura 24 <i>Visualización del proceso actual</i>	40
Figura 25 <i>Quemador en una pieza</i>	41
Figura 26 <i>Diagrama de flujo Proceso convencional vs proceso propuesto</i>	42
Figura 27 <i>Diagrama layout planta</i>	43
Figura 28 <i>Diagrama layout detalle proceso actual</i>	44
Figura 29 <i>Diagrama layout detalle proceso propuesto</i>	45

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como generalidad mejorar un proceso en particular dentro de un área productiva, de la empresa Rheem Chile S.A. aplicando o implementando una mejora mediante un cambio tecnológico, el que apunta a la reducción de costos con el fin de generar más competitividad, eficiencia y eficacia en la producción de los bienes con mayor venta dentro de la compañía.

Hoy por hoy el mundo actual se encuentra en constante evolución, donde los avances tecnológicos y las transformaciones en los procesos productivos tienen un impacto significativo en diversos aspectos de la sociedad. Desde el ámbito económico hasta el político, social y cultural, estos cambios han generado importantes desafíos y oportunidades para las organizaciones.

En el contexto económico, los procesos productivos y la producción desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de las empresas y las economías. La producción es el motor que impulsa el crecimiento económico, generando bienes y servicios que satisfacen las necesidades de la sociedad. Sin embargo, para lograr un crecimiento sostenible, es esencial buscar constantemente mejoras en los procesos y adoptar cambios tecnológicos que impulsen la eficiencia y la productividad.

La productividad, entendida como la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes y servicios, se convierte en un indicador clave de éxito en un entorno altamente competitivo. La búsqueda de una mayor eficiencia y eficacia en los procesos productivos es esencial para maximizar la producción y minimizar los costos. Estos costos, que incluyen tanto los costos fijos como los variables, impactan directamente en la rentabilidad y la capacidad de una organización para generar ingresos y utilidades. (Roberto Carro Paz, 2015)

Sin embargo, alcanzar mejoras en los procesos y cambios tecnológicos que permitan reducir los costos no es tarea fácil.

Es en este contexto donde la mejora en los procesos y los cambios tecnológicos se presentan como herramientas clave para la disminución de costos. Mediante la implementación de mejoras en los procesos productivos, como la optimización de los flujos de trabajo, la eliminación de actividades innecesarias o la adopción de tecnologías innovadoras, las organizaciones pueden lograr una mayor eficiencia y productividad, generando a su vez una reducción en los costos operativos.

En definitiva, en un mundo en constante cambio y competitividad, las organizaciones se enfrentan al desafío de mejorar sus procesos y adoptar cambios tecnológicos para disminuir los costos y aumentar su eficiencia. Esta búsqueda constante de mejoras se convierte en un factor clave para el éxito económico, pero también tiene implicaciones políticas, sociales y culturales, dado que influye en el desarrollo económico, en la generación de empleo, en la calidad de vida de las personas y en la forma en que interactuamos con la tecnología.

Como bien dijo Peter Drucker, padre de la administración moderna, "la mejor manera de predecir el futuro es crearlo". (Drucker, 1974) Es en este espíritu de creación y mejora continua que se sitúa la importancia de las mejoras en los procesos y los cambios tecnológicos para la disminución de costos, como un medio para alcanzar el éxito económico y el progreso de nuestra sociedad en su conjunto."

En torno a este escenario, la mayoría de las empresas buscan mejorar sus procesos productivos y aumentar su eficiencia, lo que les permitirá ser más competitivas en el mercado. En este contexto, se presenta el caso de una línea de producción de quemadores de Rheem Chile S.A. que actualmente produce un quemador en 4 piezas, y se plantea la posibilidad de cambiar el proceso para que se pueda hacer en una sola pieza. En este trabajo, se abordará el análisis económico y técnico para realizar este cambio tecnológico y se determinará si es viable para la empresa.

Con el fin de aumentar la competitividad productiva de la fábrica mediante la reducción de costos en la fabricación.

CAPITULO 1
ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

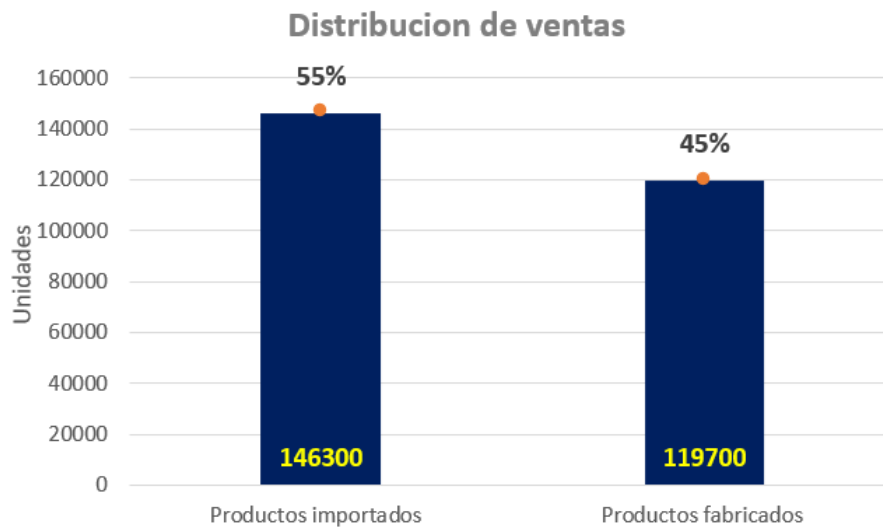
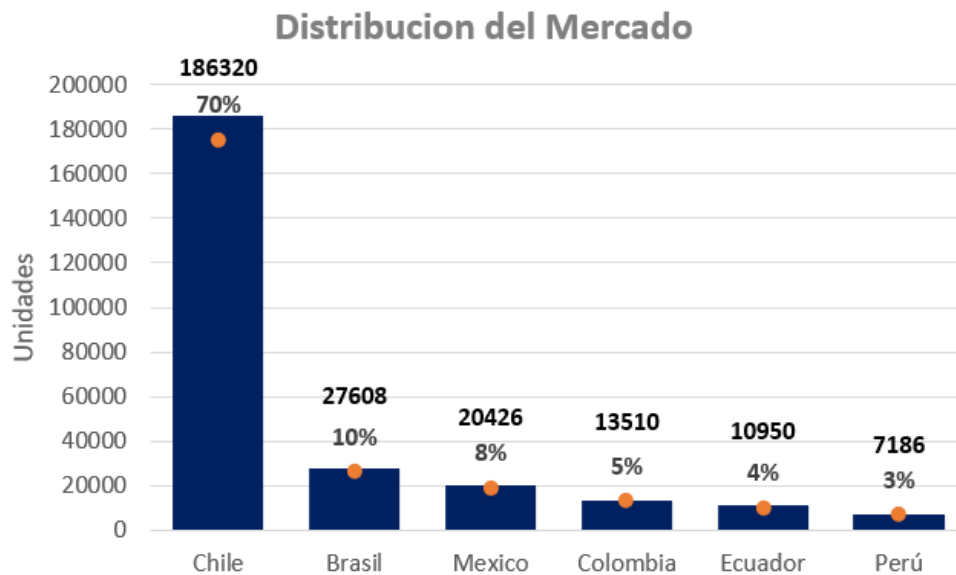
En este capítulo se abordará de manera general la empresa Rheem Chile, enfocándose en sus procesos, la problemática identificada, las causas del problema, las metodologías propuestas para resolver la situación y, finalmente, las limitaciones y resultados esperados del estudio.

1.1. LA ORGANIZACIÓN

Rheem Chile es una empresa Chilera que fue adquirida por el grupo japonés Paloma (Rheem Manufacturing Company) en el año 2014 que se dedica la comercialización de productos para el calentamiento de agua, y aire, ofertando productos tales como: calefónt (calentadores de agua instantáneos), Termos (calentadores de agua con tanque), calderas, calentadores de piscina, climatizadores de aire acondicionado. (Rheem D. d., 2023)

Específicamente la organización atiende lo que es la Región de Latinoamérica LATAM Presentando 2 marcas dominantes Rheem y Splendid, Rheem como marca principal y como submarca Splendid originaria de la empresa antes de ser adquirida por el grupo Paloma (Rheem Manufacturing Company), a la fecha con presencia en países como Chile, Brasil, México, Colombia, Perú, Ecuador. con expansión en proceso en el resto de LATAM.

La compañía tiene oficinas en china, unidades de negocios en diferentes países y unidades productivas en Chile de calefones, México de calefones y termos y otra en Argentina de termos. Tiene una participación de mercado de alrededor de un 63% distribuyendo sus ventas entre productos fabricados e importados en un 45% y 55% respectivamente como podemos ver en la Figura 1, en cuanto a la distribución del mercado en primer lugar se encuentra Chile con un (70%) de las ventas, le sigue Brasil con un (10%), luego México con un 8%, Colombia (5%), Ecuador con (4%) y Perú (3%) como podemos ver en la Figura 2.

Figura 1*Distribución de ventas***Figura 2***Distribución de mercado de fabricados e importados*

Rheem Chile S.A. Tiene como misión, visión, y valores:

MISIÓN

La misión de Rheem Chile, es ofrecer soluciones integrales en calentamiento de agua para el mercado nacional, entregando una solución para el sector Industrial, Minero y Residencial. Todos los productos que Rheem Chile comercializa, cuentan con la reconocida Asistencia Total Rheem con cobertura en todo Chile. Ésta opera con una atención personalizada para industrias mineras e inmobiliarias desde el inicio hasta la implementación total del proyecto

VISIÓN

Nuestra visión apunta a ser una organización global fuerte con procesos de clase mundial, una infraestructura robusta y un sólidos en valores culturales. También es nuestra visión ser un líder en innovación de productos en todos los mercados clave atendidos, produciendo Productos consistentemente de alta calidad, al costo correcto, entregados a tiempo, mientras se brinda valor y servicio superiores. mediante el reconocimiento de las diversas necesidades de nuestros clientes. (Brand, The Rheem, 2021)

VALORES

Respeto y Dignidad:

Ya sean clientes, empleados o socios, las personas siempre son lo primero en Rheem Mostramos nuestro respeto y apoyo a nuestra gente comprometiéndonos con valores y ética sólidos, una cultura de oportunidad y el avance, y productos y procesos de clase mundial.

Integridad y Confianza:

Un fuerte sentido de lo que es correcto motiva todas nuestras acciones, decisiones y prácticas comerciales Nos ganamos la confianza comprometiéndonos con la excelencia, desde proporcionar productos y servicios de calidad Rheem hasta garantizar un ambiente de trabajo optimizado.

Honestidad y Equidad:

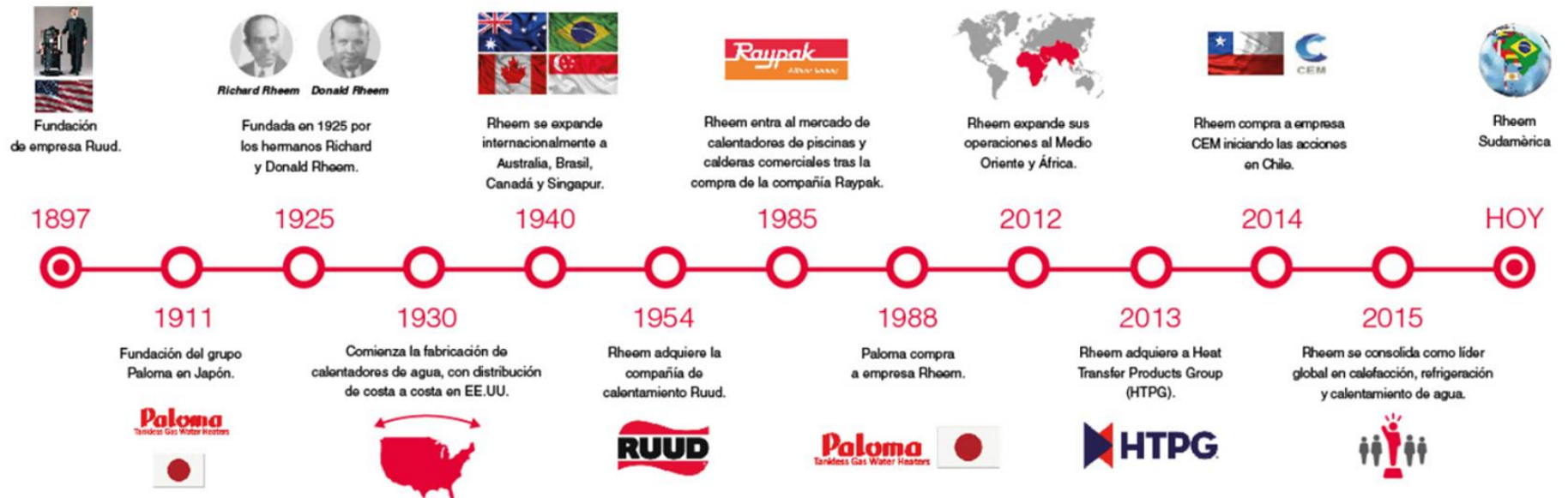
Rheem fue creado por personas honestas y trabajadoras que buscaban mejorar la vida de sus clientes, empleados y socios. Seguimos aplicando ese mismo enfoque y pasión a todo lo que hacemos. (Brand, The Rheem, 2021)

1.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Rheem entrega innovación y eficiencia energética, en soluciones de agua caliente para hogares y empresas desde 1925. su historia comienza anteriormente con Erwin Ruud quien fue un ingeniero mecánico e inventor noruego, que, en el año 1889, en los Estados Unidos, invento el calentador de paso a gas con almacenamiento automático. Fue fundador y presidente de Ruud Manufacturing Company en 1897, ahora una división de Posterior a este acontecimiento en 1911 se lleva a cabo la fundación del Grupo Paloma en Japón para en 1925 la fundación de Rheem Manufacturing Company por los hermanos Richard y Donald Rheem, luego en 1930 comienza la fabricación de calentadores de agua, con distribución de costa a costa en EE. UU. Luego en 1940 Rheem se expande internacionalmente a Australia, Brasil Canadá y Singapur, CEM S.A. fabrica calentadores de agua desde 1951, en 1954 Rheem adquiere la compañía de calentamiento Ruud, en 1985 frente al mercado de calentadores de piscina y calderas comercializables tras la compra de la compañía Raypak, en 1988 el grupo japonés Paloma compra la Empresa Rheem, en 2012 ring expande sus operaciones al Medio Oriente y África, en 2013 Rheem adquiere a Heat Transfer Products Group (HTPG), en 2014 Rheem compra a empresa CEM S.A. iniciando las acciones en Chile, en 2015 y se consolida como el líder global en calefacción refrigeración y calentamiento de agua. (Rheem D. d., 2023) cómo podemos ver en la línea de tiempo representada en la Figura 3

Figura 3

Historia de Rheem Manufacturing company



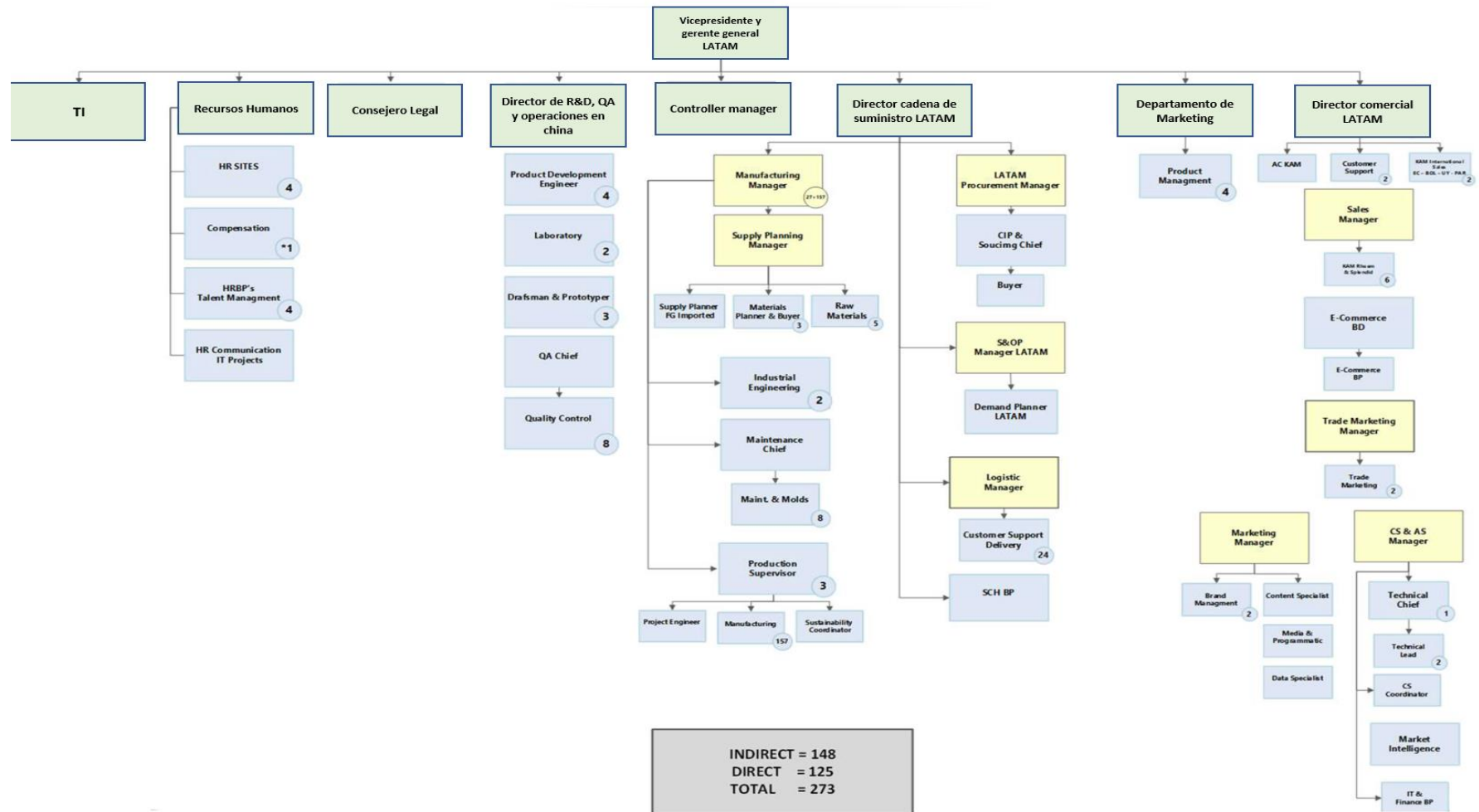
Nota: adaptado de Historia de Rheem Manufacturing company [línea de tiempo], por Rheem, 2023, Rheem Chile (<https://www.rheemchile.cl>) CC BY 2.0

1.1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El organigrama de Rheem Chile S.A. está compuesto en primer lugar por un Vicepresidente y gerente general de América Latina (con oficina en parque industrial de Huechuraba), continúa con los correspondientes departamentos de TI (con oficinas repartidos entre Huechuraba y sede Logroño Estación Central), Recursos Humanos (con oficinas repartidos entre Huechuraba y sede Logroño Estación Central), un consejero legal, un director de R&D, QA y operaciones en china (con oficinas repartidos en china y sede Logroño Estación Central), un controller manager (con oficina en parque industrial de Huechuraba), un director de cadena de suministro LATAM (con oficinas sede Logroño Estación Central y bodega lo Aguirre) quien tiene a cargo al gerente de manufactura (con oficinas sede Logroño Estación Central) y Al gerente de adquisiciones de LATAM (con oficinas repartidos entre Huechuraba y sede Logroño Estación Central), le sigue un departamento de Marketing (con oficina en parque industrial de Huechuraba), y un director comercial de Rheem Sudamérica (con oficina en parque industrial de Huechuraba). Esta estructura la podemos apreciar de manera grafica en la Figura 4.

Figura 4

Organigrama



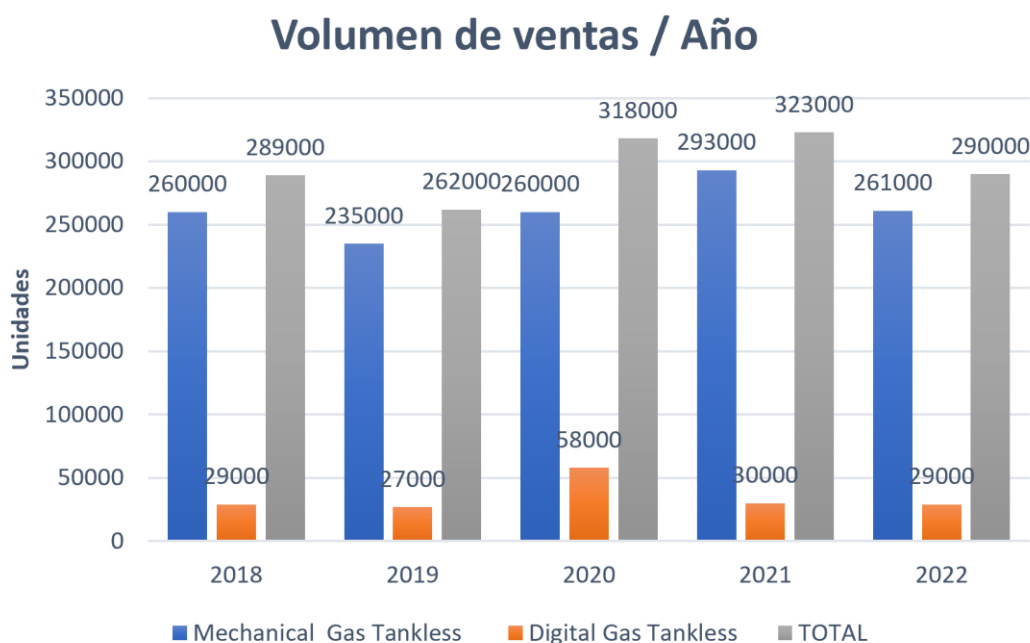
Nota: Adaptado de LATAM LT Organizational Char (p. 6), por Rheem Chile, 2023

1.2. DEPARTAMENTO DE MANUFACTURA LOGROÑO

Ubicada en el centro de la ciudad de Santiago, la unidad productiva de manufactura abarca una superficie de 30,585 [m²]. Se especializa en la fabricación de calentadores en plataformas mecánicas y digitales, diseñados para funcionar con sistemas de extracción de gases de tiro natural y tiro forzado, adaptados tanto para gas natural como para gas licuado. con una producción anual de 290.000 unidades por año, las cuales representan un 45% de los ingresos de la compañía en ventas de los productos y si hablamos solo de calefones (calentadores de agua instantáneos sin tanque) un 58%. (Rheem D. M., 2023) en la Figura 5 podemos apreciar las ventas de los últimos 5 años

Figura 5

Volumen de Ventas por año.



Nota: adaptado de Rheem Chile - MFG Overview. (p. 6), por Manufactura Rheem Chile, 2023

El equipo de manufactura se compone por:

Gerente de producción: el que tiene la responsabilidad de planificar, organizar y supervisar todas las actividades relacionadas con la producción, buscando la eficiencia, la calidad y el cumplimiento de los objetivos

supervisor de producción: el cual es responsable de supervisar y coordinar las actividades diarias de producción, asegurando que se cumplan los objetivos de producción, manteniendo altos estándares de calidad, buscando mejoras continuas y garantizando la seguridad laboral.

Coordinador de sustentabilidad: encargado de desarrollar, implementar y supervisar estrategias y programas de sustentabilidad en la organización.

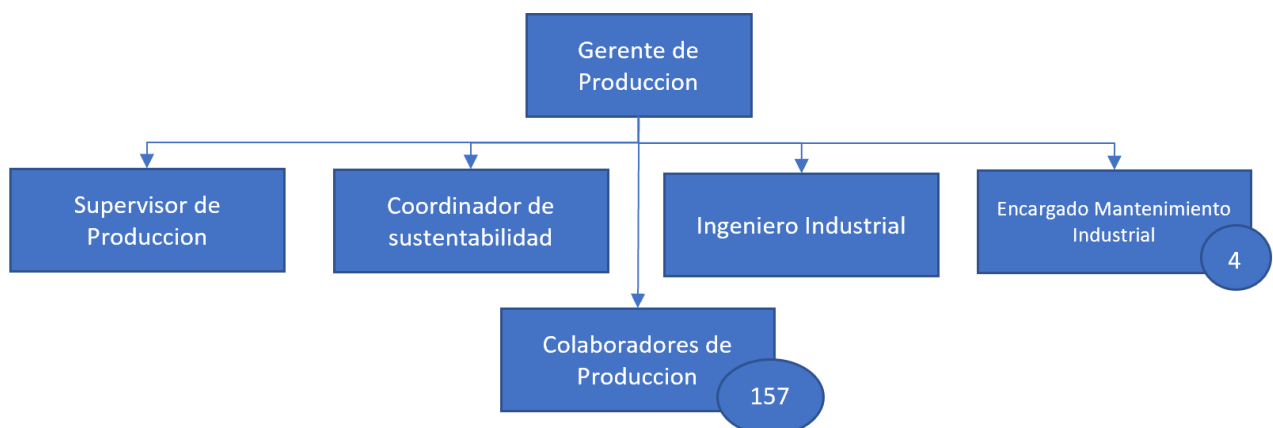
Ingeniero industrial: el cual se enfoca en el diseño, implementación y mejora de los procesos de fabricación.

Encargado de mantenimiento industrial: es responsable de planificar, coordinar y supervisar las actividades de mantenimiento en la planta industrial. El cual posee a su disposición 2 técnicos de mantenimiento y 2 matriceros.

Colaboradores de producción: una cantidad de 157 colaboradores que se desempeñan una variedad de tareas que incluyen la preparación de materiales, operación de maquinarias, ensamblaje, control de calidad, mantenimiento básico y trabajo en equipo. Ver Figura 6

Figura 6

Organigrama MFG



Nota: Adaptado de LATAM LT Organizational Chart (p. 7) , por Rheem Chile , 2023

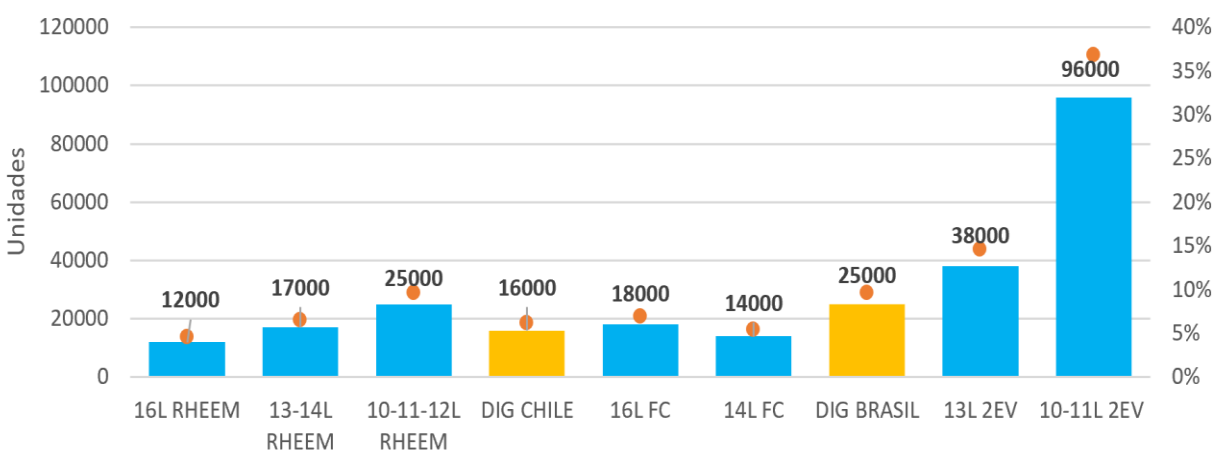
1.3. CENTRALIZACION DEL PROYECTO

1.3.1. DETERMINACIÓN DE CALENTADORES DE INTERÉS

A continuación, observamos el grafico de fabricación por plataforma según ventas Figura 7 que tiene el área de manufactura, con el fin de determinar donde se podría implementar una mejora que a economía de escala tenga mayor impacto sobre las utilidades de la compañía.

Figura 7

Fabricación por plataforma según ventas.



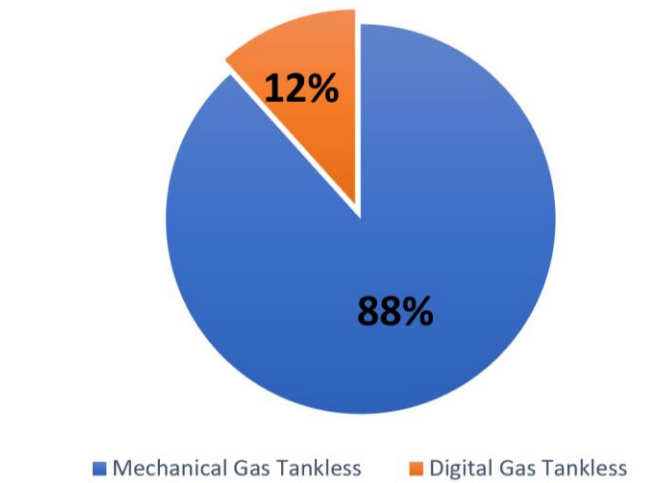
Se puede apreciar que el volumen de calentadores instantáneos de agua mecánicos (Mechanical Gas Tankless) bordea las 261000 unidades al sumarlos y representan la mayoría de la fabricación, el resto queda las plataformas correspondientes a los calentadores instantáneos de agua digitales (Digital Gas Tankless) con un volumen de fabricación y venta de tan solo 42000 unidades al año.

Por tanto, la distribución por venta y fabricación está dada por 12% calentadores instantáneos de agua digitales (Digital Gas Tankless) y un 88% que obedece a calentadores instantáneos de agua mecánicos (Mechanical Gas Tankless) como podemos ver en el gráfico de tortas de la Figura 8.

Por lo que se centra la investigación en los procesos asociados este tipo de calefones dado que son el mayor número de unidades.

Figura 8

Distribución de calefones mecánico y digitales.



1.3.2. PROCESO DE FABRICACIÓN ASOCIADO A CALENTADORES DE AGUA MECANICOS

Los procesos de fabricación de estas plataformas de calentadores comienzan en la bodega de materias primas, donde se realiza el picking de los materiales necesarios para abastecer y dar continuidad a las líneas de ensamblaje de productos. Estos materiales se distribuyen a los diferentes procesos productivos, asegurando una secuencia eficiente y sin interrupciones en la cadena de producción, los materiales para fabricación ingresan desde bodega de materia prima y son recepcionados por el equipo de soporte producción y distribuidos a los diferentes centros de trabajo.

De aquí se desprenden algunos procesos relevantes a la fabricación de calentadores instantáneos de agua mecánicos (Mechanical Gas Tankless).

como por ejemplo el proceso productivo de la válvula de gas y gas manifold, donde podemos encontrar procesos de específicos de fabricación de componentes como lo es el tubo de distribución y específicamente la preparación de la válvula de gas que ya viene de proveedor, en

acto siguiente encontramos el proceso de fabricación del quemador y la parrilla quemador que luego se transforma en el conjunto quemador, en otro proceso los dos mencionados anteriormente gas manifold y válvula de gas, junto con la parrilla quemador pasan a ser parte del ensamble quemador válvula de gas.

Por otro parte encontramos el proceso de las cámaras de combustión donde se genera en base a cobre en su mayoría dentro de este proceso fabril podemos encontrar procesos de fabricación de componentes como la fabricación del manto cámara en proceso productivo del serpentín , el de la aletas de cobre para el intercambiador , el proceso productivo de los tubos de enlaces para la cámara para luego generar el ensamble del intercambiador y luego el ensamble y soldadura de la cámara de combustión , también existen otros procesos relacionados a la creación de los cortatiro como los son la mariposa del cortatiro. El proceso de las guías de aire, para posterior ensamble de este. le sigue los procesos relacionados a los gabinetes de los calefones donde encontramos procesos de fabricación de componentes como respaldo y frente del calefón.

Para finalmente unir todas estas partes y subensambles en una línea de armado del producto final.

1.3.3. INDICADORES KPI IMPORTANTES RELACIONADOS AL PROYECTO

A continuación, procedemos a describir los indicadores de gestión utilizados por Manufactura más importante relacionados con estos procesos y a los costos asociados a ellos.

Productividad: cada producto tiene un tiempo total de fabricación, así como también los subproductos por ejemplo el tiempo estándar promedio de un calefón es 45min, y cada colaborador permanece 9hrs diarias presenciales en la empresa.

Por lo tanto, la productividad está dada por la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \frac{[(\text{unid. fabricadas} \times \text{tiempo standard}) \text{min}/60] \text{ hrs ganadas}}{[\text{Colaboradores utilizados} \times 9 \text{ hrs}]} \times 100\%$$

Labor Cost Mano de Obra (MO): es un indicador que nos dice cuánto dinero nos cuesta un minuto de mano de obra, para calcularlo se incluye las remuneraciones más EPP, los gastos en transporte

y casino para los trabajadores realizados durante el año, todo esto sumado y dividido por el tiempo en minutos utilizado para producir X cantidad de productos.

la fórmula es la siguiente:

$$\text{Labor Cost (MO)} = \frac{(\text{gastos en remuneraciones al año} + \text{epp} + \text{casino} + \text{transporte}) [\text{\$}]}{(\text{colaboradores utilizados} \times 45 \text{ hrs} \times \text{semanas al año} \times 60) [\text{min}]}$$

Tiempo Standards: es un indicador que nos dice cuanto se demora el proceso productivo de cada uno de los componentes o ensambles, es muy importante dado que junto con el **Labor Cost (MO)** determinan el costo por unidad o ensamble. Y es de utilidad para calcular el tiempo total que requiere cada producto

la fórmula es la siguiente:

$$\text{Tiempo standards} = \frac{\text{tiempo utilizado}}{\text{cantidad productos fabricados}} [\text{min}]$$

Total Cost por unidad: es una métrica utilizada para medir como la palabra lo dice el costo total de producir un producto, ya sea componente, subensamble, o ensamble general. se logra multiplicando el costo de Mano de obra por el tiempo estándar del componente, parte, o calefón. la fórmula es la siguiente:

$$\text{Total Cost por unidad} = \text{Tiempo standards} [\text{min}] \times \text{Labor Cost (MO)} [\text{\$}]/[\text{min}]$$

First Pass Yield (FPY): o también conocido como rendimiento de primer paso o pasada, es una métrica utilizada en casi todos los procesos de producción para medir la calidad y eficiencia de un proceso en la primera ejecución o intento. se refiere a la proporción de productos o unidades producidas que cumplen con las especificaciones requeridas y pasan exitosamente por todas las etapas del proceso sin necesidad de retrabajos, reparaciones o rechazos.

la fórmula es la siguiente:

$$\text{First Pass Yield} = \frac{\text{cantidad aprobado a la primera pasada}}{\text{cantidad de productos testeados}} \times 100\%$$

1.3.4. SELECCIÓN DEL PROCESO DE INTERES

A continuación, se determina el proceso de interés a través de un Pareto del Tiempo estándar por proceso asociados a componentes pertenecientes a los calefones mecánicos.

el tiempo estándar es uno de los indicadores de gestión KPIs más importantes el cual al multiplicarlo con el valor mano de obra (MO) determinan el costo total por mano de obra asociado a la fabricación del componente es preciso medir y visualizar las mediciones así podríamos encontrar una falencia en tema de costos. Se aprecia en el diagrama de Pareto que el tiempo estándar más alto por proceso productivo de componentes en estos tipos de calentadores, es el proceso productivo del quemador dentro del gráfico de Pareto a 80/20 Tabla1 y Figura 9 se logra distinguir numéricamente con mayor claridad.

Tabla 1

Tabla 80/20 Pareto

Componentes	F. absoluta [min]	F. acumulada	F. relativa	%s	
Quemador	0,24	0,24	15%	15%	80%
Intercambiados de calor	0,17	0,41	11%	26%	
Respaldos	0,17	0,58	11%	37%	20%
Manifold	0,15	0,73	10%	47%	
Serpentín	0,15	0,88	10%	56%	
Manto cámara	0,13	1,01	8%	65%	
Frentes	0,13	1,14	8%	73%	
Válvula de gas	0,12	1,26	8%	81%	
mariposa cortatiro	0,1	1,36	6%	87%	
guías de aire	0,08	1,44	5%	92%	
Enlaces cámara	0,08	1,52	5%	97%	
Aletas del intercambiador	0,04	1,4	3%	100%	
Suma total =	1,56				

Figura 9*Pareto*

el proceso productivo del quemador será nuestro centro de interés dado que es uno de los procesos menos eficientes en cuanto al consumo del tiempo estándar esto como una falencia claramente identificada. Que se está traduciendo en un costo excesivo del componente.

Además, este componente se presenta en una concentración de 13 unidades promedio por calentador lo que a economía de escala. podría tener más incidencia en una potencial reducción de costos.

1.4. METODOLOGÍA

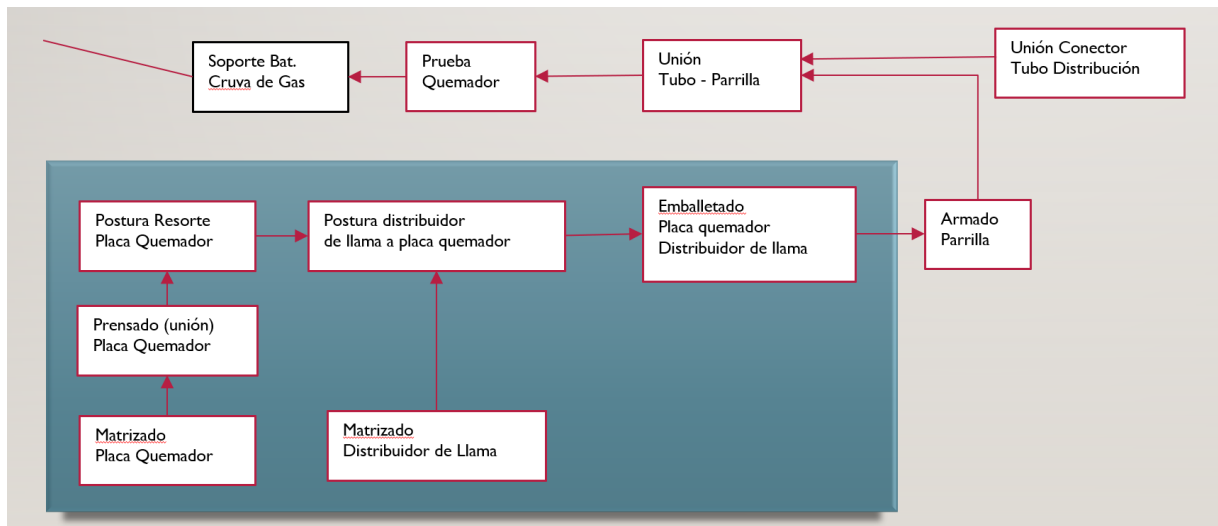
1.4.1. SITUACION SIN PROYECTO OPORTUNIDAD A DESARROLLAR

hoy por hoy, En manufactura, el proceso de fabricación del quemador consiste en un área productiva encargada de la fabricación de este componente, que en promedio lo produce con un tiempo estándar de **0,24 [min/Un]**. Mencionado anteriormente, Para esta tarea son necesarias 6 personas en su desarrollo, esto es debido a que se unen 4 piezas utilizando 6 máquinas en él, cómo podemos ver en la Figura 11. la gerencia de producción apunta a trabajar a un 75% de productividad en este proceso y a nivel general

A continuación, en Figura 10, se muestra un diagrama del proceso mencionado:

Figura 10

Diagrama de bloques. Proceso producción departamento industrial.



Nota: adaptado de Diagrama de bloques, por departamento industrial, 2023

Este proceso nos muestra claramente la problemática principal que es su excesivo tiempo estándar en comparación a los otros procesos, Por tanto, el problema que se tiene es la presencia de:

proceso intenso en consumo de tiempo estándar y por ende de mano de obra (MO), que genera un alto costo de producción del componente 0,228 [USD] /Unid.

Esto se calcula con el tiempo estándar multiplicado por el valor minuto de mano de obra más el costo por materia prima.

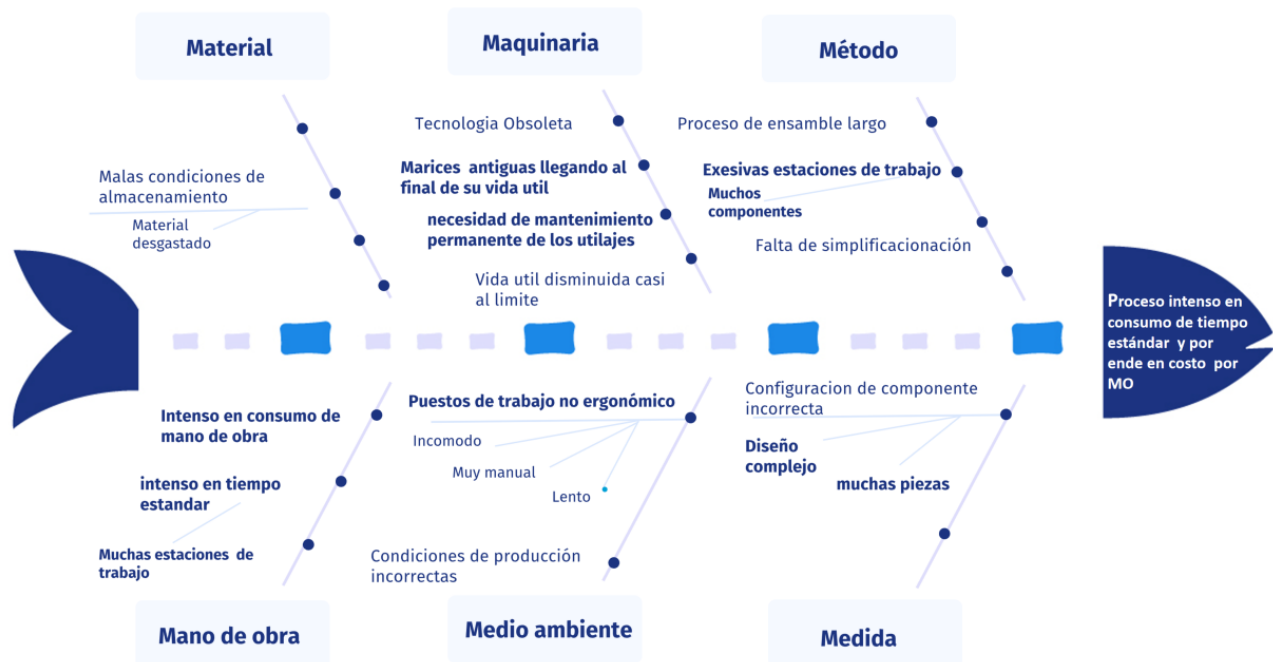
1.4.2. ANALISIS Y ESTUDIO DE CAUSAS

Luego de determinar el problema corresponde en este apartado investigar las posibles causas. Para ello se ha incurrido a inspección de campo con actores relevantes como ingeniero de procesos, ingeniero industrial, encargado de mantenimiento y gerente de planta. a través de una lluvia de ideas y junto con recopilación de antecedentes.

Se ha confeccionado un diagrama causa efecto o más conocido como diagrama en Ishikawa.

Figura 11

Diagrama Ishikawa. causa efecto



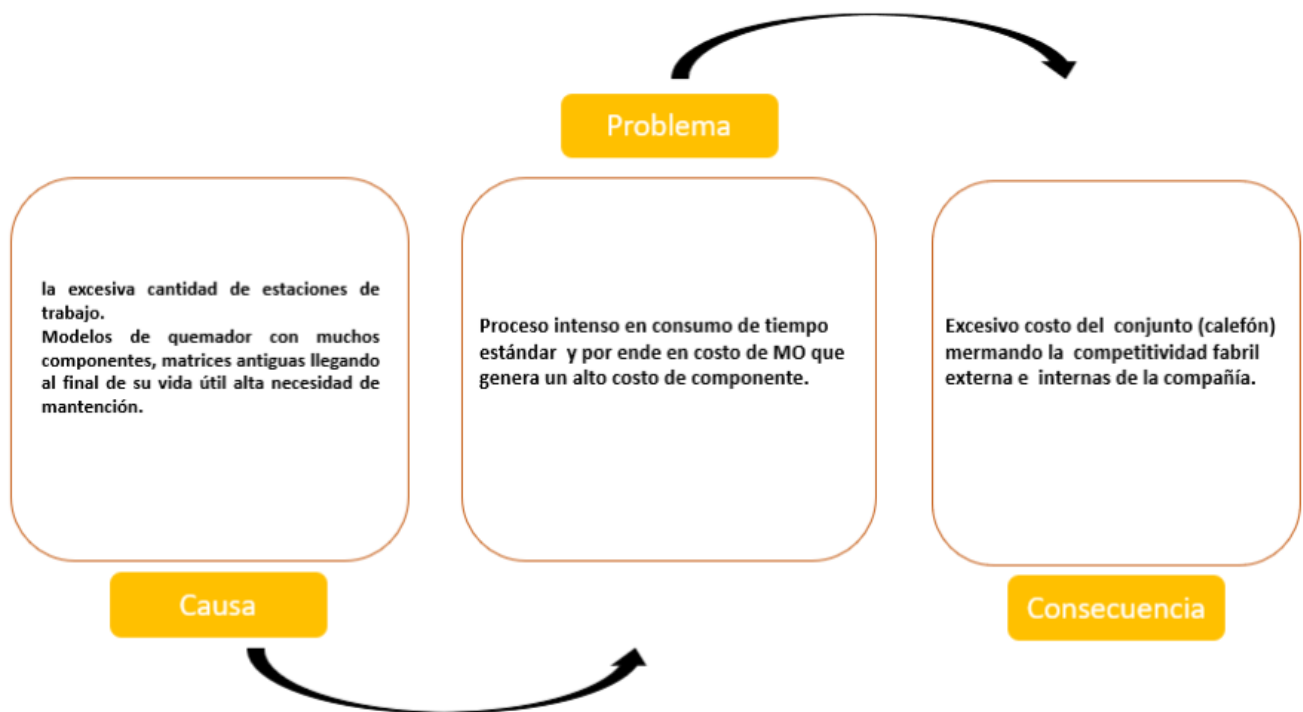
Nota: Diagrama Ishikawa , causa efecto , 2023

1.4.3. ESQUEMA SITUACIÓN CAUSA, PROBLEMA E IMPACTO

Luego de esto podemos resumir la información de relevancia en el siguiente esquema causa problema e impacto, el cual nos muestra las causas principales de la situación, el problema y las consecuencias que tiene esta situación actual. Figura 12

Figura 12

Diagrama causa, problema, impacto.



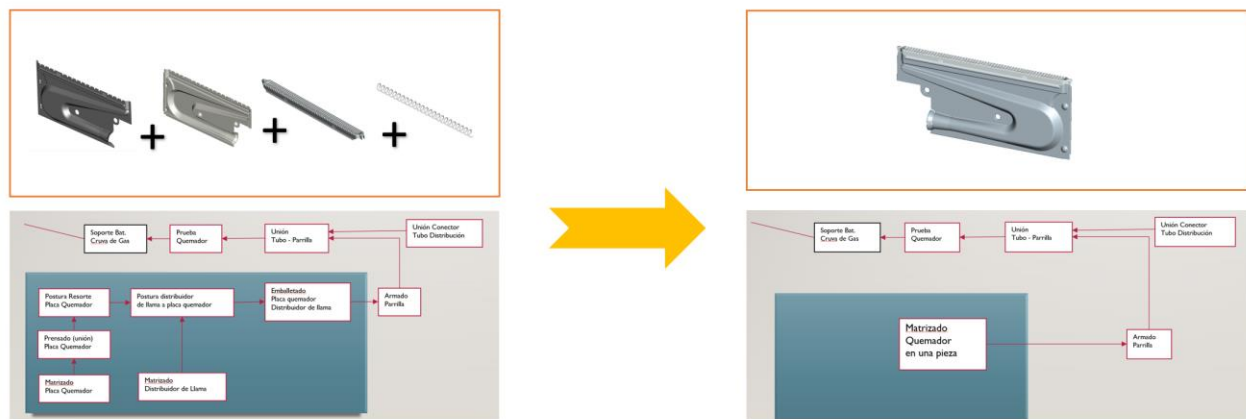
Nota: Diagrama causa, problema, impacto, 2023

1.4.4. SITUACION CON PROYECTO Y SOLUCION

Se podría reducir la cantidad de operaciones en esta área de trabajo a una sola máquina con un solo operador para la fabricación del quemador disminuyendo el tiempo estándar de **0.24 [min/Un]** a **0.05 [min/Un]**, y a su vez también, minimizando el costo de MO esto se realizaría Implementando el cambio tecnológico que responde a una modificación de diseño del quemador ya existente y ya probada en una sola pieza. Ilustrado En Figura 13 y 14

Figura 13

Diagrama solución

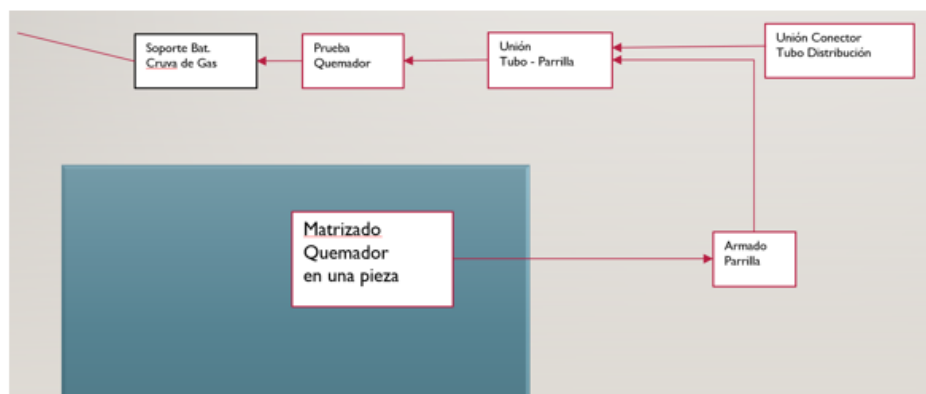


NUEVO PROCESO

en la Figura 14 podemos ver el diagrama de bloques que ilustra como seria este nuevo proceso simplificado con una sola matriz funcionando y requiriendo un solo operador.

Figura 14

Diagrama solución



1.4.5. RESUMEN SITUACION ACTUAL VS SITUACION FUTURA

En la Figura 15 se muestra la diferencia de costo total que se podría generar por componente es decir la diferencia entre la situación actual sin proyecto y a la situación futura con proyecto.

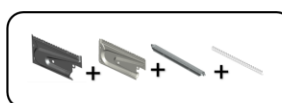
Figura 15

Estimación costo total componente sin proyecto vs con proyecto

Materia prima	Material	kg	US/Kg	costo US
RESORTE QUEMADOR		1	0,02245	0,0225
placa quemador hembra		0,0357	1,2	0,0428
placa quemador macho		0,0357	1,2	0,0428
REPARTIDOR DE LLAMAS EST.	AISI 430 FL	0,00516	2,5	0,0129
Total [USD]				0,121
Mano de Obra MO		T. estándar	min MO	costo US
ACEITE WD-40 GRANEL				
Mantenimiento (repuestos y MO mant.)		0,12	0,25	0,03
Técnicos de mantenimiento				
MO		0,241	0,318	0,076638
			Labor	0,107
Total [USD]				0,228
Consumo energético – eléctrico				

Materia prima	Material	kg	US/Kg	costo US
placa quemador	AISI 430 FL	0,061	2,5	0,1525
Total [USD]				0,153
Mano de Obra MO		T. estándar	min MO	costo US
ACEITE WD-40 GRANEL				
Mantenimiento		0,12	0,05	0,006
Técnicos de mantenimiento				
MO		0,040	0,318	0,012773
			Labor	0,019
Total [USD]				0,171
Consumo energético – eléctrico				

Costo Situación sin proyecto



quemador 4 piezas

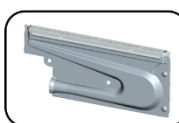
Material	0,121
Labor MO	0,107
Total [USD]	0,228

786 CLP / USD

250 CLP / min (LABOR)

Costo Situación base con proyecto

Costo Situación con proyecto



quemador en una sola pieza

Material	0,153
Labor MO	0,019
Total [USD]	0,171

Ahorro: 0,7 USD/Unid.

Inversion (estimada)

1.4.6. PROYECCION DEL AHORRO

A continuación, podemos ver en la Figura 16 el potencial ahorro que se podría generar por calentador aprox. 0,7 USD el posible ahorro por año aprox. 191348 USD todo esto en base a una concentración del componente de 13 unidades promedio por producto. a un volumen de fabricación de 261.000 calentadores basado en la venta del último Año.

Figura 16
Potencial Ahorro por producto y por año.



Nota: Esquema ahorro y recuperación de inversión , 2023

1.5. OBJETIVOS Y RESULTADO ESPERADO

A continuación, se describe el objetivo general objetivos específicos resultado esperado limitaciones del presente trabajo de título.

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la prefactibilidad técnico - financiera para la implementación de un cambio tecnológico en el proceso de fabricación de quemadores con un enfoque en la reducción de costos en Empresa Rheem Chile S.A.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diagnosticar el estado actual del proceso.

Evaluar la viabilidad técnica para la implementación de la solución propuesta.

Estimar la reducción de costos del nuevo proceso.

Evaluar económica y financieramente la implementación de este nuevo proceso

1.5.3. LIMITACIONES

Limitaciones presupuestarias: La evaluación de la prefactibilidad técnico-financiera puede estar sujeta a restricciones presupuestarias, lo que podría afectar la cantidad de recursos disponibles para llevar a cabo el estudio y limitar la exhaustividad de los análisis realizados.

Disponibilidad de datos: La disponibilidad de datos precisos y actualizados puede ser una limitación en el proceso de evaluación, especialmente si los datos necesarios para calcular los costos actuales y proyectados o para evaluar la viabilidad técnica no están fácilmente accesibles o no son completos.

Factores externos impredecibles: Los resultados y las proyecciones pueden estar influenciados por factores externos impredecibles, como cambios en la economía, fluctuaciones en los precios de los insumos o cambios regulatorios, lo que puede limitar la certeza de las estimaciones y proyecciones realizadas.

CAPITULO 2

INGENIERIA CONCEPTUAL

2. INGENIERÍA CONCEPTUAL

En ítem se realiza el estudio de costos e inversión del proyecto y estudio técnico.

2.1. ESTUDIO DE COSTOS

En esta etapa se realizará un estudio de costos para el desarrollo del proyecto, en el cual se evaluarán los costos operacionales y todos los costos involucrados en el desarrollo de la nueva configuración de la línea. Es por ello por lo que es de vital importancia recabar toda la información en torno a los flujos, a, mantención, consumos básicos entre otros. La moneda para utilizar será la USD debido a que en esta moneda funcionan los costos en la empresa en cuestión.

2.1.1. DETERMINACION DE INSUMOS

Los insumos para utilizar en la planta se han clasificado como:

- Materia prima e insumo para prensado
- Energía

2.1.1.1. MATERIA PRIMA

La Materia prima se considera los elementos necesarios para la obtención del producto, para este caso se considera como materia prima la Placa quemador de acero inox. y el Aceite WD-40 para el funcionamiento de la máquina.

Tabla 2

materia prima con proyecto

Materia Prima				
Descripción	Unidad	Cant.	Valor Unitario	costo[USD]
placa quemador	kg	0,07	2,3	0,1610
Aceite WD-40 Granel	Lt	0,000005	5	0,0000
Costo Total [USD]				0,161

2.1.1.2. ENERGÍA

Esta es la necesaria para mantener en funcionamiento los equipos del proceso productivo, prensa, y matriz.

Tabla 3

Consumo de energético con proyecto

Consumo energético – eléctrico					
Descripción	W	Tiempo (h)	Consumo (kWh)	Valor /kWh	costo[USD]
Prensa schuler MC 200 / Matriz	30000	0,00083333	0,025	0,117	0,003
Costo Total [USD]					0,003

2.1.2. ESTRUCTURA DE COSTOS VARIABLES

Los costos son los gastos o desembolsos que una empresa o individuo incurre al producir bienes o servicios, pero aún no han contribuido a generar ingresos durante un período específico. Los costos son un componente fundamental en la contabilidad y la gestión financiera, ya que permiten calcular el beneficio o la pérdida que genera una actividad. Un costo fijo es el que permanece constante e independientemente de que aumente o disminuya la actividad, Incluyen gastos como el alquiler de instalaciones, salarios de empleados permanentes, seguros, entre otros. Los cuales no serán considerados en los cálculos del proyecto dado que son ítems que no sufrirá un cambio en el caso de la aplicación de este.

en cambio, un costo variable es aquel que cambia debido a los aumentos de la actividad y disminuye en caso contrario. A continuación, se detalla los costos clasificados como variables:

2.1.2.1. COSTOS VARIABLES

Estos son los costos variables en materia prima comparativo con proyecto y sin proyecto

Tabla 4

Costo Materia prima sin proyecto

Materia Prima				
Descripción	Unidad	Cant.	Valor Unitario	costo[USD]
Resorte quemador	und.	1	0,02245	0,0225
placa quemador hembra	kg	0,0357	1,5	0,0536
placa quemador macho	kg	0,0357	1,5	0,0536
Repartidor de llama Est.. AISI 430	kg	0,00516	2,3	0,0119
Aceite WD-40 Granel	Lt	0,00002	5	0,0001
Costo Total [USD]				0,142

Tabla 5

Costo Materia prima con proyecto

Materia Prima				
Descripción	Unidad	Cant.	Valor Unitario	costo[USD]
placa quemador	kg	0,07	2,3	0,1610
Aceite WD-40 Granel	Lt	0,000005	5	0,0000
Costo Total [USD]				0,161

2.1.2.2 COSTOS DE OPERACIONES (O PRODUCCION)

Estos son los costos variables de operaciones en consumo de mano de obra comparativos con proyecto y sin proyecto.

Tabla 6

Costo Mano de Obra sin proyecto

Mano de Obra MO sin Proyecto				
Descripción	Unidad	T. standards	Valor min MO	costo [USD]
Mano de Obra	min MO	0,241	0,273	0,066
Mantenimiento (repuestos y MO mant.)	min MO mant	0,12	0,25	0,030
Costo Total [USD]				0,096

Tabla 7

Costo Mano de Obra con proyecto

Mano de Obra MO con Proyecto				
Descripción	Unidad	T. standards	Valor min MO	costo [USD]
Mano de Obra	min MO	0,05	0,273	0,014
Mantenimiento (repuestos y MO mant.)	min MO mant	0,05	0,25	0,013
Costo Total [USD]				0,026

Tabla 8

Consumo energético sin proyecto

Consumo energético – eléctrico sin Proyecto					
Descripción	W	Tiempo (h)	Consumo (kWh)	Valor /kWh	costo [USD]
Prensa / Matriz 1	30000	0,00066944	0,020	0,117	0,002
Prensa / Matriz 2	30000	0,00066944	0,020	0,117	0,002
Prensa 3	22000	0,00066944	0,015	0,117	0,002
Prensa 4	22000	0,00066944	0,015	0,117	0,002
Estacion 1	18000	0,00066944	0,012	0,117	0,001
Estacion 2	18000	0,00066944	0,012	0,117	0,001
Costo Total [USD]					0,011

Tabla 9

Consumo energético con proyecto

Consumo energético – eléctrico con Proyecto					
Descripción	W	Tiempo (h)	Consumo (kWh)	Valor /kWh	costo [USD]
Prensa schuler MC 200 / Matriz	30000	0,00083333	0,025	0,117	0,003
Costo Total [USD]					0,003

2.2. LA INVERSION DEL PROYECTO

La inversión del proyecto fue calculada en base a los capítulos 1 y 2

2.2.1 INVERSION EN ACTIVOS FIJOS

Se han clasificado como activos fijos los siguientes elementos: los equipos adquiridos para la matriz y una prensa nueva. Los valores que se presentarán en las siguientes tablas fueron recopilados por empresas especializadas en maquinaria industrial que suministran este tipo de equipos a la industria metalmecánica a nivel global. Incluyendo su costo de importación.

Tabla 10

Inversión en Activos Fijos

Maquinaria de Procesos			
Descripción	Cant.	Valor Unitario	costo [USD]
Matriz progresiva y matriz de repuesto	2	60.000	120.000
Prensa schuler MC 200	1	125.000	125.000
Costo Total [USD]			245.000

Costos de importacion			
Descripción	Cant.	Valor Unitario	costo [USD]
Embalaje marítimo y carga	1	1000	1.000
Transporte marítimo	1	5000	5.000
Seguros	2	110	220
Impuestos	1	500	500
Gastos de desaduanaje	1	500	500
Costo Total [USD]			7.220

Se detalla a continuación el resumen de estos gastos considerando un 10% en caso de imprevistos

Tabla 11

Resumen de Inversión en Activos Fijos

Resumen de inversiones en activos fijos	
Descripción	
Maquinaria de Procesos	245.000
Costos de importacion	7.220
Sub Total	252.220
10% imprevistos	25.222
Costo Total [USD]	277.442

2.2.2 INVERSION PUESTA EN MARCHA

Los gastos de puesta en marcha corresponden a todos aquellos asociados a la necesidad de inicio del proyecto, se detallará la modificación de la planta para otorgarle las condiciones óptimas a las nuevas máquinas, la retirada del antiguo equipamiento y montaje del nuevo, junto con la capacitación del personal involucrado.

Tabla 12

Gastos de puesta en marcha

Instalación y puesta en marcha			
Descripción	Cant.	Valor Unitario	costo [USD]
Desmontaje y retirada equipamiento ant.	1	2.500	2.500
Modificación Planta	1	2.500	2.500
Instalacion y montaje	1	5.000	5.000
Hotel Tecnicos fabricante +pasajes	2	5.000	10.000
Costo Total [USD]			10.000

Capacitación de personal			
Descripción	Cant. (Hrs)	Valor Unitario	costo [USD]
Capacitación operario	40	37	1.480
Capacitación Equipo Industrial	40	37	1.480
Capacitación personal Mantenimiento	40	37	1.480
Costo Total [USD]			4.440

Se detalla a continuación el resumen de estos gastos considerando un 10% en caso de imprevistos

Tabla 13

Gastos de puesta en marcha

Resumen de gastos de Puesta en Marcha	
Descripción	
Instalación y puesta en marcha	10.000
Capasitación de personal	4.440
Sub Total	14.440
10% imprevistos	1.444
Costo Total [USD]	15.884

2.3. ESTUDIO TÉCNICO

En este ítem se verán los aspectos técnicos para la fabricación del quemador en una sola pieza.

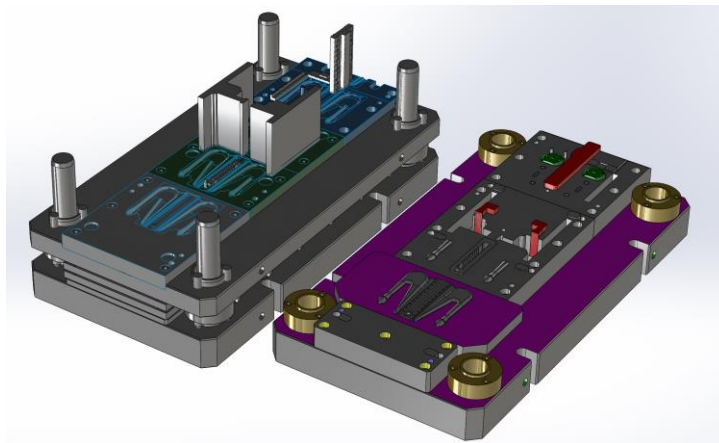
2.3.1. SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS (INVENTARIO DE EQUIPOS Y DATA SHEET)

Para poder producir el quemador, necesitaremos el equipo específico. para la producción, el equipo a utilizar es el disponible en la planta y para el estampado y conformado de la pieza se buscará la mejor relación calidad precio y soporte técnico en cuanto a la adquisición de:

- . Matriz progresiva y matriz de repuesto
- . equipo específico de prensado

Figura 17

Matriz Progresiva



Para poder producir el quemador necesitaremos una nueva matriz dado que las actuales responden al modelo antiguo del quemador en donde una matriz o molde genera las 2 partes del cuerpo del quemador y otra el repartidor de llama , necesitamos una nueva matriz que genere la pieza completa como una sola unidad y esté capacitada para trabajar en acero inoxidable de 0,2mm de espesor y con tolerancias de $\pm 0.03\text{mm}$ esta matriz debe ser del tipo progresiva es decir debe poseer un conjunto de estaciones de troquelado interconectadas que realizan una serie de operaciones secuenciales de manera continua en una carrera de la prensa a medida que

la lámina de metal se alimenta a través de la matriz con un paso fijo permitiendo completar múltiples procesos en un solo golpe o bajada de la prensa, (www.meetyoucarbide.com, 2019). Esta matriz o troquel debe ser capaz de generar una pieza cada 3 segundos (0.05min), además esta matriz al tener más estaciones sus dimensiones aumentarán en comparación con la ya existente logrando una dimensión total de 0,6x 1,5 [m].

La Matriz Progresiva es crucial en la producción industrial para crear componentes precisos y repetibles de manera eficiente. (Iker Ágreda Sola, 2015)

En el caso de un supuesto desperfecto durante el funcionamiento de la matriz se considerarán 2 opciones de contingencia para lo cual se considera una segunda matriz progresiva la cual por su naturaleza estará seccionada en las estaciones de troquelado lo que facilita su reparación y mantención.

además de esta acción durante la fabricación del componente se consideran un stock de partes las cuales son capaces de cubrir 3 días de fabricación tiempo suficiente para llevar a cabo la mantención de la matriz sin tener que detener la producción.

Figura 18

Prensa MC 200 SCHULER



Nota: adaptado de Prensa MC 200 SCHULER [Fotografía], por SCHULER GROUP, 2023, SCHULER GROUP (<https://www.schulergroup.com>) CC BY 2.0

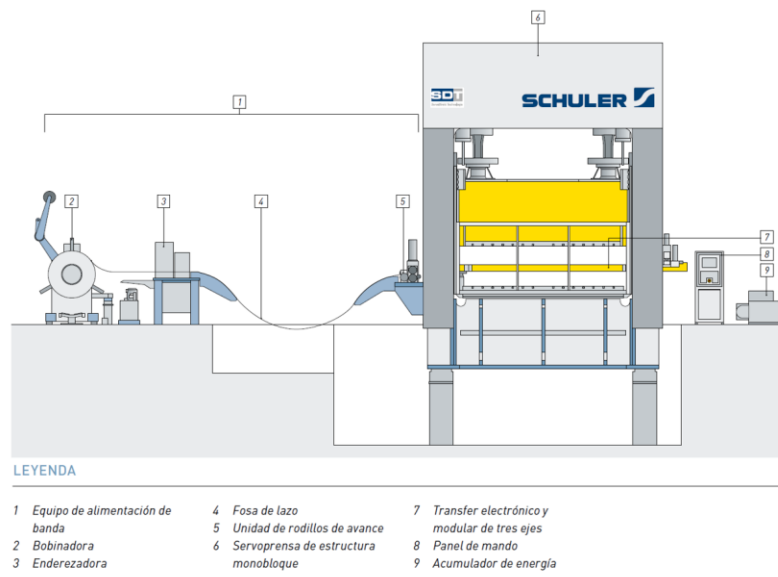
Para el prensado de esta matriz será necesaria la adquisición de una prensa de mayor tamaño de las que existen en la planta actualmente, específicamente con una mesa mayor a 0,6x 1,5 mt. para el manejo adecuado de la nueva matriz progresiva. y con una estructura que garantice la vida útil de esta misma, el buen estampado y calidad de la pieza, además de un bajo requerimiento de mantención todas estas características ayudarán a sustentar la reducción de costos para eso seleccionamos la maquina **PRENSA MC 200 SCHULER** la que podemos ver en la Figura 18

características:

- estructura: soldada Cuerpo de monobloque
- dimensiones mesa: 1800 x1100 mm
- fuerza de prensado: 1250 [kN]
- potencia: 30 [kW]
- altura de montaje: 550mm
- otras características: alta calidad y eficiencia

Figura 19

Esquema prensa MC 200 SCHULER



Nota: adaptado de esquema Prensa MC 200 SCHULER [Fotografía], por SCHULER GROUP, 2023, SCHULER GROUP (<https://www.schulergroup.com>) CC BY 2.0

Tabla 14*Características técnicas de la prensa*

TECHNISCHE DATEN		
MODELL	MC 125	MC 200
Presskraft [kN]	1.250	2.000
Tischlänge [mm]		
1.400	1.000	
1.800		1.100
2.200		
3.000		
Einbauhöhe* [mm]	450	550
Stößelverstellung [mm]	150	150
Stößelhub [mm]	20-180	20-220
Hubzahl ** (1/min)	30-150	30-130

Nota: adaptado de Prensa MC 200 SCHULER [Fotografía], por SCHULER GROUP, 2023, SCHULER GROUP (<https://www.schulergroup.com>) CC BY 2.0

La selección de este equipo se basa fundamentalmente en la confiabilidad que entrega esta marca y por sus buenas estadísticas en cuanto a la productividad dado que los equipos actuales en la planta son de esta procedencia a una cuidadosa evaluación de sus características sobresalientes, que lo hacen excepcionalmente adecuado a los requerimiento ya mencionados (calidad , precio , tamaño de mesa , potencia necesaria, bajo consumo, flexibilidad) junto con la capacidad de mantener y proporcionar el tiempo de entrega requerido.

y su estructura estable de monobloque, además del empleo de grupos de componentes estandarizados, que minimizan el tiempo de inactividad y los costos asociados.

Además de proporcionar una mayor calidad de pieza y una vida útil extendida de las herramientas. Estas características como ya mencionamos antes también ayudan a sustentar la reducción de costos

Los equipos antiguos que ya están incluidos en la empresa son los siguientes:

PRENSA SCHULER: prensa especializada en el conformado de chapa metálica mediante matriz es una máquina industrial que aplica fuerza controlada para dar forma precisa a láminas de metal. Con una matriz específica que define la geometría, la prensa presiona la chapa, logrando detalles y contornos deseados.

Figura 20

Prensa Schuler



PRENSA ROCHE: Una prensa con matriz de conformado especializada en chapa metálica de acero inoxidable es una máquina diseñada para dar forma precisa a láminas de este material. Equipada con herramientas y ajustes específicos, permite trabajar con acero inoxidable, creando componentes y piezas con contornos y detalles exactos para diversas aplicaciones industriales. En este caso para el repartidor de llama.

Figura 21

Prensa Roche



PRENSA COPPRESS: Una prensa con de menor tonelaje de conformado especializada en chapa metálica de acero inoxidable es una máquina diseñada para dar forma precisa a láminas de este material. Equipada con herramientas y ajustes específicos, permite trabajar con acero inoxidable, creando componentes y piezas con contornos y detalles exactos para diversas aplicaciones industriales. En este caso para el repartidor de llama.

Figura 22

Prensa Coppel



SISTEMA DE UNION NEUMATICO: un sistema neumático para unir componentes metálicos de chapa es una configuración que utiliza aire comprimido para presionar y conectar piezas metálicas. Este sistema emplea cilindros neumáticos para generar fuerza controlada, comprimiendo las piezas y asegurando uniones consistentes y precisas en aplicaciones industriales.

Figura 23

Sistema de unión Quemador



1.3.2. DESCRIPCION Y SELECCIÓN DE PROCESOS

A continuación, definiremos en detalle el proceso Productivo del quemador El cuál es nuestro centro de interés definido anteriormente como uno de los procesos menos eficientes en cuanto al consumo del tiempo estándar. Que se está traduciendo en un costo excesivo del componente.

Uno de los procesos fundamentales que ocurre en la fabricación de nuestros productos, y que es crucial para el calentamiento del agua, es la combustión que genera el quemador.

La creación del quemador se lleva a cabo utilizando prensas especializadas. Estas prensas permiten obtener dos cuerpos de acero y otro repartidor de llama de acero inoxidable. Los cuerpos de acero son ensamblados junto con el repartidor de llama, formando así el cuerpo principal del quemador. En su interior, este ensamble cuenta con un cuarto componente, que consiste en un resorte colocado estratégicamente en la zona del repartidor de llama. Esta unidad del quemador es ensamblada en una parrilla para formar el conjunto completo del quemador, que posteriormente se unirá con las válvulas de gas.

Figura 24

Visualización del proceso actual



A continuación, se busca comparar los procesos alternativos para la fabricación de la pieza expuesta en la siguiente imagen y seleccionada y evaluada en capítulos anteriores. Para una cierta producción al año de 3.393.000 unidades para 261000 calentadores (13 quemadores por calentador de agua)

Figura 25

Quemador en una pieza



supongamos que las líneas de producción de la pieza se generan con una cantidad de estaciones específicas cada una con una tarea particular para la producción de esta misma. el tiempo de fabricación de la pieza esta dado por:

Tabla 15

Comparación de tiempos de fabricación

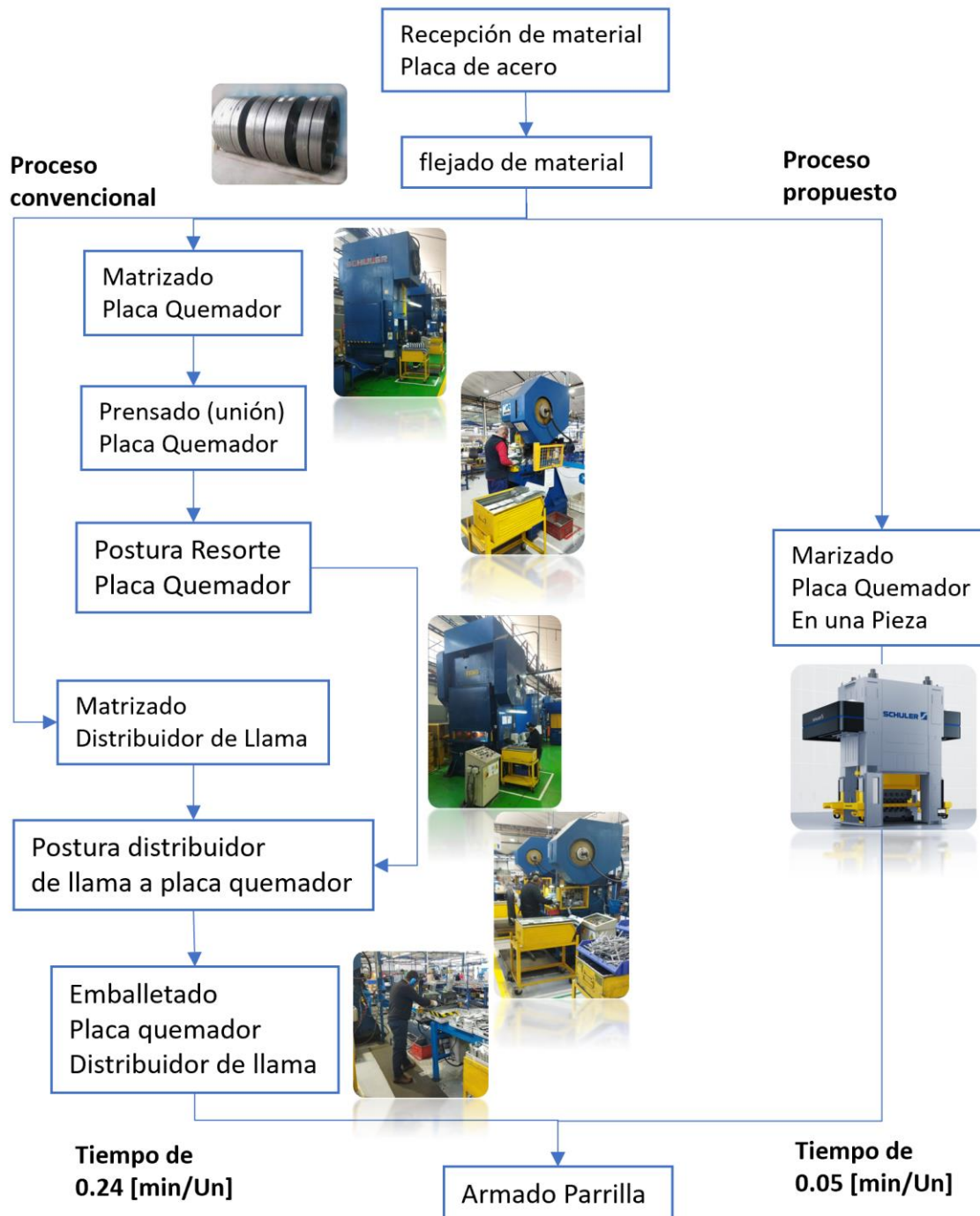
Tiempo de fabricación del quemador en 4 piezas		Tiempo de fabricación del quemador en 1 pieza	
tarea	tiempo	tarea	tiempo
matrizado placa quemador	0,041 min	matrizado placa quemador	0.05 min
prensado union placas	0,040 min		
postura resorte	0,040 min		
matrizado dist. de llama	0,040 min		
ensamble dist. de llama a placas	0,040 min		
embalado placa quemador	0,040 min		
Tiempo Total	0,241 min	Tiempo Total	0,05 min

Por lo tanto, de la tabla podemos concluir que la producción de la pieza seleccionada generada en una línea de fabricación con el formato de en una sola pieza es casi 5 veces más rápida que el proceso actual, todo esto considerando solo una estación de trabajo compuesta por una matriz y una prensa de alta calidad y rendimiento y un operario para la mano de obra.

2.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO QUEMADOR

Figura 26

Diagrama de flujo Proceso convencional vs proceso propuesto



2.3.4. DIAGRAMA LAY OUT

Figura 27 Diagrama layout planta

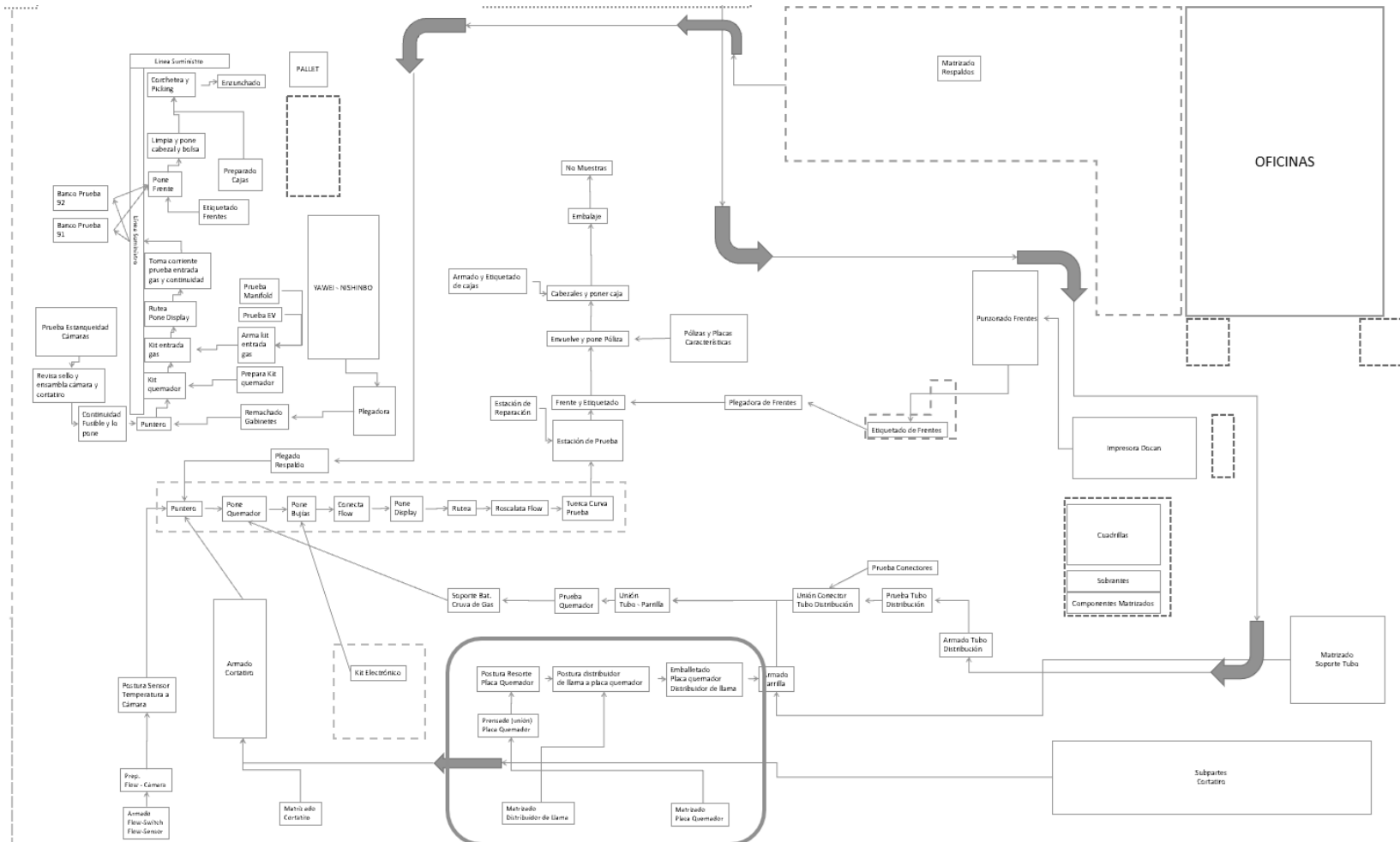


Figura 28

Diagrama layout detalle proceso actual

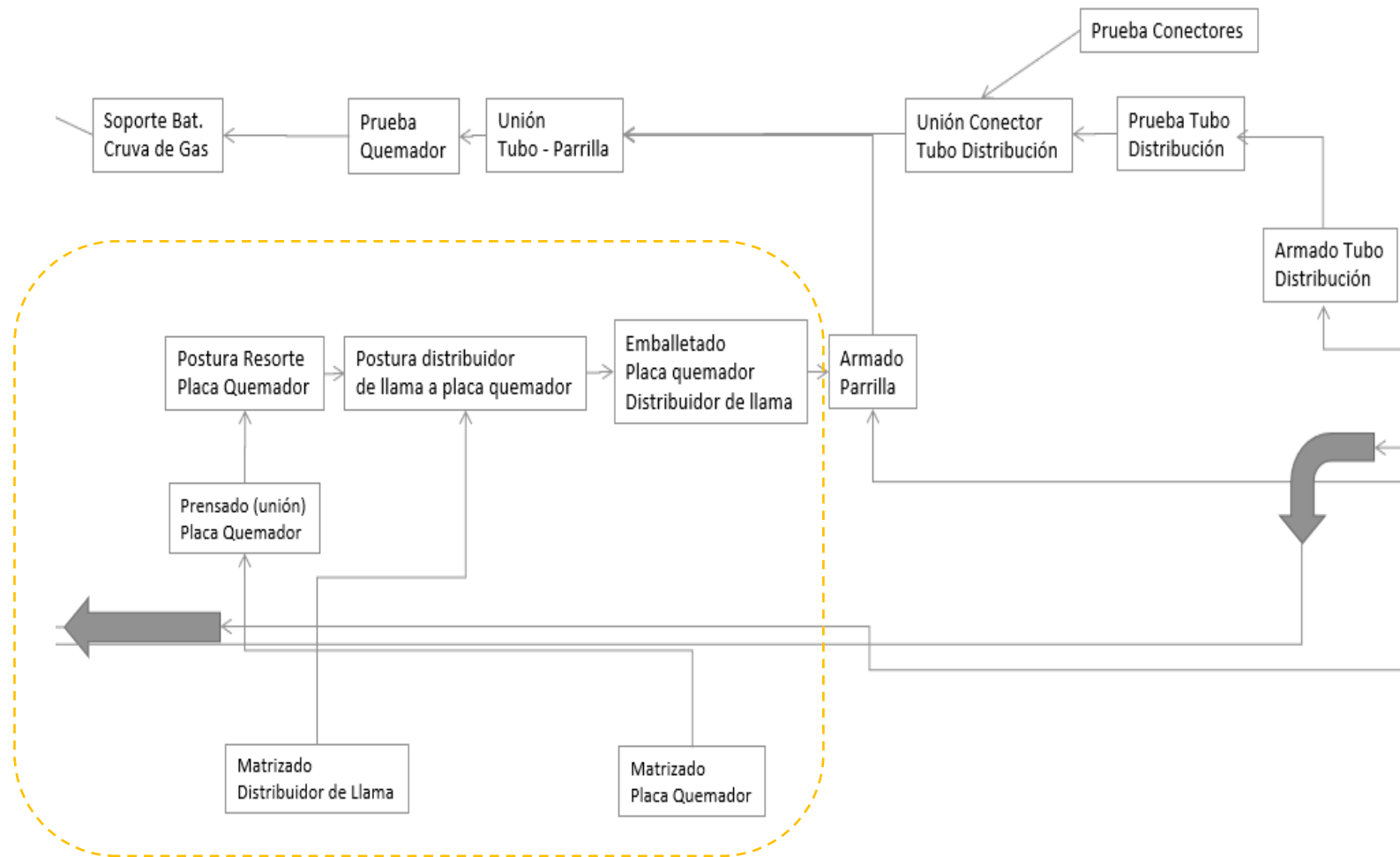
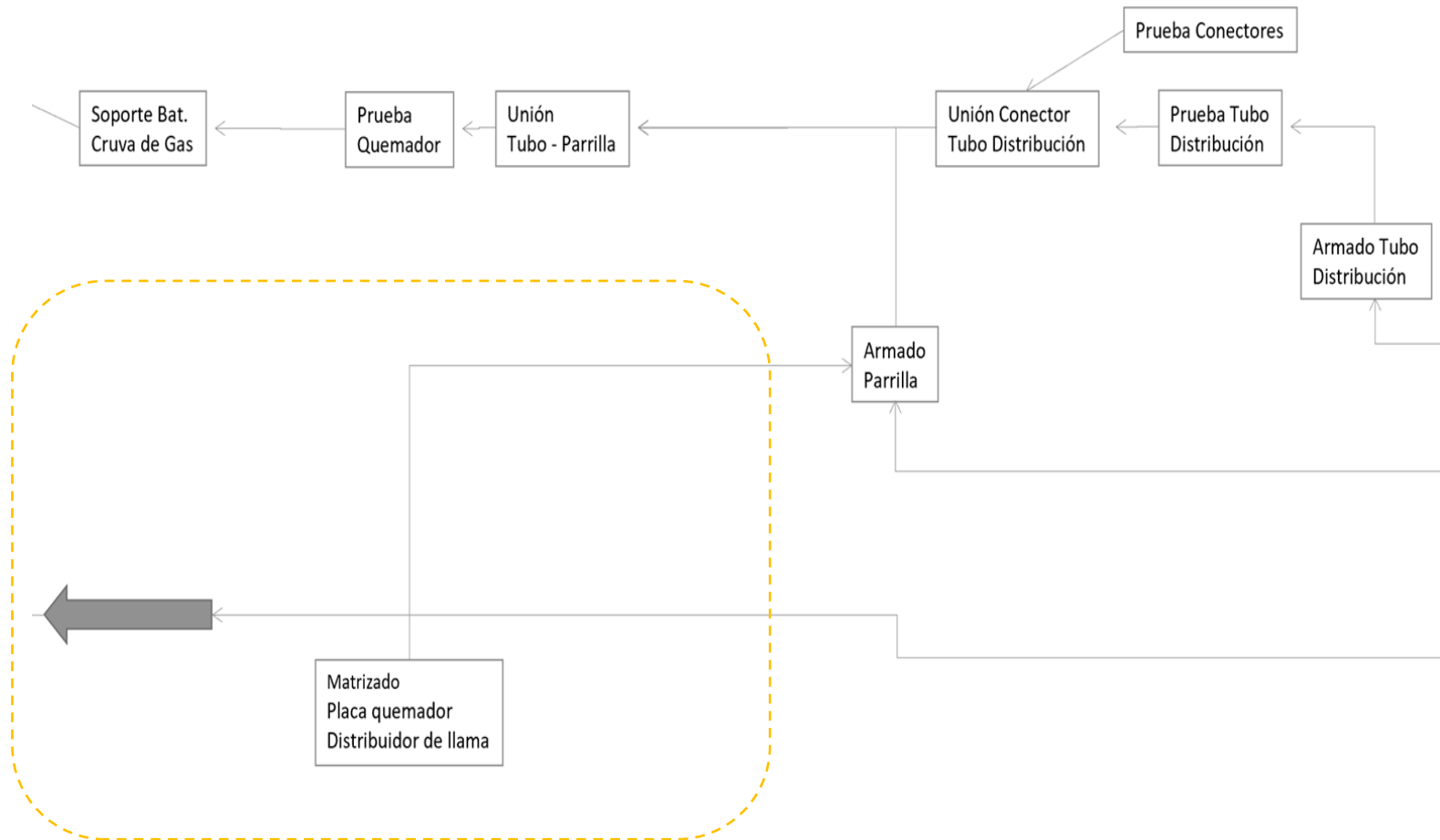


Figura 29

Diagrama layout detalle proceso propuesto



CAPITULO 3
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

En este capítulo, se realiza un análisis económico del proyecto, abordando la evaluación financiera y económica. Se emplean diversas estrategias de financiamiento, como el análisis del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). se hará un flujo de caja incremental comparativo de los costos de la situación actual versus la situación con proyecto. Estos resultados nos ofrecerán la información necesaria para determinar si el proyecto es rentable o no.

3.1. EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera forma parte del proceso de toma de decisiones de una entidad, mediante la cual se realiza un análisis de sensibilidad de un determinado período de tiempo, para estudiar los costos y beneficios de los diversos proyectos y alternativas de inversión a corto y largo plazo.

3.1.1. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Las fuentes de financiamiento abarcan diversas vías, como inversiones familiares, inversiones públicas o privadas. Su objetivo principal es inyectar capital para el desarrollo y crecimiento del negocio. Las fuentes incluyen financiamiento con capital propio, deuda, créditos en cuotas, créditos comerciales, financiamiento por leasing, y fondos de garantía para pequeños empresarios.

2.1.2. COSTOS DE FINANCIAMIENTO

Los costos de financiamiento surgen de decisiones de inversión, destinados a financiar elementos necesarios en la etapa de producción, caracterizándose por su larga duración. La tabla de amortización se evaluará con créditos que representen el 25%, 50%, y 75% de financiamiento, utilizando el método francés de cuota fija, en el cual todas las cuotas a pagar tendrán el mismo valor a lo largo del periodo que sea otorgado el crédito.

VAN, TIR y PRI

Estos criterios proporcionan resultados que permiten evaluar la viabilidad financiera del proyecto. Brevemente, se explican:

a) Valor Actual Neto (VAN): El proyecto se aceptará si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en la moneda actual.

b) Tasa Interna de Retorno (TIR): Evalúa la tasa de rendimiento por periodo, con beneficios actualizados iguales a los desembolsos en moneda actual. Se determina después del cálculo del VAN en el Flujo de Caja.

c) Plazo de Retorno de la Inversión (PRI): Plantea que el periodo de recuperación de la inversión debe ser menor que el horizonte del proyecto para su viabilidad. Se calcula con valores actualizados obtenidos después del Flujo de Caja.

2.2. EVALUACIÓN ECONOMICA

En esta sección se determinará la rentabilidad del proyecto, para este efecto, una vez conocida la demanda y los costos involucrados, es necesario determinar los indicadores económicos (VAN, TIR, PRI), con estos valores podremos realizar una correcta toma de decisiones en base al proyecto.

3.2.1. FLUJO DE CAJA PURO

En esta sección se considera que el financiamiento del proyecto es en base única a capital propio. No se considera ningún tipo de financiamiento en base a créditos. Todo el financiamiento considerado en este flujo de caja es por parte de capital privado.

se hará un flujo de caja incremental comparativo estableciendo los costos de la situación actual versus la situación con proyecto y su diferencia.

en este flujo no se consideran los ítems que no sufren cambios en un flujo de caja tradicional específicamente como ya mencionamos en el punto 2.1.2 todos los costos fijos; como Los gastos de alquiler de instalaciones, salarios de empleados permanentes, seguros, entre otros. Los cuales no serán considerados en los cálculos del proyecto dado que no sufrirá un cambio en el caso de la aplicación de este.

Se consideran los costos variables, las inversiones y los gastos de puestas en marcha mencionados en el capítulo 2 que son los que marcarán la diferencia en ambas situaciones “con proyecto y sin proyecto”.

La moneda para utilizar será la USD debido a que en esta moneda funcionan los costos en la empresa en cuestión.

Tabla 16

Flujo de caja incremental puro

Calefones producidos	261000
Unidades por calefon	13

15%	tasa evaluacion de proyectos
-----	------------------------------

Flujo A sin Proyecto		costos				
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		480.171	480.171	480.171	480.171	480.171
Mano de Obra MO		324.722	324.722	324.722	324.722	324.722
Consumo energético – eléctrico		37.070	37.070	37.070	37.070	37.070
Total		841.962	841.962	841.962	841.962	841.962
Valor presente costos		732.141	636.644	553.604	481.394	418.604
VAN costos		2.822.387				

Flujo B con proyecto		costos				
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		546.358	546.358	546.358	546.358	546.358
Mano de Obra MO		88.664	88.664	88.664	88.664	88.664
Consumo energético – eléctrico		9.888	9.888	9.888	9.888	9.888
Inversion en activos fijos	277.442					
Gastos de puesta en marcha	15.884					
Total	293.326	644.910	644.910	644.910	644.910	644.910
Valor presente costos		560.791	487.645	424.039	368.729	320.634
Ahorro		171.350	149.000	129.565	112.665	97.970
		171.350	320.349	449.914	562.579	660.549
VAN costos		2.455.164				

	proyecto A	v/s	proyecto B
	2.822.387		2.455.164
Diferencial de costos [USD]	367.223		

3.2.2. FLUJO DE CAJA FINANCIADO (25%, 50% y 75%)

En el siguiente capítulo, se analizará el flujo de caja financiado a través de la banca en 25%, 50% y 75%, los que se analizarán capítulo a capítulo y se reflejarán resumidas en la tabla

3.2.2.1. FLUJO DE CAJA FINANCIADO (25%)

Para evaluar las alternativas de financiamiento, se debe considerar en un principio el porcentaje de financiamiento que será cubierto por capital privado y por la línea de crédito. Dentro del proyecto, se cubrirá un 25% del proyecto en base a capital privado, mientras que el 75% restante será financiado por un crédito comercial a largo plazo, con una tasa de interés anual del 10%. Este crédito a largo plazo será pagado en un plazo de 5 años. Y la tasa de evaluación de proyectos utilizada será de un 15% standard de la compañía en cuestión.

Tabla 17

Tabla de amortización proyecto financiado al 25%

TABLA DE AMORTIZACION CREDITO 25%				
Interes 9,5%				
Saldo Capital	interes	amortización	cuota	periodo
73.332	6.966	12.132	19.098	1
61.200	5.814	13.284	19.098	2
47.916	4.552	14.546	19.098	3
33.370	3.170	15.928	19.098	4
17.442	1.657	17.611	19.098	5
		73.500	95.490	

Tabla 18

Flujo de caja incremental financiado al 25%

Calefones producidos	261000
Unidades por calefon	13

15% tasa evaluacion de proyectos

Flujo A sin proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		480.171	480.171	480.171	480.171	480.171
Mano de Obra MO		324.722	324.722	324.722	324.722	324.722
Consumo energético – eléctrico		37.070	37.070	37.070	37.070	37.070
Total		841.962	841.962	841.962	841.962	841.962
Valor presente costos		732.141	636.644	553.604	481.394	418.604
VAN costos		\$2.822.387				

Flujo B con proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		546.358	546.358	546.358	546.358	546.358
Costo del financiamiento		6.966	5.814	4.552	3.170	1.657
Ahorro por impuesto		1.881	1.570	1.229	856	447
Mano de Obra MO		88.664	88.664	88.664	88.664	88.664
Consumo energético – eléctrico		9.888	9.888	9.888	9.888	9.888
Inversiones y gastos	293.326					
Prestamo	73.332					
Amortización del préstamo		12.132	13.284	14.546	15.928	17.611
Total	219.995	662.127	662.438	662.779	663.152	663.730
Valor presente costos		575.763	500.898	435.788	379.159	329.991
ahorro		156.378	135.746	117.816	102.235	88.612
VAN costos		2.441.594				

	proyecto A	v/s	proyecto B
	2.822.387		2.441.594
Diferencial de costos [USD]	380.793		

2.2.2.2. FLUJO DE CAJA FINANCIADO (50%)

Para evaluar las alternativas de financiamiento, se debe considerar en un principio el porcentaje de financiamiento que será cubierto por capital privado y por la línea de crédito. Dentro del proyecto, se cubrirá un 50% del proyecto en base a capital privado, mientras que el 50% restante será financiado por un crédito comercial a largo plazo, con una tasa de interés anual del 10%. Este crédito a largo plazo será pagado en un plazo de 5 años. Y la tasa de evaluación de proyectos utilizada será de un 15% standard de la compañía en cuestión.

Tabla 19

Tabla de amortización proyecto financiado al 50%

TABLA DE AMORTIZACION CREDITO 50%				
Interes 9,5%				
Saldo Capital	Interes	amortización	cuota	periodo
146.663	13.933	24.263	38.196	1
122.400	11.628	26.568	38.196	2
95.832	9.104	29.092	38.196	3
66.740	6.340	31.856	38.196	4
34.884	3.314	35.052	38.196	5
		146.831	190.980	

Tabla 20

Flujo de caja incremental financiado al 50%

Calefones producidos	261000
Unidades por calefon	13

15% tasa evaluacion de proyectos

Flujo A sin proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		480.171	480.171	480.171	480.171	480.171
Mano de Obra MO		324.722	324.722	324.722	324.722	324.722
Consumo energético – eléctrico		37.070	37.070	37.070	37.070	37.070
Total		841.962	841.962	841.962	841.962	841.962
Valor presente costos		732.141	636.644	553.604	481.394	418.604
VAN costos		\$2.822.387				

Flujo B con proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		546.358	546.358	546.358	546.358	546.358
Costo del financiamiento		13.933	11.628	9.104	6.340	3.314
Ahorro por impuesto		3.762	3.140	2.458	1.712	895
Mano de Obra MO		88.664	88.664	88.664	88.664	88.664
Consumo energético – eléctrico		9.888	9.888	9.888	9.888	9.888
Inversiones y gastos	293.326					
Prestamo	146.663					
Amortización del préstamo		24.263	26.568	29.092	31.856	35.052
Total	146.663	679.344	679.966	680.648	681.394	682.381
Valor presente costos		590.734	514.152	447.537	389.589	339.264
ahorro		141.407	122.492	106.067	91.805	79.340
VAN costos		2.427.939				

	proyecto A	v/s	proyecto B
	2.822.387		2.427.939
Diferencial de costos [USD]	394.447		

2.2.2.3. FLUJO DE CAJA FINANCIADO (75%)

Para evaluar las alternativas de financiamiento, se debe considerar en un principio el porcentaje de financiamiento que será cubierto por capital privado y por la línea de crédito. Dentro del proyecto, se cubrirá un 25% del proyecto en base a capital privado, mientras que el 75% restante será financiado por un crédito comercial a largo plazo, con una tasa de interés anual del 10%. Este crédito a largo plazo será pagado en un plazo de 5 años. Y la tasa de evaluación de proyectos utilizada será de un 15% standard de la compañía en cuestión.

Tabla 21

Tabla de amortización proyecto financiado al 75%

TABLA DE AMORTIZACION CREDITO 75%				
Interes 9,5%				
Saldo Capital	interes	amortización	cuota	periodo
219.995	20.899	36.395	57.294	1
183.600	17.442	39.852	57.294	2
143.748	13.656	43.638	57.294	3
100.110	9.510	47.784	57.294	4
52.326	4.971	52.493	57.294	5
		220.161	286.470	

Tabla 22

Flujo de caja incremental financiado al 75%

Calefones producidos	261000
Unidades por calefon	13

15% tasa evaluacion de proyectos

Flujo A sin proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		480.171	480.171	480.171	480.171	480.171
Mano de Obra MO		324.722	324.722	324.722	324.722	324.722
Consumo energético – eléctrico		37.070	37.070	37.070	37.070	37.070
Total		841.962	841.962	841.962	841.962	841.962
Valor presente costos		732.141	636.644	553.604	481.394	418.604
VAN costos		\$2.822.387				

Flujo B con proyecto costos						
Periodo (Año)	0	1	2	3	4	5
Materia Prima		546.358	546.358	546.358	546.358	546.358
Costo del financiamiento		20.899	17.442	13.656	9.510	4.971
Ahorro por impuesto		5.643	4.709	3.687	2.568	1.342
Mano de Obra MO		88.664	88.664	88.664	88.664	88.664
Consumo energético – eléctrico		9.888	9.888	9.888	9.888	9.888
Inversiones y gastos	293.326					
Prestamo	219.995					
Amortización del préstamo		36.395	39.852	43.638	47.784	52.493
Total	73.332	696.561	697.495	698.517	699.636	701.032
Valor presente costos		605.705	527.406	459.286	400.019	348.537
ahorro		126.435	109.238	94.317	81.375	70.067
VAN costos		2.414.285				

	proyecto A	v/s	proyecto B
	2.822.387		2.414.285
Diferencial de costos [USD]	408.102		

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, El estudio confirma de manera sólida que el proyecto es altamente viable desde el punto de vista económico y representa una excelente oportunidad para la compañía. El diferencial de costos en la evaluación económica del proyecto puro, cifrado en 367.223 USD, resalta la viabilidad de la iniciativa. Esta cifra se incrementa a 380.793 USD cuando se considera un financiamiento del 25%, a 394.447 USD con un 50% de financiamiento, y alcanza los 408.102 USD con un 75% de financiamiento.

Es esencial tener en cuenta que, a pesar de estas variaciones en los costos según el nivel de financiamiento, el proyecto sigue siendo altamente viable. Las fluctuaciones en el valor del dólar y el precio del acero inoxidable, aunque sensibles, no amenazan la viabilidad del proyecto. Más bien, estas variaciones pueden influir en su atractivo en términos de tiempo de recuperación.

Además, al no haber considerado aún las depreciaciones y la posible venta de activos de maquinaria en uso, se destaca el potencial significativo del proyecto para generar beneficios tanto a corto como a largo plazo. Este enfoque flexible se adapta a las circunstancias y necesidades cambiantes de la empresa.

En resumen, los resultados detallados refuerzan la conclusión de que, en un entorno económico estable, el proyecto se convierte en una opción sumamente atractiva para la compañía. La consideración de diferentes niveles de financiamiento proporciona una comprensión más completa de los posibles escenarios, destacando la solidez del proyecto frente a diferentes condiciones económicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Brand, The Rheem. (2021). *Brand Standards & Guidelines 1.0 Rheem Manufacturing*. Santiago.
- Drucker, P. F. (1974). *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. Michigan: Harper & Row.
- Elavoracion, P. (2023). Estructura organizacional .
- Iker Ágreda Sola, J. I. (2015). *Diseño de troquel progresivo y desarrollo de proceso de fabricacion para piezas* . Navarra.
- Organizational, L. L. (September 2022). *LATAM LT Organizational Chart* .
- Rheem, D. d. (2023). *Rheem chile*. Retrieved from Rheem chile: www.rheemchile.cl
- Rheem, D. M. (2023). *Rheem Chile - MFG Overview*. SANTIAGO DE CHILE.
- Roberto Carro Paz, D. G. (2015). *Productividad y Competitividad*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- www.meetyoucarbide.com. (2019, Mayo 22). *meetyoucarbide*. Retrieved from meetyoucarbide: www.meetyoucarbide.com
- <https://www.rheemchile.cl> (2023) Historia de Rheem Manufacturing company ,Rheem chile
- <https://www.rheemchile.cl>
- <https://www.schulergroup.com> (2023) , SCHULER GROUP, SCHULER GROUP
- <https://www.schulergroup.com>