Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial

ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CALENTADORES SOLARES PARA SU USO EN CALDEROS INDUSTRIALES

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

Isabel Rocío Jurado Sosa
Código 20110611
Gonzalo José Lazo Barbieri
Código 20110635

Asesor
Pedro Arturo Salinas Pedemonte

Lima – Perú
Noviembre del 2018

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CALENTADORES SOLARES PARA SU USO EN CALDEROS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **1**
EXECUTIVE SUMMARY **4**
CAPÍTULO I:ASPECTOS GENERALES **7**
1.1. Problemática 7
1.2. Objetivos de la investigación 8
1.2.1. Objetivo general 8
1.2.2. Objetivos específicos 8
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación 9
1.4. Justificación del tema 9
1.4.1. Justificación técnica 9
1.4.2. Justificación económica 9
1.4.3. Justificación social 10
1.5. Hipótesis de trabajo 10
1.6. Marco referencial de la investigación 10
1.7. Marco conceptual 11
1.7.1. Glosario de términos 11
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO **12**
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado 12
2.1.1. Definición comercial del producto 12
2.1.2. Principales características del producto 14
2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio 17
2.1.4. Análisis del sector 17
2.1.5. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado 22
2.2. Análisis de la demanda 23
2.2.1. Demanda histórica 23
2.2.2. Demanda potencial 26
2.2.3. Demanda mediante fuentes primarias 30
2.2.4. Proyección de la demanda 32
2.2.5. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto 33
2.3. Análisis de la oferta 33
2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras 33

2.3.2. Competidores actuales y potenciales 34
2.4. Determinación de la demanda para el proyecto 35
2.4.1. Segmentación del mercado 35
2.4.2. Selección del mercado meta 35
2.4.3. Demanda específica para el proyecto 37
2.5. Definición de la estrategia de comercialización 38
2.5.1. Políticas de comercialización y distribución 38
2.5.2. Publicidad y promoción 38
2.5.3. Análisis de precios 39
2.6. Análisis de la disponibilidad de los insumos principales 40
2.6.1. Características principales de la materia prima 40
2.6.2. Disponibilidad de la materia prima 40
2.6.3. Costos de la materia prima 40
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA 42
3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización 42
3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización 44
3.3. Evaluación y selección de localización 46
3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización 47
3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización 48
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA 55
4.1. Relación tamaño – mercado 55
4.2. Relación tamaño – recursos productivos 55
4.3. Relación tamaño – tecnología 56
4.4. Relación tamaño – inversión 57
4.5. Relación tamaño – punto de equilibrio 57
4.6. Selección tamaño de planta 60
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO 62
5.1. Definición técnica del producto 62
5.1.1. Especificaciones técnicas del producto 62
5.1.2. Composición del producto 64
5.1.3. Diseño gráfico del producto 65
5.1.4. Regulaciones técnicas al producto 65
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción 66
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida 66
5.2.2. Proceso de producción 67

5.3. Características de las instalaciones y equipos 73
5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos 73
5.3.2. Especificaciones de la maquinaria 74
5.4. Capacidad instalada 76
5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada 76
5.4.2. Cálculo detallado del número de máquinas requeridas 77
5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto 78
5.5.1. Calidad de la materia prima, de los insumos del proceso y del producto 78
5.5.2. Estrategias de mejora 79
5.6. Estudio de impacto ambiental 81
5.7. Seguridad y salud ocupacional 82
5.8. Sistema de mantenimiento 85
5.9. Programa de producción 85
5.9.1. Factores para la programación de la producción 85
5.9.2. Plan de producción 86
5.10. Requerimiento de insumos, servicios y personal 86
5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales 86
5.10.2. Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc. 87
5.10.3. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos 88
5.10.4. Servicios de terceros 90
5.11. Disposición de planta 91
5.11.1. Características físicas del proyecto 91
5.11.2. Determinación de las zonas físicas requeridas 93
5.11.3. Cálculo de áreas para cada zona 96
5.11.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización 99
5.11.5. Disposición general 100
5.12. Cronograma de implementación del proyecto 104
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN 105
6.1. Formación de la Organización empresarial 105
6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios 105
6.3. Estructura organizacional 107
CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS 108
7.1. Inversiones 108
7.1.1. Estimación de las inversiones a largo plazo (tangibles e intangibles) 108
7.1.1. Estimación de las inversiones a corto plazo (capital de trabajo) 109

7.2. Costos de producción 110
7.2.1. Costos de las materias primas 110
7.2.2. Costos de la mano de obra directa 110
7.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta) 111
7.3. Presupuestos operativos 115
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas 115
7.3.2. Presupuesto operativo de costos y gastos 116
7.4. Presupuestos financieros 116
7.4.1. Presupuesto de servicio a la deuda 116
7.4.2. Presupuesto de Estado de Resultados 118
7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera 121
7.4.4. Flujo de caja de corto plazo 122
7.5. Flujo de fondos netos 123
7.5.1. Flujo de fondos económicos 123
7.5.2. Flujo de fondos financieros 124
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO 126
8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR 126
8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR 127
8.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto 127
8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto 131
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO 133
9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto 133
9.2. Análisis de indicadores sociales (valor agregado, densidad de capital, intensidad de capital, generación de divisas) 134
CONCLUSIONES 136
RECOMENDACIONES 138
REFERENCIAS 140
BIBLIOGRAFIA 143
ANEXOS 144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Aporte de los sectores económicos al PBI peruano 2016 18
Tabla 2. 2. Cuadro resumen de oportunidades y amenazas del sector 20
Tabla 2. 3. Partidas arancelarias seleccionadas 23
Tabla 2. 4. Importaciones de calderos en el Perú (2011-2015) 24
Tabla 2. 5. Exportaciones de calderos en Perú (2011-2015) 24
Tabla 2. 6. Producción nacional de calderos en Perú (2011-2015) 25
Tabla 2. 7. Cálculo del parque de calderos en Perú (2011-2015) 26
Tabla 2. 8. Características representativas de los calderos peruanos 27
Tabla 2. 9. Tipos de combustibles en calderos 27
Tabla 2. 10. Estimado del mercado de la eficiencia energética y co-generación en el Perú (2009-2020) 28
Tabla 2. 11. Parque de calderos en Perú (2011-2015) 29
Tabla 2. 12. Determinación del parque del proyecto (calderos) - Año 2015 32
Tabla 2. 13. Coeficiente de determinación y coeficiente de correlación por tipo de proyección 32
Tabla 2. 14. Proyección del parque del proyecto (2016-2022) 33
Tabla 2. 15. Distribución del parque de calderos peruano por sector económico 36
Tabla 2. 16. Parque de calderos al año 1 y crecimiento del parque para los siguientes años 37
Tabla 2. 17. Demanda del proyecto (2016-2022) 37
Tabla 2. 18. Precios promedio de mercado de los calentadores solares en Perú 39
Tabla 2. 19. Especificaciones de la materia prima 40
Tabla 2. 20. Costos de la materia prima 41
Tabla 3. 1. Nivel de irradiación diaria anual por ciudad 44
Tabla 3. 2. Número de empresas manufactureras por ciudad 45
Tabla 3. 3. Número de parques industriales por región 45
Tabla 3. 4. Índices de Desarrollo Humano por departamentos 46
Tabla 3. 5. Escala de calificación para la selección de la macro localización 47
Tabla 3. 6. Tabla de enfrentamiento para la macro localización 47
Tabla 3. 7. Ranking de factores para la macro localización 48
Tabla 3. 8. Precios de terrenos por distrito 50
Tabla 3. 9. Distancia entre el distrito y el parque industrial 51

Tabla 3. 10. Mapa de pobreza distrital (%) - Arequipa 51
Tabla 3. 11. Tabla de enfrentamiento para la micro localización 53
Tabla 3. 12. Escala de calificación para la selección de la micro localización 53
Tabla 3. 13. Ranking de factores para la micro localización 54
Tabla 4. 1. Tamaño- mercado (unidades) 55
Tabla 4. 2. Tamaño- recursos productivo (unidades) 56
Tabla 4. 3. Inversión total para determinar el tamaño - inversión 57
Tabla 4. 4. Inversión estimada por fuente 57
Tabla 4. 5. Costos para la fabricación de un calentador solar 58
Tabla 4. 6. Costos y gastos fijos de fabricación 59
Tabla 4. 7. Costos fijos y variables totales 59
Tabla 4. 8. Selección del tamaño óptimo de planta 61
Tabla 5. 1. Especificaciones técnicas de las máquinas y equipos requeridos para el proyecto 74
Tabla 5. 2. Herramientas de operación 76
Tabla 5. 3. Cantidad de máquinas requerida 78
Tabla 5. 4. Tabla de puntuación de la matriz de Leopold 81
Tabla 5. 5. Matriz de Leopold 82
Tabla 5. 6. Matriz IPER 84
Tabla 5. 7. Plan Maestro de Producción 86
Tabla 5. 8. Requerimiento anual de energía eléctrica - máquina 87
Tabla 5. 9. Requerimiento anual de agua potable - máquina 88
Tabla 5. 10. Requerimiento de personal indirecto 90
Tabla 5. 11. Matriz de Guerchet 98
Tabla 5. 12. Relación de proximidad 101
Tabla 5. 13. Leyenda de los elementos considerados en el plano de la planta 104
Tabla 7. 1. Inversión fija tangible 108
Tabla 7. 2. Inversión fija intangible 109
Tabla 7. 3. Cálculo del capital de trabajo 109
Tabla 7. 4. Cálculo de la inversión total 110
Tabla 7. 5. Presupuesto del costo de la materia prima 110
Tabla 7. 6. Presupuesto de mano de obra directa 111
Tabla 7. 7. Presupuesto de mano de obra indirecta 111
Tabla 7. 8. Cuadro de depreciaciones y amortizaciones 113
Tabla 7. 9. Gastos por mantenimiento y seguro de máquinas y herramientas 114

Tabla 7. 10. Presupuesto de costos indirectos de fabricación fijos.....114
Tabla 7. 11. Presupuesto de costos de producción 115
Tabla 7. 12. Presupuesto de ingreso de ventas 115
Tabla 7. 13. Presupuesto de costos y gastos operativos.....116
Tabla 7. 14. Inversión total por fuente.....117
Tabla 7. 15. Cálculo del VA por cada tipo de cuota.....117
Tabla 7. 16. Presupuesto de servicio a la deuda (2016-2022) 118
Tabla 7. 17. Plan maestro de producción (unidades).....118
Tabla 7. 18. Presupuesto de costo de ventas.....118
Tabla 7. 19. Presupuesto de Estado de Resultados 120
Tabla 7. 20. Balance general – Activo (S/).....121
Tabla 7. 21. Balance general – Pasivo y patrimonio (S/) 122
Tabla 7. 22. Flujo de caja al inicio del proyecto (S/).....122
Tabla 7. 23. Flujo de fondos económico.....124
Tabla 7. 24. Flujo de fondos financiero 125
Tabla 8. 1. Indicadores del proyecto (Punto de vista económico).....126
Tabla 8. 2. Indicadores del proyecto (Punto de vista financiero) 127
Tabla 8. 3. Razón Corriente.....127
Tabla 8. 4. Razón Ácida.....128
Tabla 8. 5. Razón de efectivo 129
Tabla 8. 6. Capital de trabajo.....129
Tabla 8. 7. Razón deuda-patrimonio.....130
Tabla 8. 8. Razón de endeudamiento.....130
Tabla 8. 9. Ventas estimadas por escenario 131
Tabla 8. 10. Indicadores económicos por escenario 131
Tabla 8. 11. Indicadores esperados.....132
Tabla 9. 1. Valor agregado del proyecto.....134
Tabla 9. 2. Densidad de capital del proyecto.....134
Tabla 9. 3. Intensidad de capital del proyecto 135
Tabla 9. 4. Productividad de la mano de obra del proyecto.....135
Tabla 9. 5. Producto capital del proyecto 135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Emisiones anuales totales 7
Figura 2. 1.Partes de un calentador solar 12
Figura 2. 2. Calderos por condensación 16
Figura 2. 3. Distribución gráfica del parque de calderos peruanos por sector económico 36
Figura 5. 1. Partes de un tubo de vidrio al vacío 62
Figura 5. 2. Getter de bario 63
Figura 5. 3. Partes y dimensiones de un tubo de vidrio al vacío 63
Figura 5. 4. Sistema de funcionamiento de un colector de tubos al vacío por principio de Termosifón 64
Figura 5. 5. Vista isométrica 65
Figura 5. 6. DOP para la fabricación de calentadores solares de tubos al vacío 70
Figura 5. 7. Diagrama de bloques – Balance de materia 72
Figura 5. 8. Lana de vidrio 79
Figura 5. 9. Diagrama de Gozinto 87
Figura 5. 10. Áreas para el diagrama relacional 101
Figura 5. 11. Diagrama relacional 102
Figura 5. 12. Plano tentativo de la planta 103
Figura 6. 1. Estructura organizacional 107

SCIENTIA ET PRAXIS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Similitudes y diferencias encontradas con las tesis encontradas sobre temas afines 145
Anexo 2: Glosario de términos 147
Anexo 3: Índice de volumen físico de la producción manufacturera en Perú (2013-2015) 149
Anexo 4: Entrevista realizada 150
Anexo 5: Empresas ofertantes de calentadores solares en Perú 151
Anexo 6: Especificaciones técnicas de un calentador solar de tubos al vacío 152
Anexo 7: Vistas lateral y superior del calentador solar propuesto 153
Anexo 8: Normas Técnicas Peruanas (NTP) que rigen la fabricación de calentadores solares 154
Anexo 9: Cálculo del número de máquinas requeridas para cada estación 156
Anexo 10: Pruebas de calidad exigidas a cada insumo y materia prima 158
Anexo 11: MRP de calentadores solares 159
Anexo 12: Tipos de señalización en planta 163
Anexo 13: Cronograma de implementación del proyecto 165
Anexo 14: Cálculo de los tipos de cuota para el crédito a solicitar 166

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio de pre factibilidad es un análisis, en primera instancia, sobre la viabilidad de la instalación de una planta productora de calentadores solares para su uso en calderas industriales. La propuesta planteada a través de esta investigación es una idea innovadora que se sustenta en dos hipótesis desarrolladas a lo largo del estudio, las cuales son: lograr que las empresas industriales peruanas hagan uso de calentadores solares como etapa previa de calentamiento del agua de alimentación de los calderos con el fin de generar un ahorro en su consumo de combustible y en segundo lugar lograr, como consecuencia, que las emisiones de gases al medio ambiente por parte de las industrias, disminuya.

Con el fin de hacer un estudio sobre la viabilidad inicial de la puesta en marcha del proyecto, el presente estudio se ha dividido en nueve capítulos. El primero denominado Aspectos generales, busca introducir al lector en la problemática que motiva al proyecto, así como los objetivos del mismo y sus hipótesis. En este propósito se halló además que las investigaciones preliminares existentes se enfocan principalmente en la fabricación de calentadores para uso doméstico y, en menor medida, para uso industrial; siendo la presente propuesta innovadora en la medida que el uso que se pretende dar es de pre calentador de calderos.

El segundo capítulo es el Estudio de mercado, el mismo que tiene como principal objetivo determinar el mercado al cual apuntará el proyecto. Se hizo también un análisis del sector, el cual abarca data sobre las importaciones, exportaciones, producción nacional y demanda histórica del producto con el fin de hacer una proyección de la posible demanda del producto en el futuro y de la misma manera tener una idea clara sobre cómo interactúan las empresas existentes, las cuales constituyen la competencia futura. En ese propósito se obtuvo – entre otros hallazgos – que las exportaciones peruanas no representan una cifra significativa para el análisis de este proyecto, así también se obtuvo que una eventual segmentación geográfica o sectorial no sería lo más adecuado para fines del presente proyecto debido a que se estaría delimitando demasiado el mercado, siendo lo más óptimo considerar como mercado objetivo a la industria peruana en general. Se encontró que el parque de calderos para

fines del 2015 ascendió a 4.405 y tomando en consideración el nivel de aceptación que lograría el calentador solar propuesto (70%), se obtuvo que la demanda sería calculada de manera tal que, el parque al año 1 sumado de los incrementos de calderos hasta el último año, sean divididos entre los 7 años del proyecto. Luego del cálculo se obtuvo que la demanda para cada uno de los años de vida útil sería de 525 calentadores. En la parte final del capítulo se busca proponer posibles políticas de comercialización y distribución del producto, hacer una comparación con los precios históricos y los actuales para finalmente hacer un análisis sobre la disponibilidad de la materia prima existente para fabricar los calentadores solares.

En el capítulo tres se define la localización de la planta de calentadores solares. Esta decisión resulta importante al momento de la conformación de la empresa ya que una correcta elección de la ubicación geográfica puede devenir en menores costos productivos así como también en un mayor grado de eficiencia en las operaciones. Para seleccionar la mejor alternativa de localización se evaluó primero la macro localización y seguidamente la micro localización. Para ello, se realizó un ranking de factores que permitirá ponderar cada uno de los aspectos a tomar en cuenta, calificar las posibles alternativas y finalmente hacer la mejor elección geográfica. De este análisis se obtuvo como lugar óptimo el distrito de Cerro Colorado en la ciudad de Arequipa.

Seguidamente en el capítulo cuatro se determinó el tamaño óptimo de planta para lo cual se tuvieron en cuenta algunos aspectos como mercado, materia prima, tecnología y punto de equilibrio. Se definió que el factor limitante está dado por el tamaño mercado y, en consecuencia, se determinó una producción de 525 calentadores al año.

El siguiente capítulo resulta uno de los más importantes ya que en él se detalla la ingeniería del proyecto, es decir, las especificaciones técnicas de los calentadores solares, la tecnología existente para su producción y el proceso productivo para su fabricación. Asimismo, se definieron las máquinas requeridas para los procesos de manufactura de los calentadores solares y con ello la capacidad instalada de la planta. Por otro lado, se realizó un estudio de impacto ambiental mediante la matriz de Leopold la cual dio como resultado que el impacto ambiental de la planta sería desde muy poco hasta moderadamente significativo. Posteriormente se realizó un análisis de seguridad y salud ocupacional mediante una matriz IPER, el cual determinó que los riesgos son en

general moderados. Finalmente se calculó el requerimiento de insumos anual para la producción.

El capítulo seis nos muestra la organización administrativa de la empresa, es decir el tipo de sociedad que se formará, la estructura jerárquica del personal administrativo así como el detalle de las funciones que cumplirá cada uno de los trabajadores.

El capítulo siete y ocho muestran la evaluación económica y financiera del proyecto para lo cual se hizo una estimación de las inversiones, de los costos de producción así como también los presupuestos operativos y financieros. Mediante indicadores económicos se evaluó el estado de resultados y el balance general. La inversión requerida asciende a S/ 2.223.746. Por su parte, la evaluación económica y financiera dio como resultado un VANF S/ 1.004.359 y TIRF de 26,58% demostrando así la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, en el capítulo nueve se realizó una evaluación social de los impactos del proyecto. El estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta destinada a la fabricación de calentadores solares para su uso en calderos industriales es el conjunto de algunas ideas que si bien, son conocidas independientemente, su aplicación en conjunto resulta novedosa y merecedora de un análisis más profundo.

EXECUTIVE SUMMARY

This study is an analysis, in the first instance, on the feasibility of installing a solar heaters producer plant for their use in industrial boilers. The proposal expressed through this research is an innovative idea that is based on two hypotheses developed throughout the study, which are: to get industrial companies in the productive sector to test this technology of solar heaters as a stage before the steam generation from the cauldron in order to generate savings in the fuel consumption and secondly to get, as a consequence, a decrease of the emissions of gases to the environment by the industries.

In order to make a study on the initial viability of the project start-up, this study has been divided into nine chapters. The first one called General Aspects, which seeks to introduce the reader to the problem that motivates the project, as well as the objectives of the project and its hypotheses. For this purpose, it was found that the existing preliminary investigations focus mainly on the manufacture of domestic heaters, making the proposal of this study an innovative one.

The second chapter that composes this research is the Market Research, the same one whose main objective is to determine the market to which the project will focus, determining the geographical area that will embrace it. An analysis of the sector will be made, which will include data on imports, exports, national production and historical demand of the product in order to make a projection of the possible demand for the product in the future. It will be shown, through research, that exports do not represent a significant factor to consider in this study. It was also determined that a geographical or sectorial segmentation would not be the most suitable for this project's purposes since the final market would result too reduced; therefore, it is best to consider the Peruvian industry in general. It was found that the boiler count by the end of 2015 was 4.405 and taking into consideration the level of acceptance that the proposed solar heater would achieve (70%), it was obtained that the demand should be calculated in such a way that the park at year 1, together with boiler count increases until the last year, are divided between the 7 years of the project. After the calculation, the demand for each one of the years of the project will be 525 heaters. In the final part of the chapter, it is proposed possible marketing and distribution policies for the product, to make a comparison with historical and current prices and finally to make an analysis on

the availability of the existing raw material to manufacture the solar heaters. The market study must be carried out in a serious and responsible manner as it is the first information that is available about the viability of the project.

Chapter three will define the location of the productive plant of solar heaters. This decision is fundamentally important at the moment of the formation of the company since a correct choice of the geographical location shall represent lower productive costs as well as a greater efficiency in our operations. To select the best location alternative it will be evaluated first the macro location and then the micro location. For each one, there will be a ranking of factors that will allow us to weigh each of the aspects to take into consideration, to qualify the possible alternatives and finally to do the best geographic choice. This evaluation will determine the Cerro Colorado district, at Arequipa, as the most suitable place to run the project.

Next, in chapter four, the size of the plant will be determined considering some aspects such as market, raw material, technology and breakeven point. The limiting factor will be defined and with that information, the optimum size of the plant which will be a number of 525 solar heaters per year.

The next chapter is one of the most important since it details the engineering of the product, such as the technical specifications of the solar heaters, the existing technology for its production and the production process to manufacture them. Also, it will define the machines required for the manufacturing processes of solar heaters and thus the installed capacity of the plant. In addition to the previous, an environmental impact study will also be carried out using the Leopold matrix, throwing out a low and moderate significance environmental impact; a safety and occupational health analysis with an IPER matrix, with moderate risks results, and finally the annual input requirement for production.

Chapter six shows us the administrative organization of the company, such as the type of society to be formed, the hierarchical structure of the administrative staff as well as the detail of the functions that each of the employees will fulfill.

Chapters seven and eight will show the economic and financial evaluation of the project, which will determine if the start-up of the preheater boiler factory is profitable. An estimate of investments, production costs as well as operating and financial budgets will be made. Through economic indicators it will be evaluated the income statement

and the balance sheet. The required investment is S/ 2.223.746 and the results of the financial evaluation are as follows: VANF of S/ 1.004.359 and TIRF of 26.58%. These indicators demonstrate the profitability of the project. To conclude the study, chapter nine is a social evaluation of the impacts of the project will be done.

The pre feasibility for the installation of a plant for the manufacture of solar heaters for use in industrial boilers is the mix of some ideas that although they are known independently, their application as a whole is innovative and deserving of a deeper analysis.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

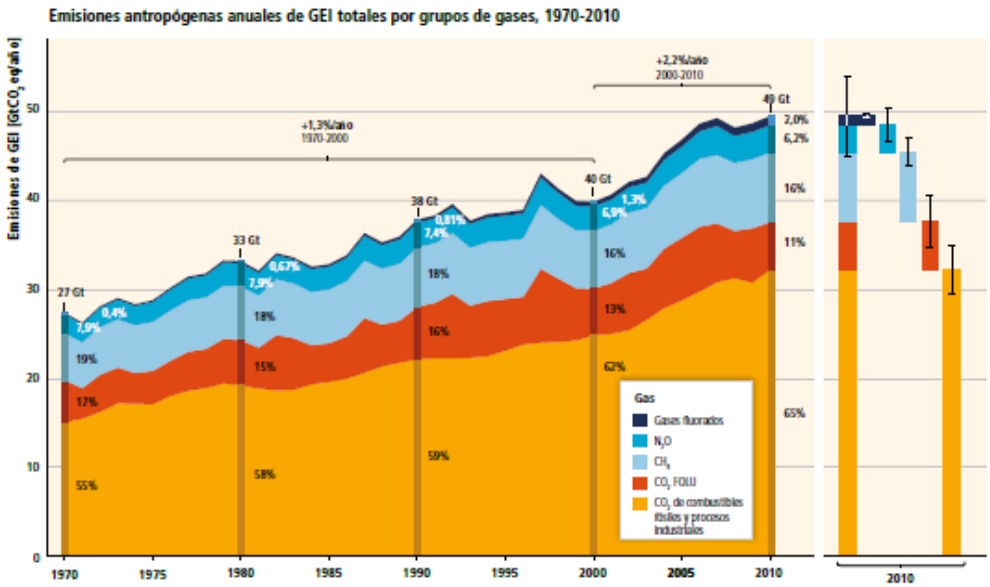
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

El mundo viene atravesando una situación ambiental desfavorable y cada vez sus consecuencias son más alarmantes. El incremento gradual de la temperatura del planeta en los últimos años tiene su principal origen en el aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero dentro de los cuales el dióxido de carbono (CO_2) ocupa el primer lugar como se aprecia en la figura a continuación.

Figura 1. 1

Emisiones anuales totales GEI (1970-2010)



Fuente: Panel Intergubernamental de Cambio Climático (2014)

En ese sentido, las empresas industriales cumplen un papel importante dado que alrededor del 19,4% de emisiones de dicho gas y en general, de contaminación del aire, proviene de empresas industriales, ocupando el segundo lugar después del suministro de energía como principal agente emisor de gases de efecto invernadero. Por su parte, el Perú no es ajeno a este escenario mundial, sino que por el contrario, un estudio publicado por el Ministerio del Ambiente de Perú (Ministerio del Ambiente, 2013), indica que de acuerdo a investigaciones realizadas por el *Tyndall Center* de Inglaterra, Perú es considerado el tercer país más vulnerable al cambio climático después de Bangladesh y Honduras (p.33). Por lo tanto, conscientes de la problemática, los agentes

gubernamentales y gran parte del sector empresarial se encuentran en la constante búsqueda de mecanismos que les permita operar de una manera más amigable con el medio ambiente y de esta manera reducir la cantidad de emisiones al medio ambiente, o en su defecto, mitigar los daños que estas puedan generar. En esta búsqueda, el aprovechamiento de energía más limpia como la del sol, se convierte en una alternativa que muchos países industrializados y no industrializados están desarrollando ya que, tratándose de un recurso renovable, resulta económicamente más eficiente y ecológicamente más favorable.

El presente proyecto está destinado a evaluar la viabilidad de aprovechar la energía solar para calentar el agua que posteriormente será utilizada en las calderas industriales y de esta manera reducir el consumo de combustible ya que el agua estará a una temperatura más elevada que la usual y, en consecuencia, reducir las emisiones al ambiente.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad de mercado, tecnológica, económica y financiera para la instalación de una planta productora de calentadores solares para su uso en calderas industriales.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la viabilidad tecnológica de la fabricación de calentadores solares para fines industriales.

- Realizar un estudio de mercado del consumo de calentadores solares por parte de la empresa para determinar la viabilidad del proyecto.

- Determinar la mejor y más adecuada disposición de planta.

- Determinar la viabilidad económica y financiera del proyecto.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

El presente estudio de pre factibilidad se realizó en el 2016 y fue enfocado a todo el mercado industrial peruano por razones que se expondrán más adelante. Por otro lado, el estudio tuvo su principal limitación en el muestreo, debido a que se realizó un muestreo no probabilístico. Esto se debe a que, dado que se trata de un producto industrial dirigido específicamente a la industria usuaria de calderos, el muestreo ha de ser realizado mediante entrevistas previamente pactadas con las empresas a las cuales se pueda tener acceso. Lamentablemente para fines de las entrevistas, no se tiene acceso a todo el universo de usuarios potenciales.

Por lo tanto, no se escogerá una muestra al azar sino que será escogida de manera intencional para realizar entrevistas a los usuarios potenciales con el fin de obtener una idea de la aceptación del producto en el mercado.

1.4. Justificación del tema

La justificación de la presente investigación abarca los diversos fundamentos técnicos que determinan hasta qué punto el desarrollo del proyecto es viable en diversos ámbitos. Para cumplir con este propósito se analizará la justificación en tres aspectos importantes, los mismos que detallaremos a continuación:

1.4.1. Justificación técnica

La tecnología necesaria para la fabricación de calentadores solares para fines industriales existe. En el último tiempo, los gobiernos de muchos países han invertido en investigación y desarrollo de tecnología nueva y moderna para el aprovechamiento de energía renovable, sobre todo solar. En el mercado internacional existen diversos fabricantes de paneles solares que exportan su producto al resto el mundo, siendo China el principal exportador del mercado. En ese sentido, sí se cuenta con la tecnología necesaria para llevar a cabo el proyecto.

1.4.2. Justificación económica

El mercado de calentadores solares es incipiente pero la tendencia es que seguirá creciendo en el futuro. Por otro lado, los clientes son empresas, las cuales buscan

siempre maneras de reducir sus costos de operación y los calentadores solares son una alternativa para ello, por tanto se espera que el proyecto tenga beneficios económicos.

1.4.3. Justificación social

Aprovechar la energía solar para calentar el agua que se usa en las calderas industriales tiene beneficios importantes:

- Reduce la cantidad de combustible necesario para operar la caldera, lo cual reduce drásticamente la emisión de gases de efecto invernadero.

- Ahorro económico de las empresas al usar una energía gratuita y limpia.

- El estado brinda beneficios a empresas que tomen acciones a favor del medio.

1.5. Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta destinada a la fabricación de calentadores solares para su uso en calderos industriales es factible porque existe un mercado dispuesto a adquirir el producto debido a sus beneficios económicos y ecológicos, además que es técnica económica y financieramente viable.

1.6. Marco referencial de la investigación

Después de buscar trabajos de investigación que presenten una propuesta parecida a la expuesta en este proyecto, se encontraron tres tesis que se asemejan al objetivo de la presente investigación[1].

- Estudio de pre factibilidad para la implementación de una fábrica de calentadores electro-solares:
  Esta investigación fue presentada por Luis Fernando Ortiz Castro en la Universidad de Lima en el año 1986.

[1] En el anexo 1 se encuentran desarrolladas las similitudes y diferencias encontradas con cada una de las tesis mencionadas.

- Estudio tecnológico para la fabricación de calentadores solares:
  Este estudio fue presentado por Ricardo Echegaray Llerena en la Universidad de Lima en el año 1989.

- Estudio preliminar para la implementación de una planta de calentadores solares:
  El estudio fue presentado por Ana Manrique, Universidad de Lima en 1984.

1.7. Marco conceptual

1.7.1. Glosario de términos

Se ha elaborado un glosario de términos que permitirá un mejor entendimiento de las principales ideas descritas en este proyecto, el cual se encuentra en el anexo 2.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

Dado que el proyecto está orientado a la industria peruana usuaria de calderos, en la presente sección se evaluará el comportamiento del mercado industrial peruano, así como el consumo de calderos en los últimos años y su proyección para los siguientes.

2.1.1. Definición comercial del producto

Como se ha explicado anteriormente, el producto propuesto en el presente estudio es un calentador solar de uso industrial, que se define como un sistema fototérmico capaz de utilizar la energía proveniente del sol para el calentamiento de agua sin necesidad de usar combustibles.

El mecanismo de funcionamiento de un calentador solar, cualquiera sea el destino de uso, se compone de tres elementos básicas:

a) Colector solar
b) Tanque de almacenamiento
c) Accesorios

Figura 2. 1

Partes de un calentador solar

Fuente: Solar Master (2017)

El diseño del calentador solar define de manera directa la temperatura del agua a la salida del calentador, así como también el eficaz aprovechamiento de la energía solar. Los calentadores solares se clasifican en tres tipos, independientemente del uso final:

- Calentador solar plano protegido:

  Está compuesto por una placa colectora plana cubierta por una lámina de vidrio en la parte frontal que va de cara al sol. Este tipo de colector funciona bajo el principio de efecto invernadero, es decir, el sol incide directamente en el vidrio transparente, el cual deja pasar la mayor cantidad de energía y produce un calentamiento en la placa colectora, la misma que se convierte en emisora de radiación de onda larga. En su interior, el colector plano cuenta con unos conductos a través de los cuales circula un fluido calor-portador que se calienta progresivamente y transporta la energía térmica a donde sea necesario.

- Calentador solar plano no protegido:

  La única variante respecto al diseño antes mencionado es que en este se retira el vidrio protector y de esta manera el colector queda directamente expuesto al sol.

- Calentador solar de tubos de vacío:

  Está conformado por varios tubos instalados en forma paralela y gracias a esta forma particular pueden captar la energía del sol en varias direcciones, además de reducirse al máximo las dispersiones de calor al exterior. La principal diferencia entre un colector plano y de tubos de vacío radica en el aislamiento. En los primeros existen pérdidas por convección mientras que en los tubos, por estar al vacío, estas pérdidas se reducen notablemente. En la figura 2.1 se puede apreciar un calentador solar de tubos de vacío.

De los calentadores descritos, el más apropiado para fines industriales es el calentador solar de tubos de vacío debido a que presenta menores pérdidas de calor y ello deviene en una mayor eficiencia del sistema. Por este motivo, el presente estudio se centra en la fabricación de calentadores solares de tubos de vacío para uso en calderos industriales.

Otro aspecto a tener en cuenta es el sistema de circulación que tendrá el agua al interior del calentador. Se ha seleccionado el sistema de circulación natural o termosifón. El efecto termosifón es un fenómeno que se produce en los fluidos cuando estos se calientan y generan una circulación de manera natural por un diferencial de densidades, es decir, conforme el agua comienza a calentarse va disminuyendo su

densidad y de esta manera va desplazándose hacia la parte superior de los tubos con dirección al tanque de almacenamiento y, a la vez, dejando en la parte baja al agua fría con mayor densidad. El efecto termosifón genera una circulación natural del agua al interior de los tubos, en donde el agua caliente se desplaza hacia el tanque y la fría queda en la parte baja, permitiendo de esta manera un ciclo natural. Este sistema permite prescindir del uso de bombas. Adicionalmente, como parte del producto a vender, se ofrecerá gratuitamente el servicio de instalación del calentador así como una asesoría breve respecto al producto.

2.1.2. Principales características del producto

2.1.2.1. Usos y características del producto

Dado que el uso de los calentadores solares industriales estará directamente relacionado a la operación de calderos, cabe definir la función de estos equipos.

Armijo y Salas (2008) definen a un caldero como un equipo cuya función principal es la producción de vapor a partir de agua líquida. Según indican, "la energía necesaria para producir el vapor de agua se obtiene de las reacciones de combustión de un combustible sólido, líquido o gas conjuntamente con el oxígeno del aire" (Sección de Introducción, p.42). Finalmente los gases calientes que resultan de la combustión son expulsados al medio ambiente (p.42).

El calentador solar industrial que se propone tiene la función de pre calentar, a través de irradiancia solar, el agua que ingresa al caldero industrial cuya temperatura normal de entrada varía entre los 20C° - 40C°[2], ello con la finalidad de que el trabajo del caldero se reduzca y consecuentemente, el consumo de combustible también. Por su parte, el uso de un calentador solar industrial puede garantizar un calentamiento de agua entre 70C°-80C°, es decir un diferencial que podría alcanzar los 40°C y que se traduciría en reducción de combustible. Cabe mencionar que dicho equipo no tendrá un aprovisionamiento continuo de agua caliente, sino que, esta será pre calentada por tanques. Es decir, una vez que se obtiene un tanque lleno de agua caliente este puede pasar directamente al caldero a un flujo correspondiente a la potencia del caldero.

[2] Cabe resaltar que en algunos departamentos del Perú el agua que se obtiene del alcantarillado público puede estar a temperaturas menores (Ejm: Arequipa :Desde 5°C-15°C)

Este calentador industrial es un producto atractivo por dos razones: por un lado el ahorro económico que puede representar en la industria debido al menor consumo de combustible en los calderos y por otro lado, un beneficio ambiental que consiste en un menor uso de combustibles fósiles y por ende, menores emisiones al medio ambiente.

2.1.2.2. Bienes sustitutos y complementarios

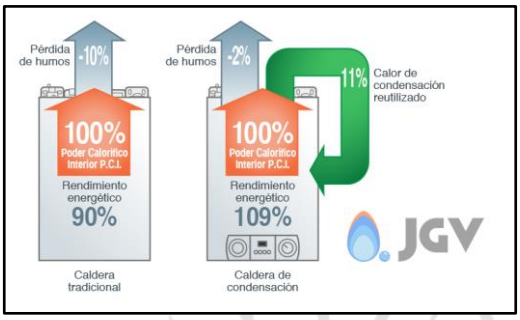
- Bienes sustitutos

  Dos bienes son considerados sustitutos cuando el alza en el precio de alguno de ellos genera como consecuencia que el consumo o demanda del otro incremente. El principal sustituto del calentador solar propuesto no es precisamente otro tipo de calentador de agua ya que estos no tienen por objetivo pre calentar el agua de los calderos. Por ello, debido a que el calentador solar propuesto en este estudio busca reducir el consumo en combustible por parte de los calderos e incrementar su eficiencia, los bienes sustitutos del producto propuestos son aquellos que cumplan con estos principios descritos.

  En la actualidad se vienen desarrollando nuevos mecanismos en el funcionamiento de los calderos tradicionales que permitan incrementar su eficiencia y economizar su actividad. Un caso particular de estas nuevas tecnologías es el denominado *caldero por condensación.* La técnica consiste en condensar los gases de combustión y aprovechar la energía latente en el vapor de agua para convertirla en calor sensible. Con ello se reducen las emisiones ya que estos gases son condensados antes de que escapen al exterior, tal como se muestra en la figura a continuación.

Figura 2. 2

Calderos por condensación



Fuente: JGV Calderos (2015)

Cabe mencionar que el calentador solar propuesto puede actuar como un pre calentador del agua de alimentación y aprovechar en este propósito el calor de vaporización o condensación de los gases de chimenea, de manera simultánea. Es decir, si bien en primera instancia pueden verse como productos sustitutos, finalmente el calentador solar no excluye el aprovechamiento de los gases de chimenea.

- Bienes complementarios

Por otro lado, dos bienes son considerados complementarios cuando el incremento del consumo de uno genera exactamente el mismo efecto en el otro. En este caso el bien complementario sería el caldero ya que si aumenta el consumo de calderos podría aumentar también el consumo de calentadores solares propuestos en este estudio.

Luego de haber definido los bienes sustitutos y complementarios, es conveniente definir el producto de acuerdo a sus tres niveles: básico, real y aumentado. Con respecto al nivel básico, se trata de un calentador de agua industrial que usa como fuente de energía el sol. En su nivel real, se trata de un producto que, al hacer uso del sol, implica un menor consumo de combustible. Finalmente, en su nivel aumentado, es un producto de calidad garantizada y con el que se ofrece un servicio post-venta de instalación y asesoría.

2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El área geográfica que abarque el presente estudio de pre factibilidad estará compuesta por todo el territorio nacional peruano, principalmente en aquellas regiones industrialmente desarrolladas.

2.1.4. Análisis del sector

Para llevar a cabo el análisis del sector en el cual se desenvolvería la planta productora de calentadores solares para uso industrial, se hará uso de dos herramientas de análisis: Análisis PEST y el modelo de las cinco fuerzas de Porter.

- Análisis PEST

  El análisis de los entornos político, económico, social y tecnológico resulta importante para conocer con mayor profundidad cómo es que dichos factores se involucran e influyen en el desarrollo del proyecto.

  Político:

- En el año 2000 se promulgó en el Perú la ley N° 27345 Ley de Promoción de Uso Eficiente de la Energía, la cual declara esta actividad de interés nacional para asegurar el suministro de energía y reducir el impacto ambiental negativo.
- A partir del año 2007 se llevaron a cabo actividades que pusieron nuevamente en agenda la actividad de EE[3]. El Comité de Uso Racional de Energía y Eficiencia de INDECOPI siguió con la elaboración de las normas de EE.
- En su estudio, Romaní y Arroyo (2012), señalan que desde el año 2008 se viene desarrollando el proyecto "Promoción de oportunidades de mercado para las energías limpias y eficiencia energética en el Perú". Dicho proyecto fue suscrito entre el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) y el Banco Interamericano de Desarrollo. (p.16)
- Uno de los objetivos del proyecto antes mencionado fue formar ESCO[4], sin embargo no logró concretarse debido a que en nuestro país no existen empresas de ingeniería con capacidad suficiente en EE, las mismas que puedan vender sus proyectos a entidades bancarias ya que estas últimas prefieren financiar a

[3] Eficiencia energética.
[4] Empresas de Servicios Energéticos.

empresas industriales debido a su capacidad de crédito sin fijarse, más bien, en un *project finance*. (p.18)

Económico:

De acuerdo a los informes técnicos publicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (Instituto Nacional de Estadistica e Informática (INEI), 2017), para el 2016 el Perú mostró un crecimiento de 3.92% del PBI con respecto al año anterior y con ello logró superar las proyecciones que se tenían para dicho año. El sector económico que tuvo el aporte más significativo al PBI fue el de Minería e Hidrocarburos (1,94%) mientras que los sectores Manufactura (-0,21%), Construcción (-0,20%) y Pesca (-0,04%) tuvieron una contribución negativa. (p.11) El sector minero obtuvo su mayor crecimiento en la producción de cobre, la misma que alcanzó un incremento de 40% con respecto al año anterior. Por su parte, el subsector de telecomunicaciones obtuvo un incremento basado principalmente en el avance de la telefonía. El siguiente cuadro muestra el aporte que hizo cada uno de los sectores económicos al PBI nacional alcanzado para el 2016.

Tabla 2. 1

Aporte de los sectores económicos al PBI peruano 2016

Minería e Hidrocarburos	1,94%
Otros servicios	0,57%
Telecomunicaciones y otros servicios de información	0,35%
Financiero y Seguros	0,30%
Comercio	0,22%
Derechos de importación y Otros Impuestos a los productos	0,20%
Administración pública y defensa	0,20%
Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	0,18%
Electricidad, Gas y Agua	0,13%
Servicios prestados a empresas	0,10%
Agropecuario	0,10%
Alojamiento y restaurantes	0,08%
Pesca	-0,04%
Construcción	-0,20%
Manufactura	-0,21%
Economía peruana	**3,92%**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017)

Social:

- En cuanto al ámbito social muchos autores coinciden en que los ciudadanos no asumen un comportamiento automático de respeto y cuidado al medio ambiente

sino que este está ligado al nivel cultural de la sociedad y el desarrollo social que haya alcanzado.

- De acuerdo a un reporte publicado por *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (REN21, 2016), los cinco países que más invirtieron en electricidad y combustibles renovables durante el año 2015 fueron China, Estados Unidos, Japón, Reino Unido e India (p.12), siendo China el país que, a su vez, tuvo mayor capacidad de captadores solares de agua.
- Perú y México son los países que presentan una mayor penetración del mercado de estos sistemas. Según Machicao y Olazábal (2012), en el caso particular de Perú, los ámbitos en los cuales se ha establecido una relación entre consumo energético y desarrollo sostenible son: el transporte y la iluminación doméstica. (p.24)
- En cuanto al transporte se puede apreciar cómo se ha expandido el uso del gas natural para fines de transporte tanto público como privado. Así también se han impulsado campañas para incentivar el uso de bicicletas como medio de transporte y se ha llevado a cabo la construcción de ciclovías. Si bien existe una importante penetración del gas natural, aún presentamos una fuerte dependencia de petróleo.

<u>Tecnológico</u>

- De acuerdo a Quintanilla (2016), el desarrollo de infraestructura en los sistemas eléctricos, los mismos que abarcan la generación, transmisión y distribución, se ha sostenido principalmente con el aporte de la inversión privada (p.13).
- Según los reportes publicados por *International Renewable Energy Agency* (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2015), la tecnología relacionada al calentamiento solar de agua se encuentra en el mercado durante el último siglo, sin embargo su presencia ha sido significativa únicamente en los últimos 35 años (p.6). Esta tecnología se ha desarrollado principalmente para el uso doméstico mientras que el uso industrial comercial muestra un gran potencial. Europa y China lo han denominado el *SWH market*[5].
- Aquellos países que presentan una mayor penetración del mercado de calentadores solares, como es el caso de Perú y con excepción de Alemania, comparten tres características importantes: (1) el costo de la energía es bastante

[5] *Solar Heat Water market*

alto, (2) el nivel de irradiación es excelente, (3) los gobiernos proveen subsidios a los consumidores o a los productos. En la actualidad se han establecido estándares internacionales para la fabricación de colectores solares. Dichos estándares han sido establecidos precisamente por la *International Organization of Standarization (ISO).*

- Modelo de las cinco fuerzas de Porter:

Rivalidad entre las firmas establecidas en el sector

Como se mencionó anteriormente el mercado de calentadores solares se encuentra en una etapa de madurez en algunos países del mundo pero en otros, como en el caso de Perú, aún existe un alto potencial por explotar. Actualmente, la industria de calentadores solares está básicamente orientada a la fabricación de calentadores domésticos o lo que conocemos como termas solares caseras, sin embargo, los calentadores solares industriales están en una etapa aún más prematura. Por ello *la rivalidad en el sector es baja.*

Poder de negociación de los proveedores

Según Porter, un mercado es atractivo cuando los proveedores no se encuentran bien organizados y por tanto, no ejercen un poder de negociación alto. En tal sentido, en el mercado de calentadores solares los proveedores no tienen un poder de negociación muy alto porque la industria está en una etapa de expansión y los proveedores no se encuentran organizados. Sin embargo, las compras tampoco serían de gran volumen, por lo menos durante la etapa inicial de funcionamiento. En ese sentido, *el poder de negociación de los proveedores es intermedio.*

Riesgo de ingreso de competidores potenciales

El creciente uso de energías renovables como alternativa energética para la industria hace que el mercado de calentadores solares siga creciendo y tienda a crecer aún más en el futuro, y por tanto el riesgo de ingreso de competidores potenciales sea alto. Por otro lado, no existen barreras legales que impidan el ingreso de nuevos competidores sino que, por el contrario, el Estado promueve el ingreso de compañías que colaboren con la preservación del medio ambiente

y el uso de energías renovables. Por ello se considera que *el riesgo de ingreso de competidores potenciales es alto.*

Amenaza de productos sustitutos

Como se mencionó, uno de los productos sustitutos para los calentadores solares industriales son las calderas por condensación. Estos equipos cuentan con una tecnología que busca reducir las emisiones al medio ambiente y aumentar la eficiencia del caldero a través de la condensación de los gases de combustión. Movidas por el interés global de desacelerar el calentamiento global, estas nuevas tecnologías vienen evolucionando y se prevé que seguirán ese camino en el futuro. Por lo tanto, de seguir desarrollándose esta tecnología y haciéndose más conocida por los consumidores, *la amenaza de productos sustitutos es intermedia.*

Poder de negociación de los compradores

A fin de evaluar el poder de negociación que podrían ejercer los compradores es importante considerar dos aspectos: por un lado, la industria peruana no hace uso de calentadores solares con el fin de pre calentar el agua de alimentación de los calderos, por lo cual podríamos inferir que se trata de una idea novedosa que nos colocaría como los primeros ofertantes de un producto de esta naturaleza y por lo tanto, en una posición privilegiada en la cual los compradores no tendrían mayor poder de negociación. Por otro lado, si bien lo anterior es cierto, los calentadores solares como tal no constituyen una tecnología nueva, sino que, por el contrario, existen fabricantes de este producto en diferentes regiones del país. Aunque la mayor parte de esta producción sea para fines domésticos, resultaría sencillo que la producción se destine con más fuerza al uso industrial y acaso también al pre calentamiento del agua de los calderos. Por las razones expuestas, se considera que *el poder de negociación de los compradores es intermedio.* El siguiente cuadro resume las oportunidades y amenazas descritas previamente.

Tabla 2. 2

Cuadro resumen de oportunidades y amenazas del sector

Oportunidades	Amenazas
- El mercado de calentadores solares todavía se encuentra en una fase inicial en Perú - El mercado peruano se orienta principalmente a calentadores domésticos - Los proveedores de la industria no están bien organizados - Actualmente no se usan los calentadores con la finalidad de pre calentar el agua de calderos	- Las compras de la empresa no serían de gran volumen por lo que el poder de negociación con los proveedores es limitado - La competencia en el mercado seguirá creciendo. - El Estado promueve el ingreso de nuevos competidores - La nueva tecnología en calderos promueve para ahorrar energía - Es sencillo que los productores de calentadores existentes puedan ofrecer el mismo producto

Elaboración propia

2.1.5. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Para el estudio de mercado se utilizarán diversas herramientas, entre las más importantes tenemos:

- Entrevistas con compradores potenciales: Para fines prácticos, estas entrevistas se llevarían a cabo con los gerentes de diferentes empresas.

- Investigaciones sobre data histórica: El estudio de mercado se llevará a cabo a partir de la información pasada sobre la demanda de calderos y la tendencia de las empresas a incrementar la eficiencia de sus equipos industriales. Esto nos dará una idea sobre qué tan dispuestas pueden estar las empresas a adquirir nuestro producto.

- Entrevista con expertos: Para fines de comprobar la información recolectada por otros medios, se tendrá entrevistas con expertos en el rubro.

2.2. Análisis de la demanda

2.2.1. Demanda histórica

2.2.1.1. Importaciones / exportaciones

El estudio de mercado para la instalación de una planta de calentadores solares de uso industrial está basado en el parque de calderos existentes al día de hoy en el Perú. Esto se debe a que dicho parque constituye de manera íntegra el mercado del proyecto.

Con respecto a lo antes mencionado, en el presente acápite se llevará a cabo el análisis de las importaciones y exportaciones de calderos, para lo cual se tendrá en cuenta los diferentes tipos de calderos existentes. Asimismo, se tomará la información correspondiente a los últimos 5 años, es decir, al periodo comprendido entre 2011 – 2015.

Con la finalidad de obtener la data relacionada a la importación y exportación de calderos, se seleccionaron las partidas arancelarias[6] con las que se realiza el intercambio comercial de estos productos con otros países.

Las partidas arancelarias seleccionadas se muestran en el cuadro a continuación.

Tabla 2. 3

Partidas arancelarias seleccionadas

Nro. Partida	Descripción del producto
8402.11.00.00	Calderas de vapor acuatubulares con una producción superior a 45 T por hora
8402.12.00.00	Calderas de vapor acuatubulares con una producción inferior o igual a 45 T por hora
8402.19.00.00	Otras calderas de vapor incluidas las calderas mixtas
8402.20.00.00	Calderas "de agua sobrecalentada"

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (s.f.)

- <u>Importaciones</u>

  De acuerdo a las estadísticas que presenta la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) en su sección de operatividad aduanera, Perú importa calderas principalmente de Estados Unidos, China y algunos países europeos como Italia y España.

  El siguiente cuadro muestra los resultados de la búsqueda de importaciones en el Perú durante el periodo mencionado anteriormente.

[6] Una partida arancelaria es el código numérico que clasifica las mercancías.

Tabla 2. 4

Importaciones de calderos en el Perú (2011-2015)

Año	Unidades importadas
2011	73
2012	44
2013	63
2014	29
2015	63

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2015)

- Exportaciones

De acuerdo a las investigaciones realizadas, las exportaciones peruanas de calderos son reducidas. Se trata de ventas ocasionales que realizan algunas empresas productoras de calderos o empresas industriales que deciden vender los calderos que dejan de usar en sus plantas.

A continuación se muestra el resumen de las exportaciones en el periodo anteriormente señalado.

Tabla 2. 5

Exportaciones de calderos en Perú (2011-2015)

Año	Unidades exportadas	Valor FOB exportadas (US$)
2011	7	307.185
2012	10	95.423
2013	10	430.267
2014	3	197.715
2015	11	453.341

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2015)

Como se puede observar, el número de calderos exportados en el país es menor, llegando hasta una cantidad mínima de tres en el 2014. Por lo expuesto y luego de consultar con expertos, se ha visto por conveniente no considerar las exportaciones peruanas como parte del estudio ya que son números que responden a ventas puntuales y a no a una cantidad de exportaciones habitual o constante.

2.2.1.2. Producción nacional

Dado que los calderos son productos que se venden a pedido, la producción nacional de calderos resulta de la demanda interna menos las importaciones y más las exportaciones realizadas en el país. Por ello, fue importante primero buscar información sobre la demanda interna actual que existe en el país y de esta manera proceder con el cálculo de la producción nacional.

De acuerdo a las fuentes revisadas, se encontró información de la producción únicamente de calderos pirotubulares y, dado que el presente proyecto no discrimina entre tipos de calderos, se escalaron los datos encontrados considerando que los calderos pirotubulares representan el 84% del parque total existente.

Cabe mencionar que las empresas fabricantes de calderos en el país cuentan con la capacidad suficiente para hacer frente a un eventual incremento de la demanda.

Tabla 2. 6

Producción nacional de calderos en Perú (2011-2015)[7]

	2011	2012	2013	2014	2015
Demanda	96	124	138	146	169
Importaciones	73	44	63	29	63
Producción nacional de calderos pirotubulares	**23**	**80**	**75**	**117**	**106**
Producción nacional de calderos total	**84**	**109**	**118**	**162**	**149**

Fuente: Calderas Manser (2013)

Como se puede observar en la tabla anterior, la producción nacional de calderos ha tenido una tendencia creciente, sin embargo tuvo una baja en el año 2015 producto de un incremento de importaciones. Esto puede encontrar su causa en que algunas empresas prefieren importar el producto por preferencia a una marca específica o para asegurarse un mayor nivel de calidad.

2.2.1.3. Demanda Interna Aparente (DIA)

Los calentadores solares propuestos, al ser productos que se usarán junto a calderos industriales, tienen una demanda que está determinada por el comportamiento del parque de calderos existente en el país. Es decir, al analizar cómo se ha comportado

[7] La producción 2014 y 2015 es un estimado basado en la información que se detalla en la fuente

históricamente el parque, se podrá obtener la demanda que atenderá el proyecto año con año.

Para el cálculo del parque de calderos en el Perú se ha tomado en consideración, entre otros, dos factores: los calderos en funcionamiento al inicio de cada año y un índice anual de mortandad de calderos.

Tabla 2. 7

Cálculo del parque de calderos en Perú (2011-2015)[8]

Año	2011	2012	2013	2014	2015
Nro. De calderos en funcionamiento	4.383	4.364	4.343	4.350	4.368
(-) Índice de mortandad (4%)[9]	175	175	174	174	175
(+) Producción nacional	84	109	118	162	149
(+) Importaciones	73	44	63	29	63
Parque de calderos al final del año	**4.364**	**4.343**	**4.350**	**4.368**	**4.405**
Crecimiento del parque	**-**	**-21**	**7**	**18**	**37**

Fuente: Calderas Manser (2013)

2.2.2. Demanda potencial

2.2.2.1. Patrones de consumo: incremento poblacional, consumo per cápita, estacionalidad

En este caso, la demanda potencial está en función del crecimiento de la industria manufacturera del país. Para calcularla, se evaluará el parque actual de calderos y su comportamiento en los últimos años.

Para estos propósitos, la información más reciente que se tiene al respecto es la Encuesta Nacional de Calderas[10] la cual fue respondida por 369 empresas, de los sectores productivos y de servicios que declararon un total de 1.147 calderas en el año 2000. De todas las empresas que fueron encuestadas, la mayor parte corresponde a la mediana y gran industria, las cuales poseen las calderas de mayor tamaño.

[8] La producción 2014 y 2015 es un estimado basado en la información que se detalla en la fuente.
[9] De acuerdo a la investigación realizada, la vida útil de los calderos peruanos es, en promedio, de 25 años. Adicionalmente, el índice de mortandad no está considerado en la producción nacional, dado que esta última puede derivar de un crecimiento de la industria y no necesariamente de los calderos que dejan de funcionar.
[10] Encuesta realizada por el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Internacionales en el año 2000.

- Características de los calderos de la industria peruana:

De la encuesta se obtuvo información respecto a las características más importantes de los calderos que operan en la industria peruana, una de ellas es que el 84% de las calderas en el país son pirotubulares mientras que el resto son acuotubulares. En la tabla siguiente se aprecian algunas de estas características.

Tabla 2. 8

Características representativas de los calderos peruanos

Disposición del fluido:	Pirotubular
Tipo de circulación:	Forzada (uso de bomba)
Transmisión de calor:	Radiación y convección
Combustible:	Petróleo
Presión:	8-13 bar

Fuente: Encuesta Nacional de Calderas (2000)

Según la encuesta, los combustibles más utilizados por los calderos son los derivados del petróleo. Los calderos pequeños utilizan en su mayoría Petróleo Diesel 2 (PD2) y en algunos casos Gas Licuado de Petróleo (GLP). Las calderas grandes y medianas utilizan Petróleo Residual 6 ó 500 (PR6 o PR500). El consumo de carbón y gas natural se registró como insignificante en la encuesta llevada a cabo en el año 2000, sin embargo en los últimos años se ha incrementado el uso de gas natural como combustible. La tabla 2.9 muestra los tipos de combustible más utilizados por los calderos.

Tabla 2. 9

Tipos de combustibles en calderos

		Potencia acumulada	
Tipo de combustible	**N° calderos**	**KW**	**BHP**
PR500	421	2.918.645	297.578
PR6	263	1.593.300	162.449
PD2	400	534.791	54.526
Carbón	2	16.673	1.700
GLP	35	220.219	22.452
Bagazo	25	325.832	33.221
TOTAL	**1.147**	**5.609.460**	**571.926**

Fuente: Encuesta Nacional de Calderas (2000)

Las calderas encuestadas se encontraron en 21 de los 24 departamentos del Perú, ocupando Lima el primer lugar con una concentración del 36,7% de

calderas, seguido por Ancash con un 13,4% y en tercer lugar La Libertad con un 7,5%. Uno de los sectores que demanda un mayor número de calderos es el sector textil en la preparación e hilatura de fibras textiles y tejeduría de productos textiles.

La información presentada en esta sección corresponde a la encuesta precitada y, se presume, que algunos criterios han cambiado al presente año, por lo que esta información debe ser tomada solo como una referencia.

2.2.2.2. Determinación de la demanda potencial

La demanda potencial, entendida como la máxima cantidad de calentadores solares que podrían ser vendidos, resulta ser un punto importante para cualquier proyecto. Para determinar esta demanda es necesario analizar los factores que acotan el mercado y variables que regulan su comportamiento actual y futuro.

Los recursos energéticos renovables, tales como la energía solar, eólica, biomasa, hidráulica y otros tienen un importante potencial en el Perú. No obstante, sólo el 4,7% del potencial hidráulico, 0,65% del potencial eólico, 6,1% del potencial de biomasa, y menos del 1% del potencial solar están siendo explotados actualmente.

Por lo tanto, existe un gran potencial en el incremento del uso de energías renovables y en la disminución de la dependencia de combustibles fósiles. Al hacerlo se diversificará la matriz energética y se contribuirá a la mitigación del cambio climático.

En el Plan Energético Nacional 2014-2015 del Ministerio de Energía y Minas, (Ministerio de Energía y Minas, 2014) se indica que la eficiencia energética es importante para mejorar la productividad comercial, distribuyendo de manera racional los recursos de energía nacional escasos, así como también disminuir las emisiones de CO2 y mitigar los efectos del cambio climático. Se estima que existe un mercado potencial mayor a US$ 1.000 millones en inversiones de tecnologías eficaces que puede ser explotado en el corto, mediano y largo plazo dentro del cual se encuentra incluida la implementación de nuevos calderos industriales que sean energéticamente más eficientes que los tradicionales. (p.24). Esta nueva implementación se transforma en una demanda potencial para el proyecto de calentadores solares para uso en calderos industriales ya que utilizando dichos calentadores se puede obtener los mismos beneficios energéticos que se busca a través del reemplazo de calderas tradicionales. La

tabla a continuación muestra la inversión que el estado peruano tiene proyectado en nueva tecnología.

Tabla 2. 10

Estimado del mercado de la eficiencia energética y co-generación en el Perú (2009-2020)

Tecnología	Inversión en millones de US$	Supuestos
Eficiencia energética	500	En base a una evaluación original por parte del BID[11] de US$ 420 millones para el 2009-2018.
Reemplazo en calderas	60	1.200 calderas a US$ 50.000 cada una.
Co-generación	450	US$ 295,5 millones para el sector industrial; US$155 millones para el sector azucarero.
TOTAL	**1.010**	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2014)

Adicionalmente a los planes que tiene el Perú como parte de su política energética, los mismos que han sido explicados en el presente acápite y que constituyen parte de la demanda potencial del proyecto, así también el parque nacional de calderos existente puede ser considerado como demanda potencial, ya que es lo máximo que podríamos vender en determinados años.

La siguiente tabla muestra los resultados con respecto al parque nacional de calderos actual, el cual constituye nuestra demanda potencial ya que sería el máximo número de calentadores solares que se podría vender en el año 2015 (considerando que el parque debe ser distribuido para todos los años de vida útil y sumarle a ello los nuevos calderos).

Tabla 2. 11

Parque de calderos en Perú (2011-2015)

Año	2011	2012	2013	2014	2015
Parque nacional de calderos	4.364	4.343	4.350	4.368	4.405

Fuente: Calderas Manser (2013)

[11] Banco Interamericano de Desarrollo

2.2.3. Demanda mediante fuentes primarias

2.2.3.1. Diseño y aplicación de encuestas u otras técnicas

Dado que los consumidores del producto propuesto son empresas del sector industrial, la venta del producto se hace directamente a los ejecutivos empresariales. Por ello, se llevó a cabo entrevistas personales con cada uno de los posibles compradores. Las entrevistas se realizaron a 5 gerentes y sub gerentes del área de logística de diversas empresas.

Con ese propósito se ha elaborado una lista de preguntas que se hizo a los diferentes gerentes de las empresas a las que apunta nuestro proyecto[12].

La entrevista se realizó a las siguientes personas:

1. Subgerente de logística de la empresa pesquera Austral Group S.A.A.
2. Subgerente de logística de la empresa pesquera Copeinca CFG.
3. Gerente general de la empresa Pesquera Morrosama S.A.
4. Jefe de compras de la empresa textil Creditex.
5. Gerente de logística de la empresa Adc S.A.C.

Los resultados de la entrevista muestran que, en promedio, los calderos de las empresas antes mencionadas, tienen alrededor de quince años. Asimismo, más de la mitad de empresas respondió que sí estaría interesado en adquirir un calentador solar que pre caliente el agua de calderos.

Cuando se comentó con los ejecutivos empresariales los beneficios que traería un calentador solar en el accionar de los calderos, estos se mostraron asombrados e interesados ya que de acuerdo a lo que comentó la mayoría, el costo en el que incurren por el uso de calderos es bastante alto y por su parte, las exigencias ambientales son cada vez más rigurosas. Además, el costo de un calentador en comparación con el costo de un caldero es exageradamente menor, por lo que, adquirir un calentador representa un costo no significativo considerando que se empleará junto a un caldero.

[12] El cuestionario aplicado se encuentra en el Anexo 4

2.2.3.2.Determinación de la demanda

La demanda del proyecto es la cantidad de empresas existentes que aceptaría el producto propuesto. Esta información se calculará a partir de los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas.

De acuerdo a dichos resultados, alrededor del 70% de las empresas aceptaría los calentadores solares como una alternativa viable para el pre calentamiento del agua de los calderos. Esta intención de compra será utilizada para acotar el parque de calderos total, es decir, el 70% del parque total actual vendría a ser el parque del proyecto para que, a partir de este nuevo universo, se realicen posteriormente las proyecciones y poder así calcular la demanda del proyecto. Es importante mencionar que la demanda del proyecto no podrá ser determinada sino hasta después de haber hecho las proyecciones sobre el parque, dado que estas deben conservar las tendencias de crecimiento industrial.

Si bien una intención de compra de 70% del parque de calderos podría implicar una posición optimista, es importante destacar dos factores conservadores que han sido considerados previamente para este cálculo: primero el hecho de que se asume un crecimiento conservador del parque de calderos para los siguientes años de vida útil del proyecto, el cual podría ser mucho mayor teniendo en consideración el crecimiento de la industria peruana, lo que podría generar un mayor crecimiento del parque. El segundo es la suposición de que cada caldero hace uso de un calentador, lo cual podría no ser real ya que un caldero podría hacer uso de más de un calentador dependiendo de la demanda de vapor que necesite la empresa en un determinado momento. Por lo anterior, no resulta una posición totalmente optimista asumir que la intención de compra sería del 70% ya que, como se explicó, hay factores adicionales a tomar en cuenta.

La siguiente tabla muestra el parque del proyecto obtenido.

Tabla 2. 12

Determinación del parque del proyecto (calderos) - Año 2015

Año	Parque total de calderos	Parque del proyecto (70%)
2011	4.364	3.055
2012	4.343	3.040
2013	4.350	3.045
2014	4.368	3.058
2015	4.405	**3.084**

Elaboración propia

2.2.4. Proyección de la demanda

La proyección de la demanda resulta ser un elemento importante a calcular ya que este se constituye como un factor crítico que permite determinar la viabilidad y el tamaño del proyecto. Este cálculo se hace bajo el supuesto de que los factores que condicionaron el consumo histórico de las calderas actuarán de igual manera en el futuro.

A partir del comportamiento del parque de calderos al final de cada año, se procedió con el cálculo de las regresiones lineal, exponencial, logarítmica y potencial.

Para poder conocer el grado de correlación entre la variable dependiente y la independiente se evaluará el coeficiente de determinación (r^2) existente entre ambas. Dicho coeficiente es la medida de ajuste del modelo de regresión y que corresponde al cuadrado del coeficiente de correlación simple.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 2. 13

Coeficiente de determinación y coeficiente de correlación por tipo de proyección

	Coeficiente de determinación y correlación			
	Exponencial	**Lineal**	**Logarítmica**	**Polinómica**
r^2	0,4899	0,4905	0,2706	0,991
R	0,6999	0,7004	0,5202	0,9955

Elaboración propia

Así pues, se sabe que el grado de aproximación entre variables es mayor cuando el coeficiente de correlación se acerca lo más posible a la unidad. En este caso, el tipo

de proyección que obtuvo el coeficiente de correlación más alto fue la del tipo polinómica.

Tabla 2. 14

Proyección del parque del proyecto (2016-2022)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Proyección del parque	3.141	3.198	3.267	3.350	3.445	3.554	3.676

Fuente: Calderas Manser (2013)

Elaboración propia

2.2.5. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La vida útil de un proyecto es la estimación de años sobre los cuales se extienden las proyecciones financieras asociadas a la inversión de un proyecto. Es el periodo de tiempo lo suficientemente largo como para cubrir las consecuencias relevantes de la decisión de inversión y otros. En el caso de las empresas fabricantes de calentadores solares la vida útil se estima entre siete a nueve años.

La vida útil de un proyecto puede estar en función a la vida útil de los activos fijos, los mismos que en este caso son máquinas industriales que se deprecian en línea recta en un promedio de diez años.

La inversión aproximada de una planta productora de calentadores solares para fines industriales está valorizada en S/ 2.223.746, para lo cual es apropiado establecer una vida útil de siete años tomando en consideración la demanda que puede atender el proyecto, la misma que podría crecer en el futuro.

2.3. Análisis de la oferta

En este acápite se analizará la situación actual de la oferta de calentadores solares en el país, la cantidad de empresas que los fabrican y su respectiva participación de mercado.

2.3.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

El Perú tiene una cultura energética arraigada en la utilización de combustibles fósiles, sin embargo, el precio de los combustibles, sus impuestos y las cada vez más exigentes políticas de preservación del medio ambiente han hecho que en los últimos años se

torne atractiva la búsqueda de alternativas energéticas que puedan reemplazar a los combustibles tradicionales.

El uso de Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES) todavía no se ha expandido en uso como se espera y son pocas las ciudades en las que su uso se ha generalizado. Las ciudades del Perú en las cuales el uso de calentadores solares se ha hecho más conocido son: Tacna, Puno, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Huancayo y algunas otras ciudades del norte del país.

En la actualidad, en el Perú existen más de 44 fabricantes y distribuidores de SCAES, de los cuales la mayor parte son fabricantes (74%) y en menor medida importadores (18%) y distribuidores (8%). En el anexo 5 se encuentra un listado de 20 empresas peruanas dedicadas al negocio de SCAES.

La mayor cantidad de ofertantes de calentadores solares se encuentra en el departamento de Arequipa, lo cual se debe principalmente a que dicha ciudad recibe luz solar la mayor cantidad de días en el año a diferencia de otras ciudades.

2.3.2. Competidores actuales y potenciales

De todas las empresas evaluadas en la sección anterior se han seleccionado a las que constituyen las principales competidoras, esto debido a que se enfocan en el mismo mercado o porque ofrecen productos similares a los nuestros.

- Termoinox

  Es una de las empresas líderes en la fabricación de tecnología solar, con una alta participación de mercado.

  Termoinox fabrica y vende sus calentadores solares en todo el país, cuenta con sucursales en los departamentos de Arequipa, Lima, Tacna y Cajamarca.

  Algunos de los productos que ofrece son calentadores fotovoltaicos, cocinas y hornos, piscinas, climatización de ambientes, tuberías, equipos y accesorios.

- Supersol

  Es una empresa que cuenta con una fábrica de producción en la ciudad de Arequipa pero vende y distribuye sus productos en todo el territorio peruano.

Dentro de los principales productos que ofrece en el mercado están las termas solares y electrosolares, las mismas que son fabricadas en diferentes calidades: acero INOX 304B, acero negro y de plástico H-3. De la misma manera fabrican calentadores solares industriales y comerciales.

- Liders

  Es una empresa peruana dedicada exclusivamente a sistemas solares y energías renovables. Comercializan y distribuyen sus productos en todo el Perú, los mismos que se caracterizan por su alta calidad y precios cómodos.

  Entre los principales productos que ofrece se encuentran paneles solares, calentadores solares, bombas solares, temperador de piscinas, congeladores solares y aerogeneradores.

2.4. Determinación de la demanda para el proyecto

2.4.1. Segmentación del mercado

Luego de hacer una evaluación sobre una posible segmentación del mercado en términos sectoriales y geográficos, se estimó por conveniente no segmentar el mercado. Esta decisión se basó, en principio, en la idea de que todos los sectores industriales pueden ser, en diferentes momentos, clientes potenciales de los calentadores solares. En segundo lugar, una posible segmentación geográfica, basada en la idea de que no todas las regiones cuentan con irradiancia solar adecuada, limita la posibilidad de vender el producto a diversas regiones que incluso con un nivel bajo podrían adquirir el producto en algún momento.

2.4.2. Selección del mercado meta

La selección del mercado meta está en función del parque de calderos calculado para el proyecto, definido previamente en la sección 2.2.3.2. y que fue acotado por la intención de compra. Dado que no se segmentará el mercado por otros niveles, entonces el mercado meta lo conforma el parque del proyecto calculado previamente. Es decir, el 70% del parque peruano de calderos.

Con la finalidad de tener una idea más real acerca de cómo se distribuyen los calderos peruanos en cuanto a sectores económicos, se consultó con la encuesta de

calderas realizada en el año 2000. Sin embargo, dado que esta información no es reciente, sólo debe servir para tener una noción de la situación. En adelante se comentan los posibles cambios al día de hoy.

Tabla 2. 15

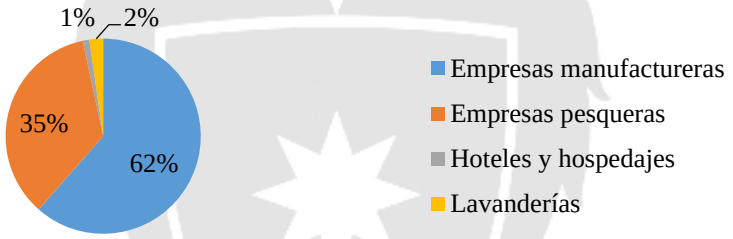
Distribución del parque de calderos peruano por sector económico

	Número de empresas[13]	**Calderas**
Empresas manufactureras	74,72%	61,52%
Empresas pesqueras	18,33%	35,17%
Hoteles y hospedajes	1,67%	1,09%
Lavanderías	5,28%	2,27%
Total (Unds.)	360	1.055

Fuente: Encuesta de calderas – MITINCI (2000)

Figura 2. 3

Distribución gráfica del parque de calderos peruanos por sector económico



Fuente: Encuesta de calderas – MITINCI (2000)

Cabe destacar que esta encuesta data del año 2000 por lo que se presume que al día de hoy las cosas han cambiado. Por las fuentes consultadas se presume que el sector pesquero ha perdido participación y lo ha ganado tanto el sector hotelero como el sector alimentos, concentrando entre ambos un porcentaje importante. La información sobre la encuesta del 2000 debe servir únicamente para tener una noción de la situación.

[13] Hace referencia al número de empresas de cada sector que concentra calderos. Es decir, para la primera fila el 74.72% de un total de 360 empresas con calderos se encuentra en el sector manufacturero.

2.4.3. Demanda específica para el proyecto

Basados en las proyecciones obtenidas sobre el parque del proyecto, a continuación se determinará la demanda específica del proyecto para cada uno de los años de vida útil.

A partir de la proyección del parque del proyecto calculada en el acápite 2.2.4., se calculará la demanda específica del proyecto. Un punto importante a considerar es que para los siguientes años del proyecto sólo deben tomarse los nuevos calderos dado que las empresas que compran el producto en un año, no volverán a comprarlo al siguiente. El siguiente cuadro muestra los nuevos calderos para cada año.

Tabla 2. 16

Parque de calderos al año 1 y crecimiento del parque para los siguientes años

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Crecimiento del parque	3.141	57	69	83	96	109	122

Fuente: Calderas Manser (2013)

Dado que no puede haber tal concentración de ventas para el primer año y para los siguientes únicamente vender a los nuevos calderos, se ha visto por conveniente dividir el total de manera equitativa entre todos los años de vida útil, bajo la siguiente fórmula.

$$Demanda\ anual\ del\ proyecto = \frac{Parque\ del\ proyecto_{Año\ 1} + Nuevos\ calderos_{Año2-7}}{7}$$

$$Demanda\ anual\ del\ proyecto = 525$$

Por lo anterior, la demanda para todos los años de vida útil del proyecto queda de la siguiente manera

Tabla 2. 17

Demanda del proyecto (2016-2022)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Demanda específica del proyecto	525	525	525	525	525	525	525

Fuente: Calderas Manser (2013)

Elaboración propia

Si bien es cuestionable que la demanda de un proyecto sea la misma para todos sus años de vida útil, en este caso se justifica bajo la suposición de que para los siguientes años solo se podría vender a los nuevos calderos, lo cual resultaría

insostenible dado que instalar una planta cuya capacidad se limite a los nuevos calderos no sería en ningún caso rentable, mientras que sí resulta sostenible que, tomando en cuenta el parque del proyecto, se adicionen a este los nuevos calderos y de manera equitativa distribuirlo entre todos los años de vida útil.

2.5.Definición de la estrategia de comercialización

A fin de definir la estrategia de comercialización, el primer paso fue definir el mercado meta y seguidamente la mezcla comercial, es decir: precio, producto, plaza y promoción.

2.5.1. Políticas de comercialización y distribución

En la actualidad las empresas que ofrecen calentadores solares ya sea para uso residencial o industrial, hacen una venta directa al cliente, es decir tienen una política de distribución cero etapas en la cual la venta se realiza en coordinación directa con los usuarios y sin intermediarios. Se ha decidido adoptar esta misma política ya que para los productos industriales lo más apropiado son los canales de distribución cero etapas, es decir, del fabricante hacia los clientes directamente.

Asimismo, como parte de la política de comercialización se ofrecerá un servicio de instalación y post venta al cliente, en el cual la empresa se compromete a dejar el producto instalado correctamente para su normal funcionamiento, es decir, listo para actuar en conjunto con el caldero, servicio de mantenimiento de fallas, auxilio inmediato en caso de emergencias y un periodo considerable de garantía del producto.

2.5.2. Publicidad y promoción

Debido a que el producto propuesto es prácticamente innovador en su rubro ya que, si bien existen los calentadores solares, éstos no se usan en la actualidad para pre calentar el agua de los calderos, la inversión en publicidad y promoción debe ser alta al momento de lanzar el producto al mercado porque hay que darlo a conocer.

Otra forma de publicidad para el producto sería aplicar relaciones públicas, esto significa despertar el interés de diferentes medios de comunicación a través de reportajes. Esta forma de publicidad, aparte de gratuita, no resulta difícil de conseguir considerando, una vez más, los beneficios ecológicos y ambientales del producto.

2.5.3. Análisis de precios

2.5.3.1. Tendencia histórica de los precios

Desde la década de 1980 en Perú, la industria de calentadores solares ha tenido un impulso y crecimiento importante en el país. Esto se debe a que en todo el mundo el uso de energías renovables ha tenido mayor relevancia en los últimos años.

Esto también implica que los precios de la tecnología relacionada al uso de energías renovables, en especial la de calentadores solares, ha aumentado a una tasa cercana al 3%. Así pues, se prevé que el precio seguirá aumentando conforme se vuelva un producto más conocido y de mayor necesidad para las personas y empresas.

2.5.3.2. Precios actuales

En la siguiente tabla se aprecian los diferentes precios que, en promedio, manejan las empresas que venden calentadores solares. Dichos precios están en función de la capacidad del equipo, que en el 80% de los casos es para uso residencial doméstico y tiene como fin atender el aseo de la familia; sin embargo, no se limita únicamente a estos fines, por lo que los precios que se muestran a continuación aplican también para fines industriales como los del presente proyecto.

Tabla 2. 18

Precios promedio de mercado de los calentadores solares en Perú

Capacidad (litros)	Valor (S/)	Precio (S/)
120	1.695	2.000
135	1.907	2.250
150	2.119	2.500
180	2.542	3.000
240	3.390	4.000
300	4.237	5.000
500	5.932	7.000

Fuente: Entrevistas con expertos (2015)

En el caso del calentador solar industrial propuesto, este tiene una capacidad de 500 litros, de acuerdo a las especificaciones que se señalarán más adelante, y el valor y precio que se tiene estipulado cobrar por él es de S/ 5.593 y S/ 6.600, respectivamente.

2.6. Análisis de la disponibilidad de los insumos principales

2.6.1. Características principales de la materia prima

La materia prima necesaria para fabricar calentadores solares se resume en planchas de acero, láminas de cobre y tubos de vidrio de borosilicato.

El siguiente cuadro muestras las especificaciones de la materia prima que se empleará en la fabricación de calentadores solares.

Tabla 2. 19

Especificaciones de la materia prima

Insumo	Especificaciones
Planchas acero lateral	Acero inoxidable SUS3042B 5.5 m^2 3mm espesor
Planchas acero cuerpo	1.2 m^2 3mm espesor
Poliuretano	Capa de 80 mm 5.5m^2
Tubos exteriores	Vidrio Borosilicato 58mm diámetro/ 1.8m largo/ 1.6mm espesor
Tubos interiores	Vidrio Borosilicato 47mm diámetro/ 1.8m largo/ 1.6mm espesor
Lámina de cobre	11m^2. 1 mm espesor

Nota: Ficha técnica de calentadores solares

Fuente: Trametal Perú (2015)

2.6.2. Disponibilidad de la materia prima

Como se ha explicado, la materia prima para la fabricación de los calentadores solares industriales propuestos está constituida por acero y vidrio de borosilicato. Ambos productos cuentan con normal disponibilidad en Perú.

Por su parte, el vidrio de borosilicato para la fabricación de tubos al vacío tiene una disponibilidad menor. Usualmente los tubos de vacío son importados al Perú desde países asiáticos y son comercializados aquí por empresas locales. Luego de la revisión de disponibilidad de estos materiales se ha determinado que no existe mayor inconveniente con respecto a la disponibilidad en Perú. Se ha encontrado alrededor de cuarenta proveedores de acero y de vidrio de borosilicato. En las secciones posteriores se hará un análisis más detallado de la disponibilidad de materia prima.

2.6.3. Costos de la materia prima

El siguiente cuadro muestra los costos de la materia prima necesaria para la fabricación de calentadores solares de tubos de vacío. Dichos materiales han sido calculados en base a proveedores locales.

Tabla 2. 20

Costos de la materia prima

Año	2016
Planchas de Acero	551.430
Tubos	319.150
Barium Getter	13.396
Lámina de cobre	22.326
Ensambles	5.412
Poliuretano	15.750
Estructura Metálicas	81.000
Mangueras y válvulas de ingreso/salida	19.425
Total	**1.027.889**

Elaboración propia

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Definir la localización de una planta puede parecer fácil de decidir; sin embargo, hay que tomar en cuenta una serie de aspectos al momento de evaluar las alternativas y compararlas, para elegir aquella que maximice las utilidades y reduzca los costos.

Los factores de localización son un aspecto importante ya que en función a ellos se califica cada alternativa y de acuerdo a la ponderación que se les dé, se obtendrá un lugar idóneo para ubicar la planta.

Para ello se elegirán primero los factores dominantes, es decir, aquellos que se consideren esenciales. Los factores dominantes son los siguientes:

- Abastecimiento de energía solar - cercanía al mercado:

  Este es un factor que a simple vista puede parecer no determinante ya que para fabricar calentadores solares no se requiere de energía solar, ésta solo es importante durante el funcionamiento del equipo. Sin embargo, se considera un factor dominante por dos razones: primero porque ubicar la planta en una región donde la energía solar sea un recurso disponible permite estar más cerca al mercado, ello bajo el supuesto de que precisamente las zonas que cuentan con abundancia de este recurso son aquellas que serían compradores potenciales. Y la segunda razón es que permite realizar las pruebas de calidad requeridas durante el proceso de producción.

  En ese sentido, evaluaremos las ciudades del Perú que presentan un abastecimiento de energía solar importante:

  La ciudad de Arequipa tiene una elevada irradiancia por mayor cantidad de días en el año, en comparación con otras ciudades del país. La irradiancia es la potencia solar incidente en una superficie por unidad de área. Sus unidades son W/m2. La irradiación diaria media anual de la ciudad Arequipa es 5,31 kWh/m2. Otra región que presenta abastecimiento de energía solar importante es la ciudad de Moquegua, registrando una irradiación diaria media anual de 5,36 kWh/m2. Otra ciudad que cuenta con presencia del recurso solar de manera importante es Puno, la cual registró 5,19 kWh/m2.

- Crecimiento industrial

Las regiones del Perú que presentan un mayor crecimiento industrial son:

Lima, por ser la capital del país, concentra en ella un gran número de empresas y plantas industriales. Representa casi el 68% de las plantas industriales peruanas. La región de Arequipa es la que cuenta con mayor diversificación industrial, siendo la industria textil una de las más pujantes gracias a fabricación de prendas en base a la fibra de camélidos sudamericanos y algodón. La tercera región con mayor desarrollo industrial es La Libertad.

- Existencia de zonas industriales

Se ha considerado como tercer factor dominante una adecuada infraestructura para localizar una planta, esto abarca aspectos como la existencia de una zona industrial, desarrollo de otras industrias, facilidad de licencias, terrenos disponibles para la construcción de plantas, etc.

En ese sentido, Lima es la región con mayor presencia de industrias y con mayor aporte al PBI en cuanto al desarrollo industrial manufacturero, así como también con el mayor número de parques industriales a nivel nacional. Como segunda alternativa está Arequipa, cuyo aporte al PBI manufacturero es significativo, después de Lima. Finalmente como tercera opción está la ciudad de Trujillo que cuenta con dos parques industriales importantes.

- Condiciones de vida social

Como parte de la selección de localización de planta se ha visto por conveniente considerar como un factor clave las condiciones de vida social que ofrece cada una de las posibles alternativas. Este factor es relevante en la medida que permite que los trabajadores se sientan cómodos con su lugar de trabajo ya que encuentran condiciones que no afectan su vida social y que les permite desarrollarse a nivel personal y familiar. Además, en caso se considere a futuro la posibilidad de contratar profesionales que vinieran de la capital o de otros lugares, es importante considerar que la localización de la planta no perjudique sus condiciones de vida social. Considerando lo anterior, Lima por ser la capital del país cuenta con las mejores puntuaciones en los indicadores de salud,

educación y comodidad en el estilo de vida seguido de Ica, Moquegua, Tumbes, Tacna, Arequipa, Lambayeque y La Libertad.

3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización

Después de haber evaluado cada uno de los tres factores dominantes para la macro localización de planta se ha elegido como alternativas finales a las ciudades que se ajusten a la mayor cantidad de factores. Por tanto, las ciudades elegidas son: Lima, Arequipa, Trujillo.

A continuación se describe cada una de las ciudades en relación a los factores de localización previamente explicados.

- Disponibilidad de energía solar

  La disponibilidad de energía solar será evaluada en cada una de las ciudades a partir de la irradiación diaria media anual. Como se explicó anteriormente, este factor es importante porque implica cercanía a un mercado potencial y por las pruebas de calidad a realizar a los calentadores.

  Tabla 3. 1.

  Nivel de irradiación diaria anual por ciudad

Ciudad	Irradiación diaria media anual
Arequipa	5,31 kW/m²
Lima	3,81 kW/m²
Trujillo	4,74 kW/m²

Fuente: Revista energética (OLADE) (1987)

- Número de empresas manufactureras

  De acuerdo con el informe Estructura Empresarial 2015 de INEI, las ciudades seleccionadas cuentan con el siguiente número de empresas manufactureras.

Tabla 3. 2

Número de empresas manufactureras por ciudad

Ciudad	2013	2014	2015
Arequipa	8.752	9.051	9.214
Lima	79.850	81.859	83.714
Trujillo	7.715	8.027	8.254

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015)

Si bien lo que resulta más relevante para este estudio es el número de calderos por región, se optó por seleccionar el factor número de empresas porque esto también permitiría tener una perspectiva más amplia del desarrollo industrial de las regiones. De acuerdo a la información obtenida para este factor, la ciudad de Lima resulta ser el más conveniente, seguida de Arequipa y finalmente Trujillo con la menor cantidad de empresas para el año 2015.

- <u>Infraestructura adecuada</u>

En cuanto a la evaluación de una adecuada infraestructura, se tendrá en cuenta la cantidad de parques industriales que tiene cada región. Los parques industriales ofrecen facilidades como carreteras, licencias, ubicaciones estratégicas, etc.

Tabla 3. 3

Número de parques industriales por región

Ciudad	Parques industriales	Cantidad
Lima	Parque Industrial Lomas de Carabayllo	8
	Parque Industrial El Asesor Ate	
	Parque Industrial Huaycán – Ate	
	Parque Industrial Villa Ma. Del Triunfo	
	Parque Industrial Villa El Salvador	
	Parque Industrial Infantas- Los Olivos	
Arequipa	Parque Industrial Arequipa	5
	Parque Industrial APIMA	
	Parque Industrial Río Seco	
	Parque Industrial Yura	
Trujillo	Parque Industrial Aminor	2
	Parque Industrial El Porvenir	

Fuente: Informe Ministerio de la Producción (2015)

- Condiciones de vida social

  Para la evaluación de este factor se tomará en cuenta un estudio publicado por INEI sobre la desigualdad social en el Perú y el contraste por regiones. Este estudio toma como base la medición del Índice de Desarrollo Humano (IDH) elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El IDH es un indicador de los logros medios obtenidos en los aspectos fundamentales para el desarrollo humano: tener una vida saludable, adquirir conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. Si bien es un indicador bastante amplio para fines del factor bajo análisis, a nivel general, cumple con dar una idea de la diferencia existente entre las ciudades.

  Tabla 3. 4

  Índices de Desarrollo Humano por departamentos

Ciudad	IDH
Lima	0.6417
Arequipa	0.6044
Trujillo	0.5742

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012)

3.3. Evaluación y selección de localización

En esta sección se aplicarán técnicas cuantitativas como la tabla de enfrentamiento y ranking de factores y también herramientas cualitativas como el factor dominante y antecedentes industriales.

Se realizarán dos análisis: uno a nivel macro y otro nivel micro. En ambos casos se determinarán los principales factores predominantes que se tomarán en cuenta para escoger las alternativas del análisis. Una vez presentados los potenciales lugares donde podría situarse la planta y los factores para cada análisis, se procederá con el cálculo de los pesos de cada factor mediante la tabla de enfrentamiento para luego ser utilizado en el ranking de factores. De esta forma, cada alternativa obtendrá finalmente un puntaje basado en las ventajas y desventajas que cada una posea. Se elegirá así el lugar que mayor puntaje obtenga.

3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización

Para la evaluación y selección de macro localización se tomará en cuenta cada uno de los factores expuestos, calificando cada una de las alternativas para finalmente seleccionar la región más adecuada para la instalación de la planta.

La escala y la respectiva evaluación se presentan en los cuadros a continuación.

Tabla 3. 5

Escala de calificación para la selección de la macro localización

Escala de calificación	
5	Bueno
3	Regular
1	Malo

Elaboración propia

Los factores serán abreviados de la siguiente manera:

AES: Abastecimiento de energía solar.

NEI: Número de empresas industriales

IF: Infraestructura adecuada.

CV: Condiciones de vida

Seguidamente se asignará una ponderación a cada factor para lo cual se empleará una matriz de enfrentamiento en la que se obtendrá como resultado el peso respectivo para cada factor.

Tabla 3. 6

Tabla de enfrentamiento para la macro localización

Factor	AES	NEI	IF	CV	Total	Peso
AES		1	1	1	3	43%
NEI	0		1	1	2	29%
IF	0	0		1	1	14%
CV	0	0	1		1	14%
Total					**7**	100%

Elaboración propia

Tabla 3. 7

Ranking de factores para la macro localización

		Arequipa		Trujillo		Lima	
Factor	**Peso**	**Calificación**	**Puntaje**	**Calificación**	**Puntaje**	**Calificación**	**Puntaje**
AES	43%	5	2.15	3	1.29	1	0.43
NEI	29%	3	0.87	1	0.29	5	1.45
IF	14%	3	0.42	1	0.14	5	0.7
CV	14%	3	0.42	1	0.14	5	0.7
			3.86		**1.86**		**3.28**

Elaboración propia

Como se puede observar, la ciudad más idónea para ubicar la planta es Arequipa.

3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización

A continuación se hará el análisis a nivel micro para conocer qué distrito de Arequipa es el más idóneo. La metodología a emplear será la misma que se aplicó en el acápite anterior.

Es necesario elegir los posibles distritos dentro de la provincia de Arequipa y para ello se ha decidido tener en cuenta factores tales como abastecimiento de energía solar, cercanía al sector industrial, facilidad de transporte, infraestructura (servicios eléctricos y desagüe) y la disponibilidad de terrenos. Para determinar cuáles serán las alternativas a analizar se utilizarán tres de los factores previamente mencionados. Estas variables son las más relevantes en el estudio y se denominarán factores dominantes. Estos factores serán el precio de terrenos, cercanía al sector industrial e infraestructura (servicios eléctricos y desagüe).

A continuación se presentan los principales distritos a considerar por cada factor dominante seleccionado.

- <u>Precio de terrenos</u>

  Se evaluarán aquellos distritos de la provincia de Arequipa donde sería más asequible obtener un terreno de las dimensiones aproximadamente deseadas y a un precio razonable. Los distritos que mejor cumplen con este factor son: Yura, La Joya, Cerro Colorado, Socabaya y Uchumayo. En estos cinco distritos la oferta de terrenos para industria es alta.

- Cercanía al sector industrial

  Para este factor es necesario identificar aquellos distritos más cercanos a las industrias presentes en Arequipa. Por ejemplo el Parque Industria, situado en el distrito de Arequipa, es el centro de industrias más grande de la región. Por este motivo, la cercanía a esta zona será considerada como una ventaja predominante en este factor.

  Tomando en cuenta lo anterior, se identificó las siguientes zonas: Arequipa, Cerro Colorado, Socabaya, Paucarpata.

- Infraestructura

  Para evaluar el factor de infraestructura se tomará en cuenta la accesibilidad a los servicios de agua, luz y facilidad para situar una planta industrial. En ese sentido, utilizando información sobre índices de pobreza e infraestructura de servicios se identifican a los siguientes distritos: Arequipa, Cerro Colorado, La Joya y Paucarpata.

Una vez planteados los potenciales distritos por factor predominante, se procede a elegir las tres mejores alternativas, las cuales son Cerro Colorado, La Joya y Arequipa.

Para proceder con la evaluación de alternativas, primero hay que definir los factores de localización que resultan relevantes para la micro localización. Los factores para la micro localización se mencionan a continuación.

- Precio de terrenos

  En este punto se considerará la oferta actual presente en los tres distritos. En el distrito de Arequipa se encuentran ya muchas industrias y urbanizaciones por lo que la posibilidad de instalar nuestra planta aquí es poco conveniente. Además, los costos por m^2 en esta zona son hasta tres veces más elevados que en las otras dos alternativas.

  En cuanto a Cerro Colorado, existe bastante zona urbana y la demanda de casas y departamentos es alta sobre todo en los lugares del sur del distrito.

Sin embargo, en el sector norte del lugar existe oferta de terrenos industriales a precios justos.

También se debe tener en cuenta la siguiente información proporcionada por el presidente de Adepia, Diego Muñoz Najar, en una entrevista a RPP en el 2012: "(…) En el parque industrial funcionan 44 empresas las cuales generan más de 7 mil puestos de trabajo, pero lamentablemente ya están en una zona urbana, por ello se debe buscar una nueva ubicación que podría ser el cono norte de la ciudad." Esto nos indica que el desarrollo industrial y la búsqueda de terrenos industriales se incrementarán en la zona norte del distrito de Arequipa, es decir Cerro Colorado y alrededores.

Tomando en cuenta la distancia a la que se encuentra La Joya de Arequipa, los terrenos aquí presentan un costo mucho más económico. La oferta de lugares tanto urbanos como industriales y/o comerciales es mayor. Ciertamente, no es lo distritos que mayor demanda urbana posee pero es un atributo del que se podría sacar ventaja debido a su baja cotización. A continuación se muestran los precios promedio del m2 en cada provincia:

Tabla 3. 8

Precios de terrenos por distrito

Distrito	Precio (S/ / m2)
Cerro Colorado	990
La Joya	40
Arequipa	1.650

Fuente: Urbania (2015)

- <u>Cercanía al sector industrial</u>

La mayoría de las industrias presentes en la región de Arequipa se encuentran en el Parque industrial situado en el distrito de Arequipa. Por este motivo se evaluará la cercanía en base a los kilómetros de distancia al Parque Industrial.

El siguiente cuadro muestra la distancia que presenta cada uno de los distritos al Parque Industrial.

Tabla 3. 9

Distancia entre el distrito y el parque industrial

Distrito	Distancia (km.)
Cerro Colorado	5
La Joya	59
Arequipa	0

Fuente: Google Maps (2015)

Con esta información se obtuvo que Arequipa tiene la mejor ubicación. Cerro Colorado es un distrito relativamente cercano y es también un distrito atractivo desde el punto de vista de cercanía. La Joya, por su parte, es el distrito que más alejado se encuentra del parque industrial.

- Infraestructura de servicios

En este punto se tomarán en cuenta las cifras de los tres distritos en cuanto al porcentaje de viviendas que posee acceso al desagüe y alumbrado eléctrico. Si bien este no es un indicador preciso para este factor, permite analizar y proponer un nivel de infraestructura de servicios para instalar la planta a partir de información ya recolectada anteriormente. Es así que se muestra en la siguiente tabla los datos en mención.

Tabla 3. 10

Mapa de pobreza distrital (%) - Arequipa

Departamento	Provincia	Distrito	Población sin desagüe por red pública dentro de la vivienda	Población sin alumbrado eléctrico en la vivienda
Arequipa	Arequipa	Arequipa	7,3	0,7
Arequipa	Arequipa	La Joya	72,0	30,3
Arequipa	Arequipa	Cerro Colorado	45,6	9,5

Fuente: Mapa de pobreza distrital, INEI (2009)

En conclusión, se determina que Arequipa cuenta con mejores redes de desagüe y alumbrado eléctrico. Cerro Colorado ocuparía un segundo lugar seguido por La Joya.

- Abastecimiento de energía solar

  Debido a que las alternativas son distritos de un departamento, la recepción de energía solar podría no variar mucho entre ellas. Por este motivo, se utilizará la información proporcionada por Guillermo Gutiérrez, director del Senamhi, en un artículo publicado por La República (2014): "(…) La teoría indica que por cada 1000 metros de altura, la radiación se eleva en 7%."

  Es una cifra que no debe pasar desapercibida y es un factor que podría ser útil. Es así que se utilizará las alturas aproximadas de estos tres distritos para poder observar las diferencias existentes.

  Arequipa se encuentra a 2.335 m.s.n.m.[14] y Cerro Colorado a 2.406 mientras que La Joya se encuentra a 1.617 m.s.n.m. De esta información se puede rescatar que Arequipa y Cerro Colorado mantienen una diferencia considerable respecto a La Joya.

- Facilidad de Transporte

  La accesibilidad al distrito y las formas de ingreso y/o salidas es un aspecto clave a considerar ya que un difícil acceso podría elevar los costos de transporte. En ese sentido, es necesario identificar qué distritos poseen mejores vías de acceso.

  Arequipa, al ser el distrito donde se encuentra el parque industrial y con mayores índices de desarrollo vial ocupa un lugar muy favorable.

  En el caso de La Joya, se puede acceder haciendo uso de la carretera Panamericana Sur desde el distrito de Arequipa. Además, existe la carretera Arequipa - Cruce la Joya cuyo asfalto y señalización es la correcta. Adicionalmente, se está construyendo una carretera que cruzará Arequipa, Yura y La Joya. Este último proyecto, ya en construcción, facilitaría aún más la accesibilidad con el poblado de La Joya. Aun cuando existen vías de acceso, éstas no son las más directas y rápidas.

  Cerro Colorado se encuentra muy cerca del distrito Arequipa y existen múltiples vías de acceso entre ellas. Por ejemplo se puede hacer uso de pistas importantes como la Interoceánica Sur y Av. Parra.

[14] Metros Sobre el Nivel del Mar

A continuación se muestra la Tabla de Enfrentamiento tal como se llevó a cabo en la macro localización a fin de identificar los factores relevantes.

Los factores serán abreviados de la siguiente manera:

PT: Precio de terrenos
CI: Cercanía a las industrias
IS: Infraestructura de Servicios
AE: Abastecimiento Energía Solar
FT: Facilidad de Transporte

Tabla 3. 11

Tabla de enfrentamiento para la micro localización

Factor	PT	CI	IS	AE	FT	Total	Peso
PT		1	1	1	1	4	31%
CI	0		1	1	1	3	23%
IS	0	0		1	1	2	15%
AE	0	0	1		1	2	15%
FT	0	1	1	0		2	15%
Total						13	100%

Elaboración propia

Una vez identificadas las tres alternativas y luego de comparar entre ellas los cinco factores, se procederá con el Ranking de Factores. Se otorgará a cada alternativa una calificación por factor según corresponda. De esta forma se podrá obtener cuantitativamente el mejor distrito donde se deberá colocar la planta. La escala y la respectiva evaluación se presentan a continuación.

Tabla 3. 12

Escala de calificación para la selección de la micro localización

Escala de calificación	
5	Bueno
3	Regular
1	Malo

Elaboración propia

Tabla 3. 13

Ranking de factores para la micro localización

Factor	Peso	Arequipa		Cerro Colorado		La Joya	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
PT	31%	1	0,31	3	0,92	5	1,54
CI	23%	5	1,15	3	0,69	1	0,23
IS	15%	5	0,77	3	0,46	1	0,15
AE	15%	3	0,46	5	0,77	3	0,46
FT	15%	5	0,77	5	0,77	3	0,46
			3,46		**3.62**		2,85

Elaboración propia

Se concluye que Cerro Colorado es el distrito que se debe escoger como mejor opción ya que posee el mayor puntaje. De esta forma se puede demostrar mediante cálculos numéricos que el distrito de Colorado es la mejor alternativa para situar la planta de producción.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño – mercado

La relación tamaño-mercado es importante ya que establece el límite superior, es decir, el tamaño máximo que puede tener la planta. Para poder determinar este tamaño será necesario evaluar la demanda del proyecto, la cual fue previamente analizada en la sección 2.4.3.

A continuación se muestra la cantidad de calentadores a vender según la demanda determinada:

Tabla 4. 1

Tamaño – Mercado (unidades)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calentadores solares	525	525	525	525	525	525	525

Elaboración propia

4.2. Relación tamaño – recursos productivos

Los recursos para un determinado proceso de producción suponen un factor que podría ser limitante al momento de elegir el tamaño de una planta, ello porque la disponibilidad de los mismos podría determinar cuánto se puede llegar a producir.

En el caso de los calentadores solares de tubos al vacío por principio de termosifón, la parte más importante la componen los tubos al vacío, los mismos que están elaborados de vidrio de borosilicato. Además de este insumo también se requiere de acero para la fabricación del tanque y de cobre.

La siguiente tabla muestra los principales proveedores:

Tabla 4. 2

Tamaño – Recursos productivos (unidades)

Material	Proveedor	Ubicación
Vidrio de borosilicato	Los Cristales E.I.RL.	Arequipa
	Diproquim S.R.	Arequipa
	Genera Vapor S.A.	Lima
Acero	A&M	Arequipa
	Inoxsur	Arequipa

Fuente: Páginas Amarillas (2015)

Los proveedores de estos materiales en la región de Arequipa son varios, ello les permite en la actualidad poder suplir las necesidades de los fabricantes de calentadores solares. Por esta razón, la disponibilidad de recursos productivos no se considera un limitante para seleccionar el mejor tamaño de la planta.

4.3. Relación tamaño – tecnología

Díaz, Jarufe y Noriega (2013) señalan que la relación tamaño- tecnología es el punto máximo de producción de calentadores solares limitado por la tecnología utilizada. Para calcularla se debe conocer tanto la maquinaria empleada en el proceso como la capacidad de producción de una determinada cantidad de operarios. (p.78)

Mediante fuentes de información externas y apoyo en tesis de estudios similares, se conoce que la operación cuello de botella del proceso de producción está dada por la estación de rolado, la cual determina que la capacidad de producción es y, a su vez, determina la relación tamaño – tecnología. Para el cálculo se ha considerado la utilización y eficiencia del proceso productivo, siendo de 0,875 y 0,97 respectivamente.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{1\ und}{180\ min} \times \frac{60\ min}{1h} \times \frac{2.000\ h}{año} \times 0{,}97 \times 0{,}875$$

$$\text{Capacidad de producción} = 565{,}83\ \approx 565\ \ {}^{calentadores}/_{año}$$

En los siguientes capítulos se dará más detalle de las estaciones y tiempo por operación.

4.4. Relación tamaño – inversión

En la mayoría de casos, la inversión total que un proyecto requiere para su correcta implementación significa un factor limitante. Por este motivo, es necesario determinar si la inversión total estimada del proyecto se encuentra cubierto por el aporte de los accionistas; caso contrario, buscar una fuente externa de financiamiento.

La inversión total, la misma que es calculada con mayor detalle en el capítulo VII, asciende a S/ 2.223.746 distribuida de la siguiente forma:

Tabla 4. 3

Inversión total para determinar el tamaño - inversión

	Importe (S/)
Inversión fija tangible	1.836.222
Inversión fija intangible	43.010
Capital de trabajo	344.514
Inversión total	**2.223.746**

Elaboración propia

Dicho monto será financiado en un 62,96% por el aporte de los socios y el resto a través del préstamo obtenido.

Tabla 4. 4

Inversión estimada por fuente

	S/	**%**
CAPITAL SOCIAL	1.400.000	62,96%
DEUDA	823.746	37,04%

Elaboración propia

En el presente estudio se concluye que la inversión requerida no representa un factor limitante ya que sí es posible obtener el financiamiento necesario a través de fuentes externas, las cuales ofrecen hasta el 70% del total de la inversión, como se menciona en capítulos posteriores

4.5. Relación tamaño – punto de equilibrio

En esta sección se determinará cuál es el nivel de ventas, expresado en unidades de calentadores solares, en el cual los ingresos totales son iguales a los egresos totales; es

decir, aquel punto donde la utilidad neta es cero. Esto es útil para tener conocimiento de cuánto es lo que se debe producir y vender anualmente para no ganar ni perder dinero.

Para realizar este análisis es necesario contar con información como los costos fijos de la empresa, el precio de venta de cada calentador solar y los costos variables asociados a cada unidad. Para sustentar dichos cálculos, se presenta a continuación un consolidado de los costos y precios aproximados del producto.

- Determinación del precio

  Para determinar el precio del producto que se ofrece al mercado es necesario evaluar varios aspectos. Primero, es necesario saber cuál es el precio que el público objetivo estaría dispuesto a pagar por él. Esta información se obtiene del estudio del mercado junto con la obtención de los precios de aquellos productos iguales o similares que ya se en encuentran en venta. Una vez obtenida esa información es imprescindible calcular el costo asociado de producir los calentadores. Para tal fin se detalla a continuación aquellos costos en los que se incurrirá para elaborar satisfactoriamente un calentador solar.

  Tabla 4. 5

  Costos para la fabricación de un calentador solar

Año	2016 (S/)
Materia prima directa	1.027.889
Mano de obra directa	100.800
Materia prima indirecta	7.875
Mano de obra indirecta	67.200
Depreciación Fabril	48.813
Otros CIF fijos	28.376
Otros CIF variables	190.653
Costo de Producción	**1.471.606**

Elaboración propia

Estos datos permiten realizar un cálculo del precio basado en los costos fijos y variables de producción unitario.

- Determinación de los costos fijos y variables

  Para continuar con el cálculo del punto de equilibrio se deben hallar los costos fijos de la empresa en operación y los costos variables.

En el siguiente cuadro se observan las principales cuentas relacionadas con la fabricación anual de los calentadores solares clasificados por costos fijos y variables.

Los costos fijos se detallan a continuación:

Tabla 4. 6

Costos y gastos fijos de fabricación

Año	2016
Sueldos administrativos	376.600
Capacitaciones	18.000
Combustible vehículo de ventas	3.600
Mantenimientos de vehículo	1.500
Comisiones de Venta	14.682
Gastos de oficina	28.800
Agua	72.800
Electricidad	2.340
Telefonía e Internet	5.400
Depreciación no fabril	38.144
Amortización de intangibles	12.780
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	**574.646**
Depreciación Fabril	48.813
Otros CIF fijos*	28.376
TOTAL COSTES DE PRODUCCIÓN FIJOS	**77.189**
TOTAL COSTO FIJO	**651.835**

Elaboración propia

*Otros CIF Fijos incluyen costos de servicio de mantenimiento y seguros.

En el caso del costo variable, deben tomarse en consideración sólo aquellos importes que dependen del nivel de producción.

Tabla 4. 7

Costos fijos y variables totales para fabricar 525 calentadores solares

Año	2016
Materia prima directa	1.027.889
Mano de obra directa	100.800
Materia prima indirecta	7.875
Mano de obra indirecta	67.200
Otros CIF variables	190.653
Costo Variable de Producción	**1.394.417**
Costo Variable Unitario	**2.656**

Elaboración propia

En ese sentido, el costo variable unitario sería de **2.656** soles.

Considerando el costo variable, costos fijos, precios de mercado y margen de ganancias, se establece el valor unitario en 5.593 soles para calentadores de 500 litros.

El cálculo del punto de equilibrio viene dado por la siguiente ecuación:

$$Qeq = \frac{CF}{PV\ u - CV\ u}$$

Siendo:

CF : Costos Fijos

PVu : Precio de Venta unitario (IGV no incl.)

CVu : Costo variable unitario

Reemplazando los valores de la ecuación por los hallados previamente, se obtiene:

$$Qeq = \frac{651.835}{5.593 - 2.656}$$

$$Qeq = 222\ unidades$$

De esta forma se evidencia que vendiendo 222 unidades de calentadores solares al año, la organización no generaría ni ganancias ni pérdidas.

4.6. Selección tamaño de planta

Después de analizar cada uno de los factores limitantes en el acápite anterior, se procederá a seleccionar el tamaño óptimo de planta, el cual debería encontrarse entre el límite máximo constituido por el factor tamaño- tecnología y el mínimo que es el factor tamaño- punto de equilibrio.

Tabla 4. 8

Selección del tamaño óptimo de planta

Factor	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tamaño - Mercado	525	525	525	525	525	525	525
Tamaño - Recursos productivos	**NO ES LIMITANTE**						
Tamaño - Tecnología	565	565	565	565	565	565	565
Tamaño – Inversión	**NO ES LIMITANTE**						
Tamaño - Punto de equilibrio	222	222	222	222	222	222	222
TAMAÑO ÓPTIMO DE PLANTA	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**

Elaboración propia

De esta manera se concluye que el tamaño óptimo de planta está determinado por el tamaño mercado, el mismo que permitiría como máximo un tamaño de planta de 525 calentadores solares al año.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición técnica del producto

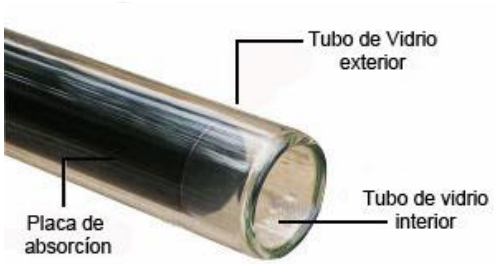
5.1.1. Especificaciones técnicas del producto

Los calentadores de tubos al vacío constituyen una de las versiones más modernas y eficientes de los calentadores solares ya que el vacío generado en los tubos así como la placa al interior de los mismos, reduce de manera significativa las pérdidas de calor por convección y por conducción. De esta manera, si se pierde menos calor al exterior, habrá más calor disponible para calentar el agua y así hacer más eficiente el uso del recurso solar. Adicionalmente, los calentadores de tubos permiten captar la radiación solar que viene en múltiples direcciones y recae perpendicularmente sobre ellos.

En este sistema, la radiación se recibe directamente sobre los tubos y es llevada en forma de calor hacia el termo tanque. Cada uno de los tubos de vidrio consta de un tubo interior y otro exterior, éstos forman un vacío y reducen de manera significativa las pérdidas de calor. El tubo exterior es de vidrio borosilicato transparente, el cual tiene la propiedad de resistir altas temperaturas y el impacto de granizo. El tubo interior también está hecho de vidrio borosilicato pero a diferencia del anterior, éste tiene un recubrimiento de cobre, cuyas propiedades anti reflexivas permiten un mejor desempeño.

Figura 5. 1

Partes de un tubo de vidrio al vacío



Fuente: SolarGreen (2015)

La manera más apropiada de asegurar que el vacío permanezca al interior de los tubos es colocando una pieza de bario en medio de ambos tubos. Dicha pieza de bario tiene la propiedad de cambiar de color y de esta manera actúa como un indicador visual,

ya que de tornarse blanca significa que el vacío se ha perdido. Esta pieza de bario es conocida como getter, el cual una vez efectuado el vacío procede a calentarse a altas temperaturas e indicar si existe vacío entre los tubos.

Figura 5. 2

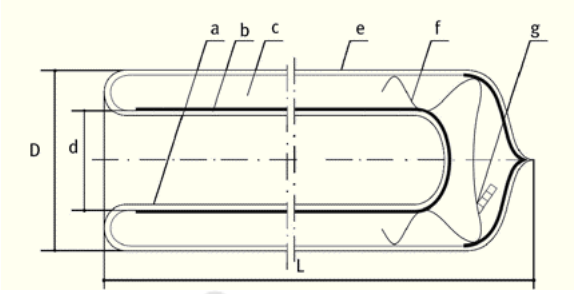
Getter de bario

Fuente: Fujisol (2015)

Cada tubo de vidrio al vacío constituye la parte más importante de los calentadores solares ya que ellos reciben, almacenan y transmiten el calor obtenido.

Figura 5. 3

Partes y dimensiones de un tubo de vidrio al vacío



Fuente: CubaSolar (2015)

En donde:

a: Tubo de vidrio interior

b: Capa absorbedora

c: Zona de vacío

d: Diámetro del tubo interior

e: Tubo de vidrio exterior

f: Clip de sujeción

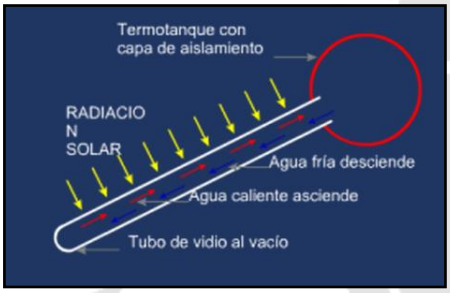
g: Getter

D: Diámetro del tubo exterior

El sistema comienza su funcionamiento cuando el agua fría ingresa desde la parte superior y entra en contacto con la parte interior del tubo interior, éste procede a transmitir el calor almacenado en la placa absorbedora, calentando así el agua que va ingresando. El agua que ya se encuentra caliente va ascendiendo nuevamente de manera natural por los tubos, ya que la diferencia de densidades entre el agua fría que ingresa y la que se va calentando, produce una circulación natural del agua. Esto es lo que físicamente se conoce como principio de Termosifón.

Figura 5. 4

Sistema de funcionamiento de un colector de tubos al vacío por principio de Termosifón



Fuente: MG Sistemas Solares (2015)

Los tubos de vidrio se encuentran apoyados en una estructura metálica que de manera precisa sujetará cada uno de los tubos y les permitirá estar conectados al termo tanque para la transmisión del agua.

Las especificaciones técnicas con mayor detalle están en el anexo 6 de este informe.

5.1.2. Composición del producto

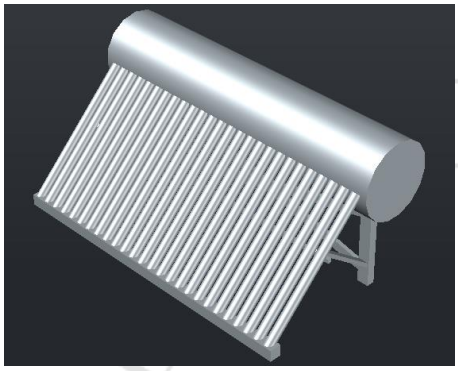
Como se mencionó en el acápite anterior, el producto está compuesto por tres partes: El tanque de agua, los tubos al vacío y la estructura que sostiene y une ambas partes.

5.1.3. Diseño gráfico del producto

A fin de materializar el calentador solar, se muestra a continuación el diseño gráfico de un calentador solar[15].

Figura 5. 5

Vista isométrica



Elaboración propia

5.1.4. Regulaciones técnicas al producto

Los fabricantes de calentadores solares deben seguir el marco de la(s) Norma Técnica Peruana (NTP), la cual se encarga de determinar los estándares de calidad que deben seguir los fabricantes de calentadores solares. En el Perú, las NTP son dictadas por el Instituto Nacional de Defensa de La Competencia y de La Protección de La Propiedad Intelectual (INDECOPI). En el caso de los calentadores solares, las NTP que rigen su fabricación son las siguientes[16]:

1. NTP 399.400.2001 Colectores solares. Métodos de ensayo para determinar la eficiencia

2. NTP 399.484 2008 SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Límites y etiquetado

3. NTP 399.482 2007. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. Procedimientos para su instalación eficiente.

[15] En el Anexo 7 del presente informe se encuentran otras vistas gráficas del calentador solar
[16] En el Anexo 8 del presente informe se encuentran desarrolladas las NTP mencionadas

4. NTP 399.405 2007. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. Definición y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1. Descripción de las tecnologías existentes

El proceso de producción de los calentadores solares puede darse de distintas formas. Puede variar tanto en la tecnología empleada como en los procesos y orden de fabricación. Así pues, se pueden aplicar tres tipos de fabricación de calentadores solares, los mismos que se detallan a continuación.

- En línea o producto

  En este caso, las áreas de operación y las máquinas están colocadas en el mismo orden como se muestra en el diagrama de operaciones o de bloques. De esta forma, los materiales van pasando de un área a otra en el orden correspondiente.

- Funcional o por proceso

  En este tipo de proceso, las máquinas o área de la misma familia se encuentran agrupadas en una misma zona. Los materiales son desplazados de un área a otra con la posibilidad de regresar a un área ya utilizada. Se utiliza este tipo de distribución cuando los materiales y máquinas necesitan estar juntos por distintos motivos como herramientas similares o mantenimiento en conjunto.

- Por componente fijo

  Aquí, las herramientas y máquinas son desplazadas hacia el lugar donde se encuentra el producto a realizar. Es decir, toda la maquinaria e insumos requeridos giran alrededor de la materia prima a trabajar. Esto es conveniente cuando el producto es muy pesado o difícil de trasladar por su volumen.

5.2.1.2. Selección de la tecnología

Una vez identificados los distintos tipos de tecnología y de distribución posibles para la planta, se vio por conveniente emplear fabricación manual mediante una producción que en la primera parte del proceso es en línea y finalmente por componente fijo. Esta decisión se sustenta en el hecho de que inicialmente para la fabricación del termo tanque y los tubos, estos pueden seguir un flujo continuo o en línea, sin embargo, mientras las partes se van ensamblando éste adquiere un volumen casi imposible de movilizar en flujo continuo. El sistema productivo idóneo es por componente fijo. Se elige una producción manual ya que la productividad obtenida por los seis operarios sería suficiente para cubrir la demanda inicial del proyecto.

Esto resulta mucho más económico que adquirir maquinaria avanzada a la que resulta difícil de acceder y cuyos costos son muy elevados. En caso en un futuro se requiera aumentar la capacidad de la planta se puede considerar contratar a mayor personal o adquirir máquinas semi automatizadas que reemplacen el trabajo manual y repetitivo de un operario.

5.2.2. Proceso de producción

5.2.2.1. Descripción del proceso

A continuación se describen las principales actividades del proceso de elaboración y producción de cada uno de los componentes de un calentador solar.

- Recepción e inspección de la materia prima

  La materia prima necesaria para el proceso de producción será la siguiente:

  Para el termo tanque, planchas de acero inoxidable grado SUS304 2B y una capa de poliuretano de 80 milímetros como material aislante.

  Para cada tubo al vacío se requieren dos tubos de vidrio de borosilicato 3,3, uno exterior de 58 milímetros de diámetro y otro tubo interior de 47 milímetros de diámetro. Ambos tubos deben ser 1,8 metro de largo y tener 1,6 milímetros de espesor. También se requiere de un recubrimiento de cobre en forma tubular que se aplicará al tubo de vidrio interior y un dispositivo de bario para controlar las condiciones a las que se debe encontrar el tubo al vacío.

En el caso de la estructura de apoyo, ésta será de acero galvanizado y se comprarán las partes necesarias para su ensamble con los tubos y el termo tanque.

- Construcción del termo tanque

Se inspeccionan las planchas de acero inoxidable y se verifica que sean de las medidas indicadas y que no haya ningún problema. Luego se traza y se corta dicha plancha para obtener las partes del termo tanque. Tras corroborar el buen cortado, se procede con el rolado de la plancha principal para obtener el cilindro principal del tanque haciendo uso de la máquina roladora. Luego se debe soldar para completar el cilindro, aún sin tapas. Es necesario perforar el tanque para crear los huecos circulares donde se introducirá cada uno de los tubos de vidrio y las tuberías de abastecimiento y entrega de agua. Una vez concluidas las actividades mencionadas, es necesario inspeccionar que las soldaduras y perforaciones hayan sido correctamente realizadas. Se procede con una limpieza superficial para eliminar residuos. Luego, se sella el tanque colocando las tapas de los extremos mediante otra soldadura. Se debe pulir cada uno de los extremos para lograr una homogeneidad en la superficie y se hace un pequeño control de calidad para verificar todos los pasos anteriores. Finalmente, se requiere colocar la capa de poliuretano como material aislante alrededor de todo el tanque.

- Generación de vacío en los tubos al vacío

Para un tanque de almacenamiento de 500 litros se requieren 50 tubos al vacío idénticos. Es necesario verificar la condición en la que se recibe los tubos. Se procede inicialmente con la limpieza de los tubos de vidrio para asegurar la eliminación de partículas que impidan o dificulten el proceso de absorción deseado.

Una vez concluida la limpieza inicial, se recubre el tubo interior con la lámina de cobre que permitirá una mayor absorción del calor.

En cuanto al tubo exterior, es necesario introducir primero el elemento de Bario, “Barium Getter” y luego el tubo interior con el recubrimiento anteriormente mencionado. Una vez que los materiales se encuentran en la

posición correcta se debe sellar ambos tubos mediante exposición a altas temperaturas para lograr la unión de ambos tubos de vidrio. Luego se continúa con la generación de vacío. Para esta operación se utiliza un vacuómetro que cuenta con una bomba de vacío. Al calentar la parte inferior del tubo, el elemento de Bario desprende una capa de Bario. Esta capa absorbe activamente cualquiera de los siguientes gases CO, CO2, N2, O2, H2O y H2. Este elemento también ayuda a monitorear el vacío dentro del tubo. Si la parte inferior del tubo cambia de color plateado a color blanco quiere decir que el vacío interior se está perdiendo. La presión de vacío debe ser menor a 5x10ˆ-2Pa para lograr la absorción deseada. Se debe verificar la presión antes de dar por concluido el proceso.

- Ensamble de la estructura de apoyo

Los componentes de la estructura llegarán por partes para su ensamble. Es necesario inspeccionar que todas las piezas sean de las medidas necesarias ya que se requiere la máxima precisión posible al momento del ensamble final.

- Ensamble final de los componentes

Una vez que cada parte del calentador se encuentra listo se procede con la unión de los mismos. Primero se debe colocar los tubos al vacío sobre la estructura de apoyo y una vez que ya se encuentran bien sujetos, se une con el termo tanque mediante soldaduras y haciendo uso de ensambles de plástico verificando que todo cumpla con las normas de calidad propias de nuestro producto. Luego se procede con una limpieza final para eliminar residuos.

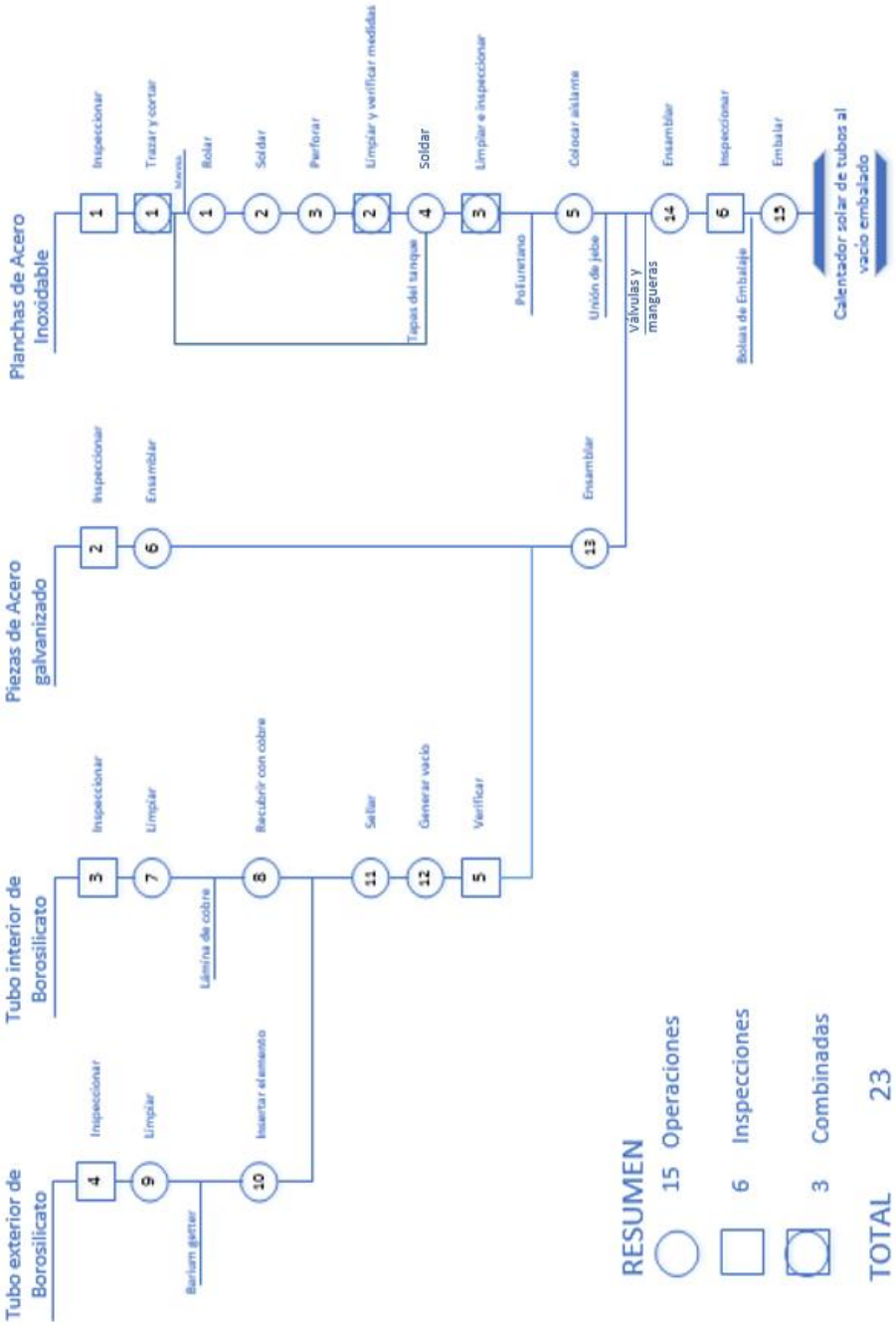
La manguera o tubería exterior de abastecimiento de agua al termo tanque puede variar dependiendo del lugar o el tipo de industria donde se instale el calentador. Sin embargo, generalmente, estas tuberías son de PVC y CPVC para el agua fría y caliente respectivamente.

5.2.2.2. Diagrama del proceso: DOP

De manera gráfica se representa la descripción del proceso de producción de un calentador solar de tubos de vidrio al vacío mediante el diagrama de operaciones que se muestra a continuación.

Figura 5. 6

DOP para la fabricación de calentadores solares de tubos al vacío



Elaboración propia

5.2.2.3.Balance de materia y energía

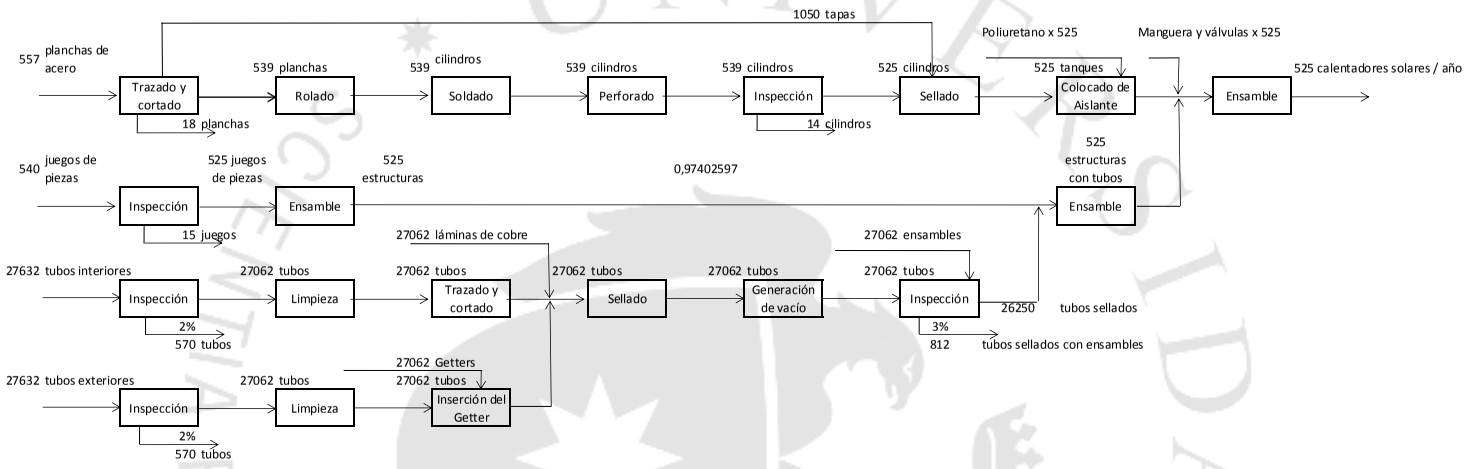
El balance de materia es necesario en un estudio de pre factibilidad para conocer tanto los requerimientos de materia prima como rendimientos y eficiencia de los procesos. En ese sentido mostraremos a continuación el diagrama de bloques asociado al proceso de producción de los calentadores solares.

Como se apreciará en la siguiente figura, la productividad total del sistema es del 95.03%, es decir existe un 4.97% de pérdidas de la materia prima que se da en las diferentes etapas del proceso.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Figura 5. 7

Diagrama de bloques – Balance de materia



Elaboración propia

5.3. Características de las instalaciones y equipos

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos

Como se ha podido notar secciones anteriores, el proceso de producción para la fabricación de calentadores solares de tubos al vacío radica principalmente en el ensamble de componentes que compraremos a nuestros distintos proveedores, siendo la construcción de tubos al vacío y del termo tanque los procesos más complejos.

Ello implica que la maquinaria para confeccionar los calentadores no es muy sofisticada ni desconocida, ya que las operaciones son principalmente de soldado, perforación, ensamble y generación de vacío. A continuación se listará las máquinas que necesitamos para la fabricación de un calentador solar.

- Construcción del termo tanque
- Sierra cinta vertical[17]: Es la máquina encargada de cortar las planchas de acero.
- Máquina roladora: Es la encargada de darle forma a las planchas de acero.
- Máquina de oxicorte: Este equipo cumple tres funciones diferentes. Cumple la función principal de soldar cada una de las partes que se irán fabricando.

- Generación de vacío en los tubos de vacío
- Compresor: Es la máquina encargada de generar vacío entre los tubos de vidrio.

- Ensamble final
- Soldadora eléctrica: Suelda cada una de las partes del calentador para completar el ensamble final de piezas

- Herramientas adicionales
- Balanza
- Mesas rotatorias de trabajo
- Taladro
- Wincha

[17] De la investigación realizada se seleccionó esta máquina como la más apropiada para realizar las labores del cortado. En comparación con una cizalladora tiene mucha más precisión y puede adaptarse para cumplir otras posibles funciones

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria

Tabla 5. 1

Especificaciones técnicas de las máquinas y equipos requeridos para el proyecto

MAQUINA ROLADORA	DETALLES
	▪ Marca: MORETI ▪ Modelo: L 300 ▪ N° Serie: 1340 E ▪ Espesor de rolado : 13 MM (1/2") ▪ Longitud: 3.000 MM ▪ Nro. Rodillos : 03 SÓLIDOS DE 12" ▪ Motor principal: 25HP / 18,64 kW ▪ Peso: 9 TN APROX ▪ Precio aprox.: S/ 75.900

Fuente: HB Machinery Co.,Ltd (2015)

SIERRA CINTA VERTICAL	DETALLES
	▪ Marca: BRASMEC ▪ Modelo: MSU-4 ▪ Corte plano: 950 mm ▪ Velocidad de corte: 12-2500 m/min ▪ Potencia motor: 0,9-15 Kw ▪ Peso: 470 kg. ▪ Dimensiones Largo: 1.250 mm Ancho: 1.000 mm Altura 2.100mm ▪ Precio: S/ 23.100

Fuente: Ferretería Bricolandia (2015)

MÁQUINA DE OXICORTE VÍCTOR	DETALLES
	▪ Marca: VÍCTOR ▪ Modelo: Cutskill ▪ Capacidad de corte: Hasta 6” ▪ Capacidad de soldeo: Hasta 3” ▪ Modalidad: Oxiacetilénico ▪ Dimensiones Largo: 300 mm Ancho: 200 mm Altura 500 mm

Fuente: JJR Inversiones (2015)

BOMBA DE VACÍO	DETALLES
	▪ Marca: Campbell ▪ Potencia: 2 HP ▪ Capacidad: 8 GL ▪ Presión max.: 125 HP ▪ Caudal: 3,7 CFM ▪ Dimensiones Largo: 600 mm Ancho: 300 mm Altura: 400 mm ▪ Precio: S/ 550

Fuente: Sodimac (2015)

SOLDADORA ELÉCTRICA PORTATIL	DETALLES
	▪ Marca: Lincoln Electric ▪ Modelo: ST DV PRO ▪ Potencia: 3,6 kW ▪ Corriente: 31.5 A ▪ Tensión: 220 V ▪ Peso: 7,8 Kg. ▪ Dimensiones Largo: 420 mm Ancho : 140 mm Alto: 250 mm ▪ Precio: S/ 3.050

Fuente: Sodimac (2015)

Elaboración propia

Asimismo, necesitaremos hacer uso de algunas herramientas para hacer posible el correcto funcionamiento de nuestras operaciones, las mismas que detallaremos a continuación:

Tabla 5. 2

Herramientas de operación

Herramientas	Cantidad	Monto (S/)
Balanza	1	660
Flexómetro	2	60
Taladro	1	500
Mesas rotatorias	4	13.200
Durómetro	1	300
TOTAL		**14.720**

Elaboración propia

5.4. Capacidad instalada

Una vez que se define el tamaño de planta de acuerdo a cada uno de los factores analizados, este tamaño queda establecido como la capacidad de la planta.

Esta capacidad instalada puede expresarse de tres maneras diferentes: en términos de la capacidad de procesamiento, en términos de la disponibilidad de recursos o en términos de la capacidad de producción. La definición y cálculo de esta capacidad depende en gran medida del tipo de proceso que se lleva a cabo en la empresa, es decir, el tipo de sistema de producción.

5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada

Díaz, Jarufe y Noriega (2013) señalan que la capacidad instalada es el resultado de la definición del tamaño de planta, el mismo que es resultado del diseño del proceso y está limitada por la capacidad de la tecnología implementada. Una vez contempladas todas las restricciones del tamaño de planta y habiéndose decidido las instalaciones a implementar de acuerdo con el diseño del proceso, esta capacidad queda definida. El cálculo de la máxima capacidad instalada se hace tomando en cuenta la capacidad de la maquinaria y los equipos y su utilización en tres turnos de trabajo. (p.87)

Dado que para el cálculo previo del tamaño de planta ya se tomó en cuenta la utilización (U) y eficiencia (E) del sistema, para el presente cálculo la única variante es considerar tres turnos de trabajo en lugar de uno.

$$Capacidad\ instalada = Tamaño\ tecnología * 3\ turnos$$
$$= 565 * 3$$
$$= 1.695 \text{ calentadoras /año}$$

La capacidad instalada es de 1.695 calentadores solares al año. Esta cifra indica que si en el futuro se quisiera incrementar la capacidad de producción de la planta mediante el incremento de máquinas, de operarios o de turnos de trabajo, no habría ningún problema.

5.4.2. Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

En esta parte del estudio se determina el número de máquinas que se necesita para cumplir con la demanda proyectada.

Con la finalidad de determinar el número de máquinas que serán necesarias para el proceso productivo en cada una de las operaciones, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\# Máq = \frac{P \times T}{U \times E \times H}$$

Siendo $P = \frac{D}{(1-merma)}$, es decir se trabajará con aquello que ingrese a cada máquina, que en este caso será considerado en unidades, y siendo:

- H = Horas disponibles al año
- T = Tiempo estándar de operación por unidad
- D = Demanda o producción requerida

Se establecieron los siguientes parámetros:

- U = 87.5%, ya que se trabajan 8 horas efectivas por día, sin embargo se considera un margen de tiempo sin actividad.
- E = 97%, ya que las máquinas no son utilizadas por largos periodos
- Horas/Turno = 8
- Turno/Día = 1

- Días/Mes = 20 días al mes
- Semanas/Año = 50
- Meses/Año = 12

En el anexo 9 se encuentran los cálculos realizados para cada una de las operaciones del proceso agrupadas de acuerdo a las tres partes que componen el calentador solar: la construcción del termo tanque, elaboración de los tubos al vacío y el ensamble de la estructura de apoyo. Por su parte, la tabla a continuación muestra el resumen de los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados.

Tabla 5. 3

Cantidad de máquinas requerida

Máquina	Cantidad
Máquina roladora	1
Soldadora oxiacetilénica	2
Sierra cinta	1
Compresora	1
Soldadora eléctrica portátil	2
TOTAL	**8**

Elaboración propia

Si bien no hay una utilización de las máquinas del 100%, se ha visto por conveniente descartar la posibilidad de realizar únicamente labores de ensamble. Esto debido a que, dada la competencia en el sector, se prevé que esta crezca en el futuro, por lo que una especialización en la fabricación de calentadores a la medida del cliente, nos genera una ventaja competitiva que no podría lograrse de sólo realizar labores de ensamble.

5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

5.5.1. Calidad de la materia prima, de los insumos del proceso y del producto

En cuanto a la materia prima que se recibe por parte de los proveedores, ésta debe cumplir con ciertos estándares de calidad, los cuales son indicados al proveedor al momento de negociar la compra. Dichos estándares están determinados por las diferentes normas técnicas y por las especificaciones de los clientes.

En el anexo 10 se encuentran detalladas las pruebas de calidad a las cuales serán sometidos los principales materiales de fabricación.

5.5.2. Estrategias de mejora

- Materiales utilizados

En el presente proyecto se utilizará el material poliuretano como recubrimiento aislante del termotanque, de tal forma que se garantiza el almacenamiento de calor por un tiempo determinado. Una de las estrategias de mejora identificadas en el proyecto sería el de reemplazar el material antes mencionado por otro debido a que presenta dos desventajas considerables: (1) el mantenimiento de este material se considera difícil a largo plazo, sobre todo si se encuentra expuesto al sol, (2) ante una eventual exposición a un incendio o una llama de fuego, el poliuretano desprende sustancias muy tóxicas nocivas para la salud.

Puesto que los termotanques estarán expuestos a la radiación solar y serán utilizados por industrias en las cuales siempre está presente la posibilidad de un incendio, se recomienda reemplazar el poliuretano por la lana de vidrio.

La lana de vidrio tiene un mantenimiento más fácil y es un material incombustible que no genera riesgo a la salud porque no genera emanación de gases tóxicos. Asimismo, es un material anti-corrosivo y garantiza mayor vida útil de equipos e instalaciones; sin embargo, es un material un poco más costoso en comparación con la espuma de poliuretano.

Figura 5. 8

Lana de vidrio

Fuente: Construtek (2015)

- Programa “Eficost”

Ante un entorno tan cambiante y competitivo, se requiere constantemente buscar nuevas estrategias que permitan mejorar los procedimientos y convertir a las empresas en organizaciones más rentable, manteniendo siempre los estándares de calidad del producto final. El programa Eficost que se propone, tiene por

objetivo brindar un control detallado de los costes que se generan en todos los procesos de la cadena de elaboración del producto. De esta forma, garantiza una reducción de gastos en las estimaciones presupuestales y poder seguir ofreciendo un precio llamativo al consumidor final. Es así que, en las diferentes áreas y etapas del proceso de producción, existen actividades que pueden ser optimizadas de manera que se traduzca en un ahorro económico. En ese sentido, se detallan algunos puntos clave a seguir para desarrollar exitosamente este programa.

Oficina:

Se debe considerar: determinar aquellos útiles de oficina para los cuales se puede priorizar los precios antes que la calidad de los mismos, apagar las luces de los baños y oficinas al salir, reciclar el papel y reutilizar los sobres de mensajería cuando sea posible, utilizar caños con botón o sensor (verificar las empaquetaduras cada 06 meses), desconectar cargadores y apagar las pantallas en periodos de descanso.

Logística:

Cuando sea necesario renovar los equipos de movilización de los calentadores solares, se debe evaluar mediante un análisis cuantitativo las mejores ofertas de vehículos. Teniendo en cuenta el prestigio de la marca, el costo de mantenimiento, combustible necesario, vida útil, entre otros, se debe verificar que la inversión a realizar sea menor que el costo por optar por un servicio de transporte de los productos finales.

Publicidad y ventas:

El proyecto propone la inversión en publicidad mediante un sistema Below The Line (BTL) en el cual se decide promocionar la marca en lugares y/o empresas meta con un alto porcentaje de interés en nuestro producto. Si bien este método es el que se empleará durante la vida útil del proyecto, se debe evaluar la necesidad de mantener los niveles de inversión en marketing. Debido a que, una vez que se logra captar un cliente, no es necesario volver a presentarle el producto. Se podría considerar una proyección decreciente en los costes de marketing y publicidad.

Es necesario aumentar el nivel de satisfacción del cliente mediante programas de retroalimentación, como se plantea en el presente estudio.

5.6. Estudio de impacto ambiental

El impacto ambiental causado por la puesta en marcha del proyecto puede resultar significativo para el área geográfica y ambiental en la cual se localizarán las instalaciones de la planta productiva propuesta en el presente estudio. Es por ello que resulta primordial realizar un análisis cualitativo acerca de los posibles impactos y con ello sus consecuencias, ya sean estas positivas, negativas o neutras.

Para dicho fin, utilizaremos la matriz de Leopold, la misma que es una herramienta cualitativa para determinar el grado de impacto ambiental causado por alguna acción humana, en este caso las operaciones propias del proceso productivo. La tabla mostrada a continuación es la referencia para determinar la puntuación obtenida por cada una de las operaciones.

Tabla 5. 4

Tabla de puntuación de la matriz de Leopold

Significancia	Valoración
Muy poco significativo (1)	0,10 - < 0,39
Poco significativo (2)	0,40 - < 0,49
Moderadamente significativo (3)	0,50 - < 0,59
Muy significativo (4)	0,60 - < 0,69
Altamente significativo (5)	0,70 - < 1,0

Elaboración propia

En la matriz de Leopold que se muestra a continuación se puede apreciar que el impacto no es muy significativo, esto se debe en gran parte a que la fabricación de calentadores solares no requiere de la actividad de muchas máquinas u operaciones que generen mayor impacto. Como se puede observar, la operación de elaboración de tubos al vacío es la que genera un impacto moderadamente significativo, esto se debe a que en ella se aplica actividades de soldadura, y la aplicación de bario, entre otros. Asimismo, los aspectos socioeconómicos también obtienen una valoración moderadamente significativa, lo cual resulta positivo.

Tabla 5. 5

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES		N°	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ETAPAS DEL PROCESO				
				a) Recepción e inspección	b) Construcción del termotanque	c) Elaboración de tubos al vacío	d) Ensamble de la estructura de apoyo	e) Ensamble final de los componentes
COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	A	AIRE					
		A.1.	Contaminación del aire por emisiones de combustión		0.3825	0.32	0.3825	0.3825
		A.2.	Contaminación del aire por partículas suspendidas		0.3825			
		AG	AGUA					
		AG.1.	Contaminación de aguas superficiales			0.32		
		S	SUELO					
		S.1.	Contaminación por residuos de materiales		0.36			
		S.2.	Contaminación por residuos peligroso: metales, bario, acetileno			0.495		
	MEDIO BIOLÓGICO	FL	FLORA					
		FL.1.	Eliminación de cobertura vegetal					
		FA	FAUNA					
		FA.1.	Alteración del habitat de la fauna					
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	P	SEGURIDAD Y SALUD					
		P.1.	Riesgo de exposición del personal a ruidos intensos		0.425		0.425	0.425
		E	ECONOMIA					
		E.1.	Generación de empleo	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
		E.2.	Dinamización de las economías locales	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585

Elaboración propia

5.7. Seguridad y salud ocupacional

En el año 2011, en Perú, se aprobó la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo, la cual implicó un gran cambio de lo que hasta ese momento las empresas desconocían: su plena responsabilidad sobre la seguridad y salud de sus trabajadores en la realización de sus funciones de trabajo.

El Ministerio de Trabajo del Perú, a través del Reglamento de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Trabajo, 2011), lo trascribe de la siguiente manera:

> El empleador garantizará, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que no teniendo vínculo laboral prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. (p.1)

Es por esta razón que resulta primordial que se realice una evaluación acerca de los posibles peligros y riesgos que podrían presentarse en las instalaciones de la planta de producción, ello con el fin de determinar todo aquello que podría poner en riesgo la salud y seguridad de los colaboradores y poder tomar las medidas necesarias.

Para dicho propósito se empleará la matriz IPER, la cual es una herramienta que ayudará con la identificación de peligros y la evaluación de riesgos. La matriz IPER evalúa en cada una de las operaciones del proceso productivo la probabilidad de 4 factores, los mismos que se mencionan a continuación:

- Índice de personas expuestas
- Índice de procedimientos existentes
- Índice de capacitación
- Índice de exposición al riesgo

A cada uno de estos factores se les asigna una puntuación de 1 a 4 dependiendo de cada una de las operaciones. Tras sumar estos 4 índices se obtiene el índice de probabilidad que debe ser finalmente multiplicado por el índice de severidad para así obtener el nivel de riesgo.

En la matriz mostrada a continuación se puede apreciar que la operación de construcción del termotanque implica un nivel de riesgo importante. En ese sentido, es importante prestarle singular atención a las medidas de control que deben de aplicarse ya que de otra manera se podría incurrir en faltas graves al reglamento y poner en riesgo la seguridad de los trabajadores.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 5. 6

Matriz IPER

Tarea	Peligro	Riesgo	PROBABILIDAD					Índice de severidad	Probabilidad x Severidad	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
			Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de probabilidad					
Recepción e inspección de la materia prima	Planchas de acero con puntas expuestas	Cortes, magulladuras	2	2	2	3	9	1	9	Moderado	SI	Especificaciones claras al proveedor Uso de EPP's
Construcción del termo tanque	Chispas provenientes de la soldadura Partículas y polvos suspendidos	Quemaduras, Irritación de ojos	2	3	2	3	10	2	20	Importante	Si	Instalación de guardas Adquisición de equipos modernos de soldadura Uso de EPP's
Elaboración de tubos al vacío	Exposición a altas temperaturas Proyección de partículas	Quemaduras	2	2	2	3	9	1	9	Moderado	SI	Instalación de guardas Uso de EPP's
Ensamble de la estructura de apoyo	Partes metálicas con bordes expuestos	Cortes	2	3	2	3	10	1	10	Moderado	SI	Especificaciones al proveedor
Ensamble final	Partes sin lijar	Cortes	2	3	2	3	10	1	10	Moderado	SI	Uso de EPP's

Elaboración propia

5.8. Sistema de mantenimiento

La importancia de un sistema de mantenimiento radica en alargar la vida útil de las máquinas y prevenir que estas puedan fallar de manera inesperada, causando paralización de la producción, riesgo a la seguridad de los trabajadores, entre otras consecuencias que pueden significar costos a la empresa.

En ese sentido, el sistema de mantenimiento se hará por medio de servicios encargados a terceros, los cuales tendrán a su cargo el mantenimiento de cada una de las máquinas para su correcto funcionamiento.

A continuación se describe el mantenimiento que se llevará a cabo a las máquinas:

- Mantenimiento preventivo: Se dará a las máquinas con el fin de anticiparse a los posibles fallos. Para determinar la frecuencia de estos fallos se recurrirá a fuentes internas, es decir, a los registros históricos y a la experiencia de los operarios. Sin embargo, este tipo de mantenimiento también será ejecutado por los proveedores del servicio ya que se trata de un personal más calificado.

5.9. Programa de producción

5.9.1. Factores para la programación de la producción

El plan maestro de producción define el volumen final de los productos que se van a fabricar. Seguidamente dichos productos son enviados a los clientes o puestos en un almacén. Los factores que se deben tener en cuenta para determinar el plan maestro de producción son los siguientes:

- Demanda: Se debe tomar en cuenta las órdenes de compra que lleguen de los clientes. Debido a que los calentadores solares son productos que se venden directamente a las empresas, la producción tiene que ir alineada a este nivel de ventas.

- Inventario final: El almacén de productos terminados cumplirá una función de almacenamiento en tránsito, dado que se prevé que los productos no permanezcan allí mucho tiempo.

- Inventario inicial: Debido a que no habrá inventario final por consiguiente no se contará con inventario inicial durante los años de vida útil del proyecto.

5.9.2. Plan de producción

El siguiente cuadro muestra el plan maestro de producción propuesto para todos los años de vida útil de proyecto. Este programa de producción considera que la empresa no contará con inventario final y por tanto no tendrá inventarios iniciales. En el acápite anterior se explicó con mayor detalle las razones de esta decisión.

Tabla 5. 7

Plan Maestro de Producción

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Demanda	525	525	525	525	525	525	525
Inventario Inicial	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Final	-	-	-	-	-	-	-
Producción	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**

Elaboración propia

5.10. Requerimiento de insumos, servicios y personal

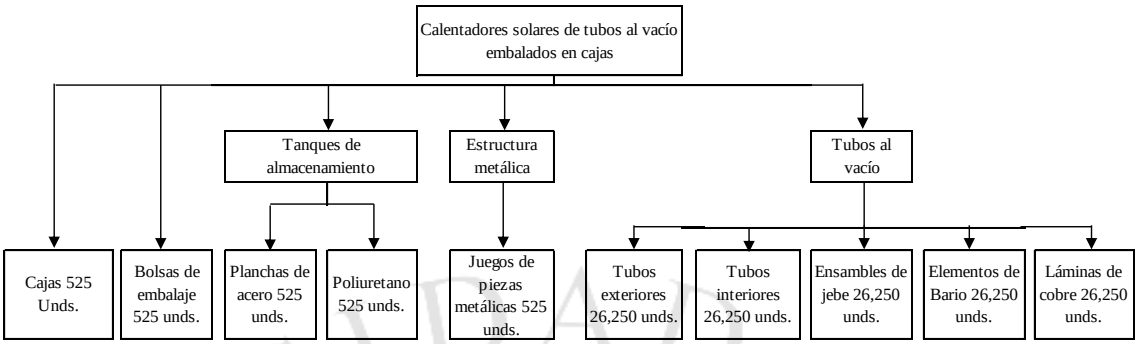
5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales

Con el objetivo de determinar cuáles son los insumos y la cantidad de materia prima necesaria para la producción anual de los calentadores solares se utilizará el diagrama de Gozinto[18]. Este gráfico permitirá conocer de manera simplificada todos los elementos empleados en la elaboración de los calentadores solares.

[18] Representación gráfica que permite interrelacionar la cantidad de insumos que se necesitan para producir un determinado bien o parte.

Figura 5. 9

Diagrama de Gozinto



Elaboración propia

Este diagrama representa el requerimiento de materia prima para un lote anual de 525 calentadores solares considerando pérdidas y mermas posibles en el proceso. En el anexo 11 del presente informe se muestra el cálculo MRP[19] de todos los insumos necesarios y su producción a lo largo de los cinco años del proyecto.

5.10.2. Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Los servicios requeridos para la fabricación de los calentadores son de energía eléctrica y de agua potable. La energía para el funcionamiento de las máquinas o herramientas y el agua potable para la limpieza del calentador solar. Se muestra a continuación los requerimientos de dichos servicios en base anual.

Tabla 5. 8

Requerimiento anual de energía eléctrica – máquina

Máquina	Potencia eléctrica (Kw)	U	Horas / turno	Turnos / día	Día / semana	Semana / año	Kw-h / año
Roladora	19	0,875	8	1	5	50	33.250
Soldadora eléctrica	4	0,875	8	1	5	50	6.300
Sierra cinta vertical	15	0,875	8	1	5	50	26.250
Compresora	1	0,875	8	1	5	50	1.400
Balanza	3	0,875	8	1	5	50	5.775
							72.975

Elaboración propia

[19] *Material Requirement Planning*

Tabla 5. 9

Requerimiento anual de agua potable – máquina

Año	Cantidad para lavado (lts.)	Agua potable (lts.)	Agua potable (m3)
2016	20	10.000	10
2017	20	10.000	10
2018	20	10.000	10
2019	20	10.000	10
2020	20	10.000	10
2021	20	10.000	10
2022	20	10.000	10

Elaboración propia

5.10.3. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

En la presente sección se calculará el número de operarios y de trabajadores indirectos que se necesitan para el funcionamiento tanto del proceso productivo como para las actividades propias de la gestión de cualquier empresa.

- Cálculo del número de operarios

  Se utilizará la fórmula de cálculo de operarios para cada operación presente en el proceso de producción. Se consideran 250 días al año en una jornada de ocho horas diarias.

  Es necesario aclarar que no es determinante la presencia de un operario por estación durante todo el proceso de producción. Durante las operaciones, los mismos operarios trasladan las piezas y utilizan herramientas de otra estación para proseguir con el proceso de producción. Por este motivo, la aplicación de la siguiente formula no se utilizará para todas las operaciones del Diagrama de Operaciones si no solo para dos grupos de operaciones, de forma que nos devuelva el número de operarios necesarios para cumplir con los lotes requeridos.

  El primer grupo de operaciones involucra las tareas de inspección, corte, trazado y rolado tanto del tanque de almacenamiento como las necesarias para la estructura metálica. El segundo grupo de operaciones está conformado por las actividades relacionadas a la producción de los tubos al vacío y al ensamble de los mismos con las otras partes del calentador.

Cálculo de operarios para el grupo de operaciones #1

$$N1 = \frac{H - H\ por\ unidad\ de\ producción\ \ x\ Requerimiento\ de\ producción}{Horas\ disponibles\ por\ periodo}$$

Donde:

Tiempo estándar	:	852 min / operario
Requerimiento de producción	:	525
Eficiencia	:	0.95
Tiempo del Período	:	120.000 min/año

Operarios para el grupo de operaciones #1 $\rightsquigarrow$ 4 operarios

Cálculo de operarios para el grupo de operaciones #2

$$N2 = \frac{H - H\ por\ unidad\ de\ producción\ \ x\ Requerimiento\ de\ producción}{Horas\ disponibles\ por\ periodo}$$

Donde:

Tiempo estándar	:	231 min / operario
Requerimiento de producción	:	525
Eficiencia	:	0.95
Tiempo del Período	:	120.000 min/año

Operarios para el grupo de operaciones #2 $\rightsquigarrow$ 2 operarios

- Cálculo del número de trabajadores indirectos

  A continuación se calculará el número de trabajadores indirectos, es decir, aquellos que no afectan directamente el proceso de producción pero cuyo trabajo es necesario para la gestión del negocio. A continuación el personal administrativo e indirecto requerido.

Tabla 5. 10

Requerimiento de personal administrativo e indirecto

Área	Puesto	Número de personas requerido	Remuneración anual (S/)
Personal Administrativo			
Gerencia general	Gerente general	1	140.000
Comercial y Ventas	Encargado de ventas	1	70.000
Finanzas y contabilidad	Jefe de finanzas y contabilidad	1	72.800
Logística y Abastecimiento	Encargado de logística	1	70.000
Recepción	Asistente Administrativo	1	23.800
Personal Indirecto			
Producción	Jefe de Producción	1	67,200

Elaboración propia

En resumen, se requieren 6 trabajadores administrativos e indirectos para la gestión administrativa de la empresa.

5.10.4. Servicios de terceros

En una organización casi siempre existen servicios contratados a empresas o personas externas a la empresa. Esto ocurre para reducir costos o por carencia de conocimiento en cuanto a un proceso deseado. A continuación se muestra un listado de los servicios que serán contratados de terceros.

- Mantenimiento de equipos

  El mantenimiento de las máquinas y herramientas utilizadas es una labor imprescindible que no se puede pasar por alto. Por este motivo, se aplicarán distintas técnicas de mantenimiento, las cuales serán realizadas por personal capacitado. Se priorizará empresas que proveen dichas máquinas o en su defecto, organizaciones que aseguren un correcto funcionamiento de las máquinas a lo largo del tiempo. Aun cuando se contrate este servicio, es necesario que los operarios posean conocimientos básicos sobre el mantenimiento de las herramientas que operan con el objetivo de realizar tareas básicas como cambio de aceites o reparaciones simples en caso de algún defecto.

- Equipo de seguridad

  Se contará con personal de seguridad cuya labor será resguardar las instalaciones físicas. Se contará con vigilantes de día y de noche para evitar robos o asaltos. Este equipo tendrá también equipos de alarmas y sistemas conectados virtualmente para mantener información constante con centrales de seguridad y con los encargados de la empresa.

- Limpieza

  Se contratará a una empresa que se encargue de realizar las labores de limpieza de todas las áreas de la organización.

5.11. Disposición de planta

5.11.1. Características físicas del proyecto

En su libro, Díaz, Jarufe y Noriega (2013), señalan que como parte del proceso de la construcción de una planta es importante decidir las características físicas que éstas tendrán, las mismas que puedan garantizar que los operarios trabajen en un ambiente seguro y agradable. Estas características deberían contribuir al aumento de la productividad. (p.40)

Es por ello que en el presente subcapítulo analizaremos todo lo relacionado al factor edificio: suelos, niveles y pisos de la edificación, vías de circulación, puertas de acceso y salida, techos, ventanas, ascensores, anclajes de maquinarias, áreas para almacenamiento.

- Estudio de suelos

  La planta contará con una máquina roladora la cual tiene un peso considerable, por lo que el tipo de suelo a elegir debe ser tomado en cuenta al momento de realizar el diseño de construcción de la planta. Díaz, Jarufe y Noriega (2013) indican: “Es indispensable que un ingeniero civil determine los parámetros adecuados de diseño y especifique los métodos y procedimientos de construcción” (p.203). El tipo de suelo más adecuado para la construcción de la planta resulta ser un suelo residual ya que este ha permanecido en su lugar de origen y por ello es más fuerte y estable para fines de construcción de la planta.

- Niveles y pisos de la edificación

  Se ha visto por conveniente que la planta cuente con un solo nivel ya que permitirá una mayor facilidad de expansión, mejor luz y ventilación natural, mayor flexibilidad en la disposición de planta, mayor espacio disponible y menores costos de manejo de materiales. Además, dado que las máquinas son pocas y que el proceso es corto, no resultaría adecuado tener más de una piso. Lo mismo ocurre con las oficinas administrativas, las cuales estarán distribuidas en un solo nivel. Por otro lado, los materiales con los cuales se puede elaborar el piso están el cemento, concreto simple y concreto armado; siendo éste último el más idóneo debido a que resiste el peso de la maquinaria pesada.

- Vías de circulación

  Algunas de las consideraciones a tener en cuenta para diseñar las diferentes vías de circulación de la planta se mencionan a continuación: evitar diseñar pasillos de un solo sentido ya que desperdician espacio, los dispensadores de agua u otros objetos no deben estar en los pasillos, las rampas deben tener pasamanos y cuando se usen vehículos pesados requerirán banquetas de refuerzo, las rampas usadas para montacargas, que son empujadas manualmente, deben tener una franja antiderrapante transversal, las escaleras industriales fijas requieren peraltes abiertos cuando la huella es menor a 23 cm. [20]

- Puertas de acceso y salida

  Las puertas no sólo cumplen funciones de acceso sino que también actúan como una protección contra el clima, regulan la visibilidad y el ruido y ademán permiten la evacuación en caso de incendio. Algunas de las consideraciones a tomar en cuenta para el diseño de puertas son las siguientes: para las oficinas administrativas, la puerta debe ubicarse en la esquina para que se abra con un ángulo de 90°; en el caso de áreas mayores, en las cuales trabajen más de tres personas, las puertas deben ser ubicadas en el centro del muro; dado que la operación de soldadura en la zona productiva supone riesgo de incendio, se debe

[20] Según normas OSHA y ANSI

disponer mínimamente con 2 puertas de salida al exterior; para la zona productiva contaremos con puertas de tipo batientes dobles.

- Techos

  Díaz, Jarufe y Noriega (2013) señalan: "El sistema de techos se define como un conjunto de componentes interactivos del techo, diseñado para que los elementos de la producción no permanezcan a la intemperie y otorguen seguridad y mejores condiciones para trabajar" (p.209). Para las áreas de producción lo más recomendable es que los techos estén a una altura mínima de tres metros y que estén construidos con material impermeable que pueda proteger a los insumos y productos de las condiciones climáticas exteriores.

5.11.2. Determinación de las zonas físicas requeridas

Para el correcto funcionamiento de la empresa es necesario contar, además del área de producción propiamente dicha, con una serie de ambientes que harán posible llevar a cabo todas las actividades propias del negocio. A continuación se detallarán las zonas físicas requeridas para el funcionamiento de las tareas.

- Patio de maniobras

  Se contará con un patio de maniobras para el ingreso de camiones que traigan hasta las instalaciones de la planta todos los insumos, así como también los camiones que lleven el producto terminado. La entrada principal a la fábrica tiene acceso directo al patio de maniobras y éste a su vez tiene acceso al almacén para poder llevar a cabo las actividades de recepción de materia prima y otros insumos. Para poder realizar una correcta recepción de materiales, se contará con parihuelas que permitan movilizar el material.

- Almacén de materia prima y producto terminado (temporal)

  Se ha visto por conveniente contar con un sólo almacén que permita tanto reunir la materia prima e insumos y a la vez los calentadores solares terminados.

  Se prevé que el área destinada al almacenamiento tendrá una longitud aproximada de 5 metros. En esta área se podrá llegar a almacenar insumos para 10 días de producción, es decir un aproximado de 500 tubos interiores y

exteriores de vidrios, así como 20 planchas de acero y 20 estructuras metálicas. Dado que el vidrio de borosilicato es un material frágil, estos serán recibidos del proveedor en cajas de cartón, las cuales preservarán el material.

- Comedor

  Dado que se cuenta únicamente con seis operarios y seis otros trabajadores, este espacio no requiere de un área muy grande, por ello se ha previsto que tendrá 24 m², en el cual se tendrá tres mesas para ocho personas, un refrigerador mediano, dos microondas y un lavamanos. Para calcular el área de esta zona se usó la tabla de cafetería de Meyers, en la que se muestran diferentes medidas.

- Servicios higiénicos

  Se contará con cuatro servicios higiénicos en toda la planta, dos junto al área de producción y dos junto al comedor tal y como lo recomiendan diversos autores. El personal administrativo hará uso de los baños cercanos al comedor y en el caso del gerente general, éste tendrá baño propio al interior de su oficina, con un cubículo personal de 6 m². Asimismo los baños destinados a los operarios estarán conectados a vestidores para que ellos puedan guardar su ropa de trabajo en casilleros y hagan uso de ella para la jornada laboral únicamente.

- Garita de control y recepción

  La garita de control cumple un papel importante ya que en ella se encuentra el personal de seguridad destacado para cada turno de la jornada laboral. Dicho personal se encarga de registrar el ingreso de cualquier persona o automóvil a las instalaciones fabriles, ya sea trabajadores, proveedores, clientes u otros. Para este espacio se ha previsto un área de 3x2 metros ya que en ella sólo se ubicará una persona de seguridad, junto a una mesa de control y una ventana que dé directamente la calle. Por otro lado, el área de recepción ubicada junto a la garita de control, está destinada a la recepción propiamente dicha, de personas para su posterior atención del personal correspondiente. En el plano más adelante se puede ver las medidas que tendrá este espacio.

- Área de calidad

  El área de calidad es necesaria en cualquier planta manufacturera ya que permite constatar que los productos elaborados al interior de ella cumplen con los estándares de calidad establecidos. Esta área se ubicará frente a la zona de producción y tendrá un área aproximada de 35 m² para poder examinar cómodamente los calentadores solares que se van fabricando. En este ambiente trabajará el jefe de producción y de logística junto a algunos operarios eventuales. Esta área contará con una mesa y equipos de calibración para poder llevar a cabo las funciones de control de calidad. Es importante que esta sala se ubique cerca de la zona de producción para así facilitar el acarreo de productos.

- Sala de reunión

  Se tendrá una sala de reunión que podrá tener usos múltiples para aquellos momentos en los que se requiera de la reunión de todos los trabajadores, entre otras actividades, tales como capacitación.

  La sala de reuniones de la empresa estará ubicada junto a las oficinas de los jefes administrativos, así como también junto a los baños.

- Oficinas administrativas

  Para definir las áreas de cada una de las oficinas se usó como base los estándares establecidos por D.R. Sule.

  Oficina gerente general: Esta oficina se encontrará en la esquina derecha de la planta, con una longitud de 6 metros de largo por 5 metros de ancho. Junto a esta oficina se encontrarán las oficinas del jefe de logística y del jefe de producción, los mismos que suelen tener contacto frecuente con el gerente general. Por su parte, la oficina de la gerencia general contará con un servicio higiénico propio, el cual se ubicará dentro de la oficina y será para uso exclusivo del gerente general.

  Oficina jefe de producción: El jefe de producción contará con la oficina más cercana al área de producción, así como contigua al área de control de calidad.

  Oficina jefe de logística: La oficina del jefe de logística contará con un área de 12 m². Contará al interior con un escritorio, y un pequeño estante.

Oficina jefe de ventas: El jefe de ventas dispondrá de una oficina ubicada junto a la oficina del jefe de logística y a la oficina del contador. Se prevé que esta sala tenga un área de 12 m².

Oficina contador: La oficina del contador de la empresa será la que esté junto a la sala de reuniones y tendrá una longitud de 4 metros por 3 metros de ancho igual que el resto de oficinas administrativas.

5.11.3. Cálculo de áreas para cada zona

Se debe determinar el área que ocupará la zona productiva. Para dicho fin se utilizará el método de Guerchet[21].

Para realizar correctamente este cálculo es necesario identificar el número total de equipos y maquinaria. Estos equipos se denominan Elementos Estáticos. El número de operarios totales y los equipos de acarreo se llaman Elementos Móviles. La superficie total necesaria será calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$St = n\,(Ss + Sg + Se)$$

Se detalla a continuación el significado de cada variable:

St = Superficie total

Ss= Superficie estática

Sg= Superficie de gravitación

n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

La Superficie Estática corresponde al área que ocupa los muebles, maquinarias y equipos. La Superficie de Gravitación es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo. La Superficie de Evolución es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Para el análisis se ha estimado el valor de la variable k en 2 según clasificaciones internacionales por tipo de planta. Cabe resaltar que para este análisis se está considerando mesas rotatorias, de tal forma que los lados de operación de las mesas son solo dos facilitando al operario el manejo de la materia prima que se

[21] Método para calcular el área mínima de producción de una planta.

considera grande y difícil de maniobrar. Asimismo, los elementos considerados para el Guerchet no está en función al número de máquinas, sino a las estaciones de trabajo donde se realiza cada operación.

El siguiente cuadro muestra que, luego de aplicar el método de Guerchet, el área requerida para la zona de producción es de aproximadamente 440 m2.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 5. 11

Matriz de Guerchet

Elementos	n	N	l(m)	a(m)	h(m)	Ss(m2)	Sg(m2)	Se(m2)	St(m2)
Balanza	1	3	1	2	0,6	2	6	16	24
Mesa de Corte y Trazado	1	2	5	2	1,2	10	20	60	90
Roladora	1	2	3	1,5	1,8	4,5	9	27	40,5
Mesa de Perforación y Soldado	1	2	5	2	1,2	10	20	60	90
Mesa de tubos	1	2	3	2	1,2	6	12	36	54
Estructura para vacío y sellado de tubos	1	1	2,5	1,5	1,6	3,75	3,75	15	22,5
Mesa ensamble	1	2	5	2	1,2	10	20	60	90
Carrito Tranportador	1	1	1,6	2	0,6	3,2	3,2	12,8	19,2
Trabajadores	6	-	0,5		1,65	0,5	-	1	9
									439,2

Elaboración propia

5.11.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

- Señalización

  Cada área debe encontrarse correctamente señalizada mediante franjas amarillas. Esta medida debe tomarse tanto para la planta como para la zona administrativa. En cada caso particular, ya sea zonas seguras en caso de sismo, accesos de entrada y salida, uso de equipos de seguridad y otros; se contará con la señalización respectiva. Es importante destacar que existen distintos tipos de señales, los cuales se dividen de acuerdo a la siguiente clasificación[22].

1. Señales de advertencia: Deben ser de forma triangular con pictograma negro sobre fondo de color amarillo.

2. Señales de peligro – prohibición: Indican la prohibición del comportamiento susceptible de provocar un peligro. Deben tener un pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda transversal de color rojo.

3. Señales de obligación: Son aquellas que inducen a un comportamiento determinado. Son de forma redonda con pictograma blanco sobre fondo azul.

4. Señales contra incendios: Son aquellas que señalan la ubicación de un equipo o sistema contra incendios. Son de forma rectangular o cuadrada con un pictograma blanco sobre fondo de color rojo.

5. Señales de salvamento o socorro: Son empleadas para señalizar todas las salidas de evacuación del edificio indicándose la dirección a seguir hasta el punto donde se encuentra la salida o sistema de socorro. Son de forma rectangular o cuadrada con un pictograma blanco sobre fondo verde.

[22] En el Anexo 12 del presente informe se encuentran los gráficos de cada tipo de señalización

5.11.5. Disposición general

Después de definir el área que tendrá la zona de producción es necesario también definir la mejor distribución de las demás áreas que compondrán la planta producción. Cada una de estas áreas debe ser ubicada de manera estratégica para que resulte conveniente y ayude a mejorar la productividad de la empresa.

Para este fin se empleará como herramienta principal el diagrama relacional. Este diagrama es un cuadro resumen que representa cada una de las actividades en función de la proximidad y el recorrido que debe haber entre cada una de ellas, es decir, cuáles deberían tener mayor proximidad y cuáles no. En tal sentido las áreas a considerar son las siguientes.

Áreas:

1. Almacén PT y MP
2. Producción
3. Sala de Reuniones
4. Área de calidad
5. SS.HH. Damas y vestidores
6. SS.HH. Varones
7. Comedor
8. Oficinas administrativas
9. SS.HH. Administrativas (Damas)
10. SS.HH. Administrativas (Varones)
11. Patio de maniobras

Se muestra a continuación la lista de motivos por los cuales los ambientes deban estar cerca o alejados, los cuales se usarán para determinar la proximidad o lejanía de las áreas previamente mencionadas.

Motivos:

1. Por secuencia de operaciones
2. Control
3. Abastecimiento de materiales
4. Por no ser necesario
5. Acondicionamiento del personal

6. Por comodidad

Después de haber definido las diferentes áreas que conforman nuestra planta, así como los motivos que podrían determinar su proximidad o lejanía, es importante también definir los parámetros y códigos que se usarán para llevar a cabo la evaluación. A continuación se presenta el cuadro resumen con los parámetros a utilizar, en el cual cada letra o código representa una relación de proximidad.

Tabla 5. 12

Relación de proximidad

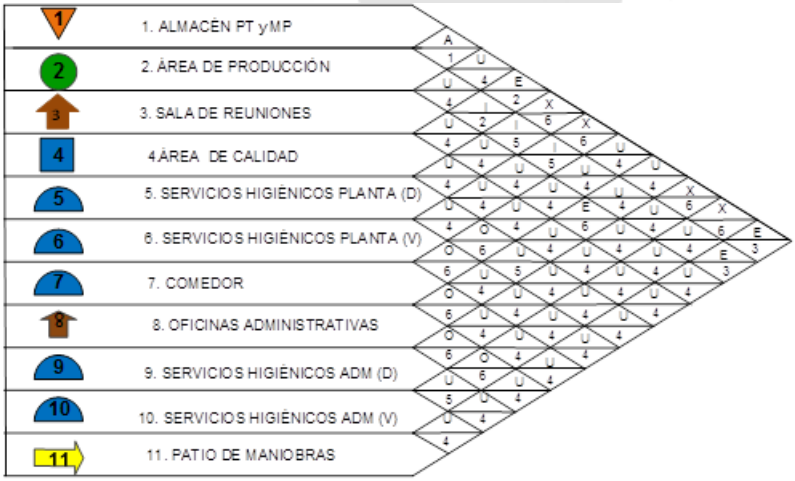
Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal
U	No importante
X	Indeseable

Elaboración propia

Finalmente, se hizo la evaluación correspondiente a través de la tabla relacional, la misma que mostramos a continuación; así como también el diagrama relacional asociado.

Figura 5. 10

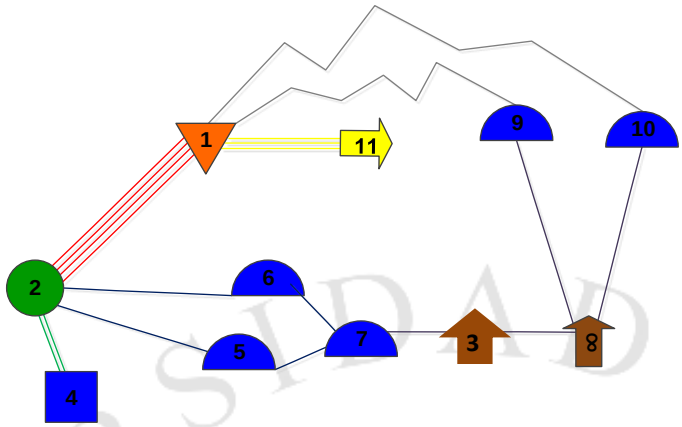
Áreas para el diagrama relacional



Elaboración propia

Figura 5. 11

Diagrama relacional



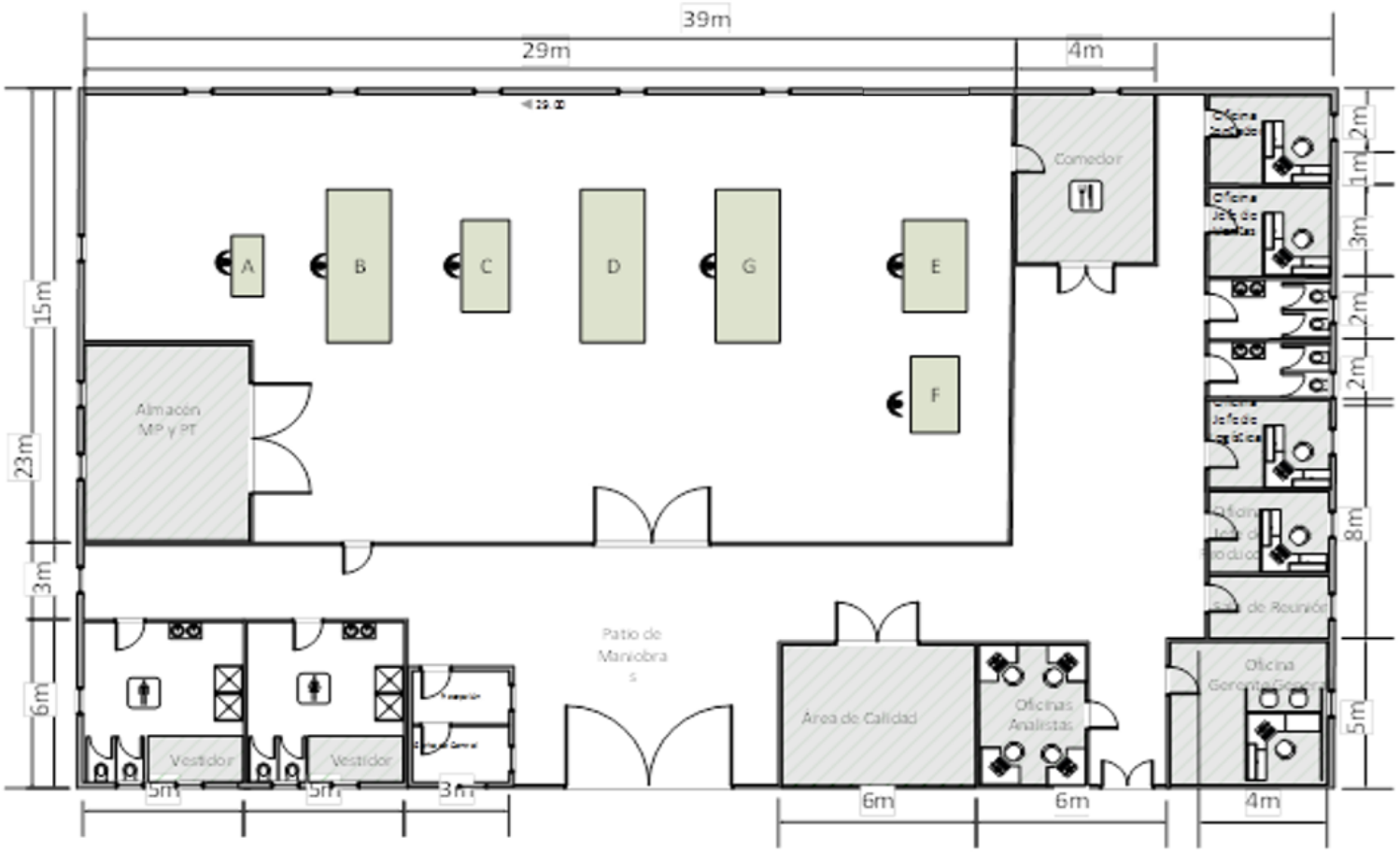
Elaboración propia

Tras hacer el análisis relacional y determinar la distribución de áreas se presenta el plano tentativo de nuestra organización.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Figura 5. 12

Plano tentativo de la planta



Escala:	Fecha:	Area	Integrantes:		
1:75	25/11/15	897 m² (23m x 39 m)	Jurado Sosa, Isabel Rocio Lazo Barbieri, Gonzalo José		Universidad de Lima Escuela Universitaria de Ingeniería Facultad de Ingeniería Industrial

Elaboración propia

El área total de la empresa sería de 900 metros cuadrados aproximadamente considerando tanto el ambiente de producción como el de áreas administrativas. En el siguiente cuadro se muestra la leyenda de las máquinas y mesas presentes en el área productiva.

Tabla 5. 13

Leyenda de los elementos considerados en el plano de planta

	Elemento	Largo (mts.)	Ancho (mts.)
A	Balanza	1	2
B	Mesa de corte y trazado	5	2
C	Roladora	3	1,5
D	Mesa de perforación y soldado	5	2
E	Mesa de tubos	3	2
F	Estructura para vacío y sellado de tubos	2,5	1,5
G	Mesa ensamble	5	2

Elaboración propia

5.12. Cronograma de implementación del proyecto

El anexo 13 muestra el cronograma de implementación del proyecto que tendrá el presente proyecto.

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1. Formación de la Organización empresarial

Para definir la organización empresarial más apropiada hay que definir primero la cantidad de socios que tendrá, el alcance de la empresa y las proyecciones de crecimiento de la misma. En este caso el número de socios será menor a cinco debido al tamaño de la operación.

Luego de haber analizado las variables antes mencionadas, se ha visto por conveniente es que sea una *sociedad de responsabilidad limitada* (S.R.L.) y a continuación se explican los puntos más importantes que sustentan la decisión tomada.

- Capital social

  En las S.R.L. el capital social está conformado por los aportes de todos los socios, cada una de las participaciones debe ser no menor al 25% del capital total. Los bienes pueden constituirse en dinerarios o no dinerarios.

- Órganos de la empresa

  Se debe contar con una Junta General de Socios, la cual representa a todos y cada uno de los socios existentes y la Gerencia, el cual es el órgano encargado de la dirección y administración de la empresa así como también el representante legal.

6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

La eficiente dirección de una organización depende de las competencias y habilidades de las personas que están a su cargo, así como también de las funciones establecidas para cada uno de los puestos. El personal directivo, administrativo y de servicios que se requerirá en la empresa, cumplirá funciones específicas para cada área de la compañía, en algunos casos funciones de planificación estratégica, en otros casos de operaciones y en algunos otros, funciones técnicas. A continuación se detalla cada uno de los puestos y sus respectivas funciones:

a. Gerente General

- Coordinar con todas las áreas el correcto funcionamiento organizacional.
- Revisar reportes mensuales de ventas, inversión, finanzas.
- Gestionar los temas legales y fiscales de la empresa.
- Informar a la junta de socios sobre la situación de la empresa.
- Supervisar la correcta utilización de los presupuestos de cada área.

b. Jefe de Producción

- Coordinar con el área de calidad la aceptación de los productos producidos.
- Supervisar el trabajo de los operarios y los tiempos de producción
- Distribuir al personal en las operaciones según lo requerido.
- Proponer nuevas técnicas de manufactura según las nuevas tecnologías.
- Realizar las pruebas de calidad establecidas para cumplir con los estándares.

c. Agente de Ventas

- Coordinar las reuniones con potenciales clientes.
- Asistir a reuniones de exposición y venta directa.
- Coordinar la gestión administrativa de ventas acordadas.

d. Encargado de Contabilidad y Finanzas

- Realizar la planificación de inversiones por periodo.
- Controlar y supervisar el presupuesto asignado a cada área.
- Coordinar con el área de abastecimiento el registro de compras.
- Asignar presupuestos a cada área por periodo contable.
- Solicitar un reporte mensual de gastos por área.
- Aprobar requerimientos de compra extraordinarios.

e. Encargado de Logística y Abastecimiento

- Identificar nuevos y potenciales proveedores.
- Asistir a reuniones con proveedores.
- Aprobar contratos de compra puntuales o por tiempos determinados.
- Generar reportes de compras y gastos respectivos mensuales.
- Realizar homologación de proveedores y categorizar según formatos evaluación.

f. Asistente Administrativo

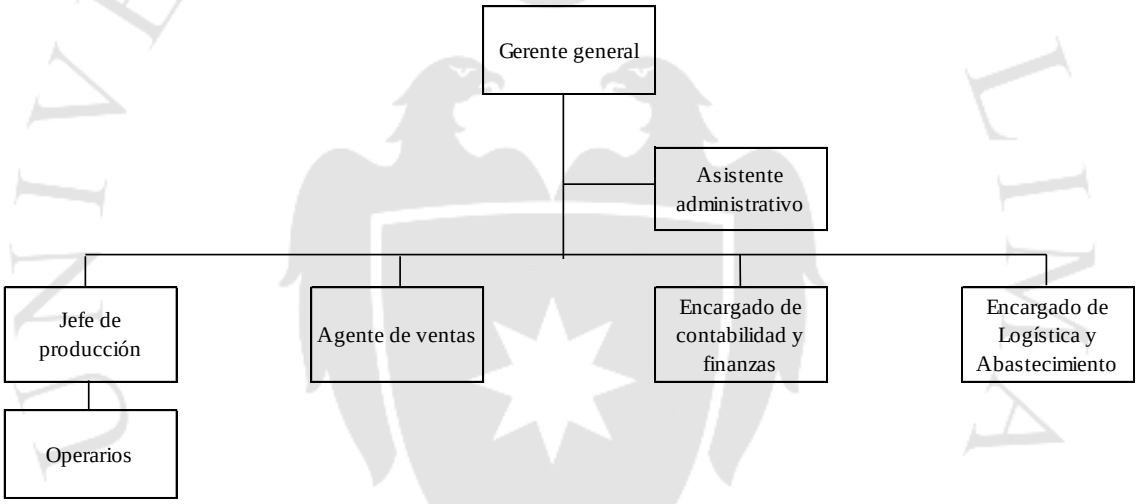
- Recibir y registrar las visitas a la organización.
- Recibir, realizar y derivar llamadas telefónicas.
- Enviar a cada área encargos y mensajes externos.
- Realizar las pruebas de calidad según las especificaciones del producto.

6.3. Estructura organizacional

En esta sección mostraremos el organigrama que representa tanto la estructura jerárquica como las áreas necesarias que estarán presentes en nuestra empresa.

Figura 6. 1

Estructura organizacional de la empresa



Elaboración propia

CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1. Inversiones

7.1.1. Estimación de las inversiones a largo plazo (tangibles e intangibles)

Se ha estimado que las inversiones a largo plazo de la organización ascienden a un monto de S/.1.906.622 el cual proviene de inversiones tanto tangibles como intangibles. A continuación se muestran los cuadros con las inversiones tangibles e intangibles detalladas.

Tabla 7. 1

Inversión fija tangible

INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	
	Importe (S/)
Terreno	653.400
Costo de construcción	683.100
Maquinaria y equipo	137.610
Instalación del equipo	61.925
Instalación y decoración	12.385
Tuberías instaladas	22.018
Electricidad instalada	13.761
Servicios instalados	55.044
Mobiliario de oficina	51.440
Implementos de baño	7.000
Implementos de vestuario	4.000
Implementos de comedor	2.540
Vehículo	132.000
TOTAL	**1.836.222**

Elaboración propia

Tabla 7. 2

Inversión fija intangible

INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	
	Importe (S/.)
Costos de Permisos Notariales	2.500,00
Software	7.260,00
Campaña inicial de publicidad	10.000,00
Estudio de pre-factibilidad	3.300,00
Asesoría Legal	5.000,00
Seguro vehicular	4.950,00
Gastos de organización	10.000,00
TOTAL	**43.010,00**

Elaboración propia

Luego de sumar ambos montos obtenemos que la inversión total a largo plazo asciende al monto total de S/.1.879.232

7.1.1. Estimación de las inversiones a corto plazo (capital de trabajo)

La inversión a corto plazo está constituida por el capital de trabajo, el cual se define como el monto de dinero que la empresa necesita para operar durante el tiempo que no tiene ingresos por ventas. Bajo esa premisa y teniendo en cuenta que los clientes son grandes empresas industriales, la modalidad de pago se ha establecido a 30 días.

En ese sentido, debemos calcular todo el flujo monetario necesario para poder operar sin problema durante este periodo de tiempo. El siguiente cuadro muestra los conceptos que componen el capital de trabajo.

Tabla 7. 3

Cálculo del capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO	
	Importe (S/)
Sueldos	38.900
Materia prima	85.657
Servicios	4.158
Contingencia	7.590
Otros gastos	1.500
TOTAL	137.806
Gasto diario	4.594
Ciclo de Caja	75 días
CAPITAL DE TRABAJO	**344.514**

Elaboración propia

A continuación se muestra el cuadro resumen de la inversión total requerida para poner en marcha el presente proyecto y para su primer mes de funcionamiento.

Tabla 7. 4

Cálculo de la inversión total

	Importe (S/)
INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	1.836.222
INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	43.010
CAPITAL DE TRABAJO	344.514
INVERSIÓN TOTAL	**2.223.746**

Elaboración propia

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de las materias primas

El costo de las materias primas representa un porcentaje importante del costo de producción. Además de ser un monto significativo, es también uno de los tres ítems importantes a considerar al momento de costear la producción. El cuadro inferior detalla cada uno de estos materiales con su costo respectivo.

Tabla 7. 5

Presupuesto del costo de la materia prima

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Planchas de Acero	551.430	551.430	551.430	551.430	551.430	551.430	551.430
Tubos	319.150	319.150	319.150	319.150	319.150	319.150	319.150
Barium Getter	13.396	13.396	13.396	13.396	13.396	13.396	13.396
Lámina de cobre	22.326	22.326	22.326	22.326	22.326	22.326	22.326
Ensambles	5.412	5.412	5.412	5.412	5.412	5.412	5.412
Poliuretano	15.750	15.750	15.750	15.750	15.750	15.750	15.750
Estructura Metálicas	81.000	81.000	81.000	81.000	81.000	81.000	81.000
Mangueras y válvulas	19.425	19.425	19.425	19.425	19.425	19.425	19.425
Material de Embalaje	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875
Total	1.035.764	1.035.764	1.035.764	1.035.764	1.035.764	1.035.764	1.035.764

Elaboración propia

7.2.2. Costos de la mano de obra directa

La mano de obra directa está constituida por los operarios que se encargan directamente de la manufactura de calentadores. Como se calculó en capítulos anteriores, la planta contará únicamente con seis operarios con un sueldo bruto mensual de mil doscientos soles.

Tabla 7. 6

Presupuesto de mano de obra directa

Mano de obra directa	Cantidad	Sueldo bruto mensual
Operarios	6	S/ 1.200

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mano de obra directa	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800
TOTAL M.O.D	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800

Elaboración propia

7.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

Los costos indirectos de fabricación incluyen todo aquello que no tiene que ver directamente con la fabricación del producto terminado, que lo trabaja o que tiene relación directa con su proceso de fabricación. Los costos indirectos incluyen materiales indirectos, mano de obra indirecta y otros costos en los que se incurre por la fabricación de manera indirecta.

- Mano de obra indirecta

  La mano de obra indirecta está conformada por todos aquellos colaboradores que, si bien no interfieren en la producción de calentadores, intervienen indirectamente en las actividades de producción. A continuación se muestra el presupuesto de mano de obra indirecta.

  Tabla 7. 7

  Presupuesto de mano de obra indirecta

Mano de obra indirecta	Cantidad	Sueldo bruto mensual (S/)
Jefe de producción	1	4.800
		4.800

(Continúa)

(Continuación)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mano de Obra Indirecta	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200
TOTAL M.O.I	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200

Elaboración propia

- Otros costos y gastos indirectos de fabricación

Dentro de los costos y gastos indirectos de fabricación, se encuentran diversos gastos que si bien no están involucrados directamente con la producción, interfieren de alguna manera u otra en el proceso productivo y que, por esta razón, deben ser considerados al momento de presupuestar todo el costo indirecto.

A continuación se mencionarán algunos de los costos y/o gastos indirectos de fabricación.

Depreciaciones: uno de los gastos que se encuentra ubicado dentro de los gastos indirectos de fabricación es la depreciación fabril. Para poder hallar los montos que corresponden a este concepto hay que hacer primero un presupuesto de depreciación de activos, el cual permitirá distinguir entre aquellos que corresponden a producción y los que no

Tabla 7. 8

Cuadro de depreciaciones y amortizaciones

Depreciación

Activo Tangible	Importe (S/.)	Deprec. Anual	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Val. Libros	/al. Mercado
Terreno	653.400	0%	-	-	-	-	-			653.400	784.080
Maquinaria y equipo	134.475	10%	13.447,50	13.447,50	13.447,50	13.447,50	13.447,50	13.447,50	13.447,50	40.343	40.343
Edificios Planta	683.100	5%	34.155	34.155	34.155	34.155	34.155	34.155	34.155	444.015	539.649
Instalaciones Planta	12.103	10%	1.210,28	1.210,28	1.210,28	1.210,28	1.210,28	1.210,28	1.210,28	3.631	3.631
Muebles Oficina	51.440	10%	5.144	5.144	5.144	5.144	5.144	5.144	5.144	15.432	15.432
Vehículos	132.000	25%	33.000	33.000	33.000	33.000	-	-	-	-	-
TOTAL	**1.666.518**		**86.957**	**86.957**	**86.957**	**86.957**	**53.957**	**53.957**	**53.957**	**1.156.820**	**1.383.134**

Amortización

Activo Intangible	Importe (S/.)	Amort. Anual	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Val. Libros	/al. Mercado
Legalización y permisos	5.000	50%	2.500	2.500	-	-	-	-	-	-	-
Licencias de cómputo	7.260	50%	3.630	3.630	-	-	-	-	-	-	-
Campaña incial de pub.	10.000	50%	5.000	5.000	-	-	-	-	-	-	-
Estudios	3.300	50%	1.650	1.650	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**25.560**		**12.780**	**12.780**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Cuadro resumen

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Val. Libros	/al. Mercado
Depreciación Fabril	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813	1.141.388	1.367.702
Depreciación no Fabril	38.144	38.144	38.144	38.144	5.144	5.144	5.144	15.432	15.432
Amortización Intangibles	12.780	12.780	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**99.737**	**99.737**	**86.957**	**86.957**	**53.957**	**53.957**	**53.957**	**1.156.820**	**1.383.134**

Elaboración propia

Mantenimiento y seguros: otro de los aspectos a considerar como parte de los costos indirectos de fabricación es el gasto en que se incurre por mantenimiento de maquinaria y equipos, así como también los gastos de asegurar la maquinaria. Los porcentajes estimados a nivel industrial son 2.5% y 3.5% por conceptos de mantenimiento y póliza de seguros anuales respectivamente. El porcentaje corresponde al valor calculado sobre el valor de la maquinaria; sin embargo, el concepto de mantenimiento y seguro se consideran dentro de los CIF fijos. A continuación se muestra el presupuesto por los gastos de mantenimiento y seguros.

Tabla 7. 9

Gastos por mantenimiento y seguro de máquinas y herramientas

Máquina (S/)	Total	Mantenimiento (2.5%)	Seguro (3.5%)
Máquina roladora	75.900,00	1.897,5	2.656,5
Soldadora oxiacetilénica	2.310,00	57,75	80,9
Sierra Cinta Italiana	23.100,00	577,5	808,5
Compresora	10.065,00	63,75	352,3
Soldadora eléctrica	6.600,00	165	231,0
Herramientas	16.500,00	412,5	577,5
Otros	3.135,00	78,4	109,7
TOTAL	137.610,00	3.440,3	4.816,4

Elaboración propia

Costos indirectos de fabricación fijos: el siguiente cuadro muestra el presupuesto de costos indirectos de fabricación fijos.

Tabla 7. 10

Presupuesto de costos indirectos de fabricación fijos (S/)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Servicio Mantenimiento	3.440	3.440	3.440	3.440	3.440	3.440	3.440
Seguro anual	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816	4.816
Capacitaciones en producción	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
Agua	1.343	1.343	1.343	1.343	1.343	1.343	1.343
Electricidad	3.276	3.276	3.276	3.276	3.276	3.276	3.276
Predios e impuestos	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL CIF FIJO	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376

Elaboración propia

Así pues, una vez presupuestados cada uno de los factores de los costos de producción, es decir, la materia prima, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, se puede obtener el presupuesto final de costos de producción, el mismo que se muestra en el cuadro a continuación.

Tabla 7. 11

Presupuesto de costos de producción

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Materia prima directa	1.027.889	1.027.889	1.027.889	1.027.889	1.027.889	1.027.889	1.027.889
Mano de obra directa	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800
Materia prima indirecta	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875	7.875
Mano de obra indirecta	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200	67.200
Depreciación Fabril	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813	48.813
Otros CIF fijos	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376	28.376
Otros CIF variables	190.653	190.653	190.653	190.653	190.653	190.653	190.653
Costo de Producción	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605
Costo Unitario	2.803	2.803	2.803	2.803	2.803	2.803	2.803

Elaboración propia

7.3. Presupuestos operativos

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Para realizar el presupuesto de ingreso por ventas se debe establecer el precio del producto durante todos los años de vida útil del proyecto. En ese sentido, se ha determinado que el precio no será constante, sino que cambiará a lo largo de los siete años. Esta decisión se ha tomado teniendo en cuenta que la demanda de calentadores ha sido considerada constante para los siete años y que la presencia en el mercado tiene que hacerse más sólida en el transcurso. Por lo tanto, tomando como base los 525 calentadores anuales, un incremento en el precio es significativo para los ingresos.

A continuación, se muestra el presupuesto de ingreso por ventas.

Tabla 7. 12

Presupuesto de ingreso por ventas

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas (Unds.)	525	525	525	525	525	525	525
Precio (S/)	5.593	5.593	5.593	5.593	5.593	5.593	5.593
Ingreso (S/)	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441

(Continúa)

(Continuación)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGRESOS (S/)	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441

Elaboración propia

7.3.2. Presupuesto operativo de costos y gastos

El presupuesto de costos de producción incluye todos los gastos y costos en los que se incurre para el correcto funcionamiento de la producción, sin embargo estos gastos no son los únicos que hay que considerar para el análisis financiero total. El presupuesto operativo es el que incluye todos aquellos gastos administrativos y operativos que no tienen que ver con la producción.

Tabla 7. 13

Presupuesto de costos y gastos operativos

Año (S/)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sueldos administrativos	376.600	376.600	376.600	376.600	376.600	376.600	376.600
Capacitaciones	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Combustible vehículo de ventas	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
Mantenimientos de vehículo	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Comisiones de Venta	14.682	14.682	14.682	14.682	14.682	14.682	14.682
Gastos de oficina	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800
Agua	72.800	72.800	72.800	72.800	72.800	72.800	72.800
Electricidad	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340
Telefonía e Internet	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
Depreciación no fabril	38.144	38.144	38.144	38.144	5.144	5.144	5.144
Amortización de intangibles	12.780	12.780	-	-	-	-	-
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	**574.646**	**574.646**	**561.866**	**561.866**	**528.866**	**528.866**	**528.866**

Elaboración propia

7.4. Presupuestos financieros

7.4.1. Presupuesto de servicio a la deuda

Después de calcular el monto total de la inversión necesaria para el proyecto, es oportuno establecer la relación entre deuda y capital social. Dado que los inversionistas aportarán un monto equivalente a 1.400.000 soles, el resto se debe conseguir por medio de financiamiento externo.

De esta manera, los porcentajes y montos respecto al total de la inversión quedarían de la siguiente manera.

Tabla 7. 14

Inversión total por fuente

	S/	%
CAPITAL SOCIAL	1.400.000	62,96%
DEUDA	823.746	37,04%

Elaboración propia

La deuda que deberá contraerse con la entidad financiera asciende al monto de S/ 823.746; el cual estará principalmente destinado a la compra de activo fijo antes mencionado. La institución financiera escogida para solicitar el financiamiento es la Caja Metropolitana de Lima, la misma que puede hacer frente al financiamiento antes mencionado ya que cuenta con algunos programas dirigidos a pequeñas empresas. La TEA estimada del financiamiento es de 35%.

En el anexo 14 se muestran los cálculos de los tipos de cuotas de crédito a fin de determinar la modalidad de pago más conveniente: tasas crecientes, decrecientes o constantes.

Luego de calcular el servicio a la deuda en cada una de las tres modalidades de pago de cuotas, se debe determinar cuál de ellas resulta más beneficiosa y para ello utilizaremos el COK o tasa esperada por los accionistas que, para fines del presente proyecto, se ha calculado en 12,10% considerando un valor Beta apalancado de 1,52.

Luego, se halló el Valor Actual (VA) para cada cuota y se obtuvo que las cuotas decrecientes son las más convenientes. El cuadro que sigue muestra los resultados obtenidos para cada una de las cuotas.

Tabla 7. 15

Cálculo del VA por cada tipo de cuota

Cuotas	VA
Constantes	S/. 2.017.348
Decrecientes	S/. 1.848.711
Crecientes	S/. 2.003.226

Elaboración propia

Por lo antes expuesto, el pagadero anual de la deuda considerando un año de periodo de gracia total, quedaría de la siguiente manera.

Tabla 7. 16

Presupuesto de servicio a la deuda (2016-2022)

Cuotas decrecientes

Año	2015 (Año 0)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Deuda	823.746	1.112.057	953.192	794.327	635.461	476.596	317.731	158.865
Amortización	-	158.865	158.865	158.865	158.865	158.865	158.865	158.865
Interés	-	389.220	333.617	278.014	222.411	166.809	111.206	55.603
Cuota	-	548.085	492.483	436.880	381.277	325.674	270.071	214.468

Elaboración propia

7.4.2. Presupuesto de Estado de Resultados

Para poder realizar el Estado de Resultados para cada año del proyecto, es indispensable considerar el costo de producción unitario hallado previamente, el cual analizado conjuntamente con el Plan Maestro de Producción, da como resultado el costo de ventas para año. Asimismo, se ha considerado que el inventario de producto terminado es nulo.

Tabla 7. 17

Plan maestro de producción (unidades)

Plan Maestro de Producción

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Demanda	525	525	525	525	525	525	525
Inventario Inicial	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Final	-	-	-	-	-	-	-
Producción	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**	**525**

Elaboración propia

Una vez que se cuenta con las unidades a producir durante la vida útil del proyecto, se puede calcular el presupuesto de costo de ventas, el mismo que se muestra a continuación.

Tabla 7. 18

Presupuesto de costo de ventas

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
COSTO DE VENTAS	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605

Elaboración propia

Para la elaboración del Estado de Resultados se ha considerado una tasa de Impuesto a la Renta de 30%, una reserva legal sobre las utilidades del 10%, la cual por ley puede acumularse únicamente hasta el 20% del capital social, en este caso S/. 280.000.

Finalmente el 100% de la utilidad neta, descontando la reserva legal, será repartida entre los socios al finalizar el año fiscal.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

Tabla 7. 19

Presupuesto de Estados de Resultados

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ingresos por Ventas	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441	2.936.441
Costo de Ventas	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605	1.471.605
Utilidad Bruta	1.464.835	1.464.835	1.464.835	1.464.835	1.464.835	1.464.835	1.464.835
Gastos operativos	574.646	574.646	561.866	561.866	528.866	528.866	528.866
Utilidad Operativa	890.189	890.189	902.969	902.969	935.969	935.969	935.969
Gastos Financieros	389.220	333.617	278.014	222.411	166.809	111.206	55.603
Utilidad de Explotación	500.969	556.572	624.955	680.558	769.161	824.764	880.366
Valor de Mercado							1.383.134
Valor en Libros							1.156.820
Utilidad antes de participaciones e impuestos	500.969	556.572	624.955	680.558	769.161	824.764	1.106.680
Participaciones	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos	500.969	556.572	624.955	680.558	769.161	824.764	1.106.680
Impuesto a la Renta	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748	247.429	332.004
Utilidad Neta	**350.678**	**389.600**	**437.468**	**476.390**	**538.412**	**577.334**	**774.676**
Reserva Legal	35.068	38.960	43.747	47.639	53.841	57.733	77.468
Repartición de Utilidades a Socios	315.611	350.640	393.722	428.751	484.571	519.601	697.209
Utilidades retenidas	-	-	-	-	-	-	-

Elaboración propia

7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera

Una vez calculados todos y cada uno de los ingresos y egresos anuales del proyecto, así como la configuración total del capital social y la deuda a largo plazo contraída con la institución financiera, se puede proceder con la elaboración del Balance General de apertura, esto quiere decir para el inicio del año cero.

Para ello es importante precisar que el único flujo de efectivo que se tiene para el año 0 del proyecto es el capital de trabajo que se calculó previamente, ya que este monto es el que se necesita para operar mientras la empresa no tiene otros ingresos.

A continuación, se muestra el Estado de Situación Financiera de apertura para el año cero del proyecto.

Tabla 7. 20

Balance general – Activo (S/)

Año	2015
Activo Corriente	
Efectivo	344.514
Cuentas por cobrar	
Inventario	
Activo Diferido	288.311
Total Activo Corriente	**632.825**
Activo No Corriente	
Activo Fijo Tangible	1.836.222,00
Activo Fijo Intangible	43.010,00
(-) Depreciación y Amortización Acumulada	
Total Activo No Corriente	**1.879.232**
TOTAL ACTIVO	**2.512.057**

Elaboración propia

A continuación, se evaluará la otra sección del Balance general de la empresa para el año cero, el cual se divide en dos grandes partes: el pasivo y patrimonio. El primero hace alusión a las obligaciones de la empresa en el corto y largo plazo, y la segunda sección se compone básicamente del capital social con el que cuenta la empresa al empezar su vida útil.

Tabla 7. 21

Balance general – Pasivo y patrimonio (S/)

Año	2015
Pasivo Corriente	
Impuesto a la renta por pagar	
Participaciones por pagar	
Deuda Corto Plazo	
Total Pasivo Corriente	**-**
Pasivo No Corriente	
Deuda Largo Plazo	823.746
Interes Capitalizado	288.311
(-) Amortización Acumulada Deuda	-
Total Pasivo No Corriente	**1.112.057**
Patrimonio	
Capital Social	1.400.000
Utilidades Retenidas	
Reserva legal	
Total Patrimonio	**1.400.000**
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	**2.512.057**

Elaboración propia

7.4.4. Flujo de caja de corto plazo

El flujo de caja de una empresa es el informe financiero que permite detallar los ingresos y egresos de efectivo dentro de un determinado periodo. Su objetivo es evaluar la capacidad que tiene la empresa para generar flujos de efectivo positivos, asimismo puedes brindar una idea de la capacidad que tienen las empresas para cumplir con sus obligaciones, entre otros. El siguiente cuadro muestra el flujo de caja de corto plazo propuesto para el proyecto. Dicho flujo ha sido calculado en base a los presupuestos que se han expuesto en todo el capítulo.

Tabla 7. 22

Flujo de caja al inicio del proyecto (S/)

Año	2016
Ingresos (efectivo)	3.036.251
Costo de Producción (Sin depreciación)	1.422.792
Gastos Operativos (Sin depreciación)	523.722

(Continúa)

(Continuación)

Año	2016
	389.220
Amortización de Deuda	158.865
Venta de activos	-
Impuesto a la renta [23]	-
Participaciones	-
Repartición de Utilidades a Socios	315.611
Movimiento de Efectivo	**226.041**

Elaboración propia

El flujo de caja mostrado en la tabla anterior se ha calculado al finalizar el año uno del proyecto.

7.5. Flujo de fondos netos

7.5.1. Flujo de fondos económicos

Hacer la evaluación económica de un proyecto implica hacer un análisis para determinar la rentabilidad o retorno de la inversión al término de la vida útil del proyecto, bajo el supuesto de que no habrá financiamiento externo, es decir, en el escenario de que los accionistas aportarían todo el capital necesario. Para realizar dicha evaluación se parte de la utilidad neta correspondiente a cada año, así también hay que considerar la inversión en el año cero, la cual representa el aporte total hecho por el accionista. En cada uno de los siguientes años es necesario devolver las cuentas que tuvieron signo negativo en el Estado de Resultados, estas cuentas son la depreciación y amortización, las cuales no representaron salida de dinero real, el valor en libros de la liquidación de activos, el capital de trabajo y el 70% de los gastos financieros debido a que no se considera financiamiento externo y estos generaron un escudo fiscal del 30% al representar un gasto.

[23] Impuesto a la renta del año 2016 se declara en el año 2017.

Tabla 7. 23

Flujo de fondos económico

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Utilidad Neta		350.678	389.600	437.468	476.390	538.412	577.334	774.676
Inversión	2.223.746							
Depreciación y Amortización		99.737	99.737	86.957	86.957	53.957	53.957	53.957
Valor en Libros								1.156.820
Capital de Trabajo								137.806
Gastos Financieros x 0.7		272.454	262.724	243.263	214.071	175.149	126.497	68.114
Flujo de Fondos Económico	**2.223.746**	**722.869**	**752.061**	**767.688**	**777.418**	**767.518**	**757.788**	**2.191.373**

Elaboración propia

7.5.2. Flujo de fondos financieros

Por su parte, la evaluación financiera de proyectos es un análisis que busca determinar la rentabilidad o retorno del proyecto al término de su vida útil, considerando que existe financiamiento externo, es decir, los accionistas y acreedores aportan juntos el capital necesario. Se toma como punto de partida la utilidad neta, luego se considera la inversión inicial realizada por los accionistas y se devuelve la deuda, dado que ahora se considera el financiamiento externo. Así también, se devuelven los valores de las cuentas de depreciación, amortización, valor en libros, capital de trabajo y, además, se considera la amortización de la deuda.

El siguiente cuadro muestra el flujo de fondos financieros del presente proyecto.

Tabla 7. 24

Flujo de fondos financiero

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Utilidad Neta		350.678	389.600	437.468	476.390	538.412	577.334	774.676
Inversión	-2.223.746							
Depreciación y Amortización		99.737	99.737	86.957	86.957	53.957	53.957	53.957
Valor en Libros								1.156.820
Capital de Trabajo								137.806
Deuda	823.746							
Amortización de la deuda		39.716	79.433	119.149	158.865	198.582	238.298	278.014
Flujo de Fondos Financiero	**- 1.400.000**	**410.699**	**409.905**	**405.276**	**404.482**	**393.788**	**392.993**	**1.845.245**

Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Luego de obtener el flujo de fondos económico, se calcula el valor actual neto empleando la tasa COK o costo de oportunidad del accionista. Para calcular esta tasa se utilizó la metodología del CAPM (Capital Asset Pricing Model) ajustada para países emergentes. La tasa libre de riesgo (Rf) equivale a un 4,5%, la cual es una suma del 3% como tasa libre de riesgo de un mercado maduro y un 1,5% de riesgo país Perú. Por último, se asume una prima de mercado de 5%.

$$CAPM = Rf + B * (Rm – RF) = 12,10\%$$

Dado que el COK resultante es menor que la tasa efectiva anual multiplicada por 0.7, ello indica que para efectos del análisis de viabilidad del proyecto se debe utilizar esta tasa. Asimismo, para efectos de la evaluación económica calcularemos la tasa interna de retorno TIR, la cual representa la tasa promedio de los rendimientos futuros de la inversión, el periodo de recupero que representa el tiempo que se demoraría el proyecto en devolver la inversión a los accionistas y finalmente la relación beneficio costo.

Tabla 8. 1

Indicadores del proyecto (Punto de vista económico)

VANE	1.691.505
TIRE	30,37%
RELACION B/C	1,76
PERIODO DE RECUPERO	3 AÑOS 5 MESES 14 DÍAS

Elaboración propia

Luego de analizar cada uno de los indicadores podemos inferir de que, desde el punto de vida económico, el proyecto es rentable dado que el VAN resulta mayor a cero, la TIR supera al COK por lo tanto supera las expectativas del accionista, la relación beneficio costo es mayor a la unidad y el periodo de recupero se da dentro de la vida útil del proyecto.

8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Ahora es pertinente calcular también los indicadores del proyecto, que son los mismos que hallamos en el acápite anterior, pero esta vez desde el punto de vista financiero.

Tabla 8. 2

Indicadores del proyecto (Punto de vista financiero)

VANF	1.004.359
TIRF	26,58%
RELACION B/C	1,72
PERIODO DE RECUPERO	4 AÑOS 4 MESES 27 DÍAS

Elaboración propia

De la misma manera, podemos concluir que financieramente hablando, el proyecto es rentable porque el VAN es positivo, por otro lado el proyecto supera las expectativas de los accionistas porque la TIR es mayor que el COK calculado previamente, la relación beneficio costo es mayor a la unidad y finalmente el periodo de recupero también se da dentro del tiempo de vida útil del proyecto.

8.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto

- La liquidez (o solvencia a corto plazo) es la capacidad que posee la empresa de hacer frente a sus obligaciones financieras a corto plazo. Los indicadores a evaluar son:

  Razón Corriente: se calcula dividiendo el total del activo corriente, entre el total de los pasivos corrientes:

  Tabla 8. 3

  Razón Corriente

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Activo Corriente	759.055	755.568	747.921	740.332	715.846
Pasivo Corriente	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748
Razón Corriente	**5,05**	**4,53**	**3,99**	**3,63**	**3,10**

Elaboración propia

Es decir, que para el año 2016 se tienen 5,05 soles para cubrir mis obligaciones a corto plazo por cada sol de deuda. Los indicadores resultantes de los años operativos de la fábrica reflejan una alta capacidad para poder cubrir las deudas a corto plazo. En el último año el número incrementa por el efectivo disponible gracias a la liquidación de los activos fijos.

Razón ácida: es un índice más exigente que la razón corriente, ya que no toma en cuenta los inventarios. Esta razón proporciona una mejor medida de liquidez general sólo cuando el inventario no puede convertirse rápidamente en efectivo.

Tabla 8. 4

Razón ácida

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Activo Corriente	759.055	755.568	747.921	740.332	715.846
Pasivo Corriente	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748
Inventario	-	-	-	-	-
Razón ácida	**5,05**	**4,53**	**3,99**	**3,63**	**3,10**

Elaboración propia

Se puede apreciar que el ratio de razón ácida no varía respecto a la razón corriente, y esto se debe a que la empresa no mantiene inventarios. Sin embargo, tener tanta liquidez tampoco es bueno y menos en efectivo disponible ya que se deja de invertir o de crear negocio al inmovilizarlo.

Razón de efectivo: considera la relación entre el efectivo en caja y disposición inmediata de efectivo en bancos frente a las deudas de corto plazo.

Tabla 8. 5

Razón de efectivo

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Efectivo	226.041	222.553	214.906	207.318	182.831
Pasivo Corriente	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748
Razón de efectivo	**1,50**	**1,33**	**1,15**	**1,02**	**0,79**

Elaboración propia

Capital de Trabajo: es un índice que muestra la protección para los acreedores en caso la empresa entre en recesión. Teóricamente se define como los recursos que le quedarían a la empresa para poder operar después de cubrir sus obligaciones de Corto Plazo.

Tabla 8. 6

Capital de trabajo

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Activo Corriente	759.055	755.568	747.921	740.332	715.846
Pasivo Corriente	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748
Capital de trabajo	**608.765**	**588.596**	**560.434**	**536.165**	**485.098**

Elaboración propia

- Análisis de solvencia: la solvencia es la capacidad de una empresa para cumplir todas sus obligaciones sin importar su plazo. Se dice que una empresa cuenta con solvencia cuando está capacitada para liquidar los pasivos contraídos y que podrá conservar dicha situación en el futuro.

- Razón deuda-patrimonio: evalúa la relación de deuda total con los aportados por los propietarios. Mide por cada sol aportado por los accionistas cuántos soles de deuda se tiene.

Tabla 8. 7

Razón deuda-patrimonio

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Total Pasivo No Corriente	953.192	794.327	635.461	476.596	317.731
Total Patrimonio	1.435.068	1.474.028	1.517.775	1.565.414	1.619.255
Razón deuda-patrimonio	**0,66**	**0,54**	**0,42**	**0,30**	**0,20**

Elaboración propia

Es decir, que por cada sol aportado por los accionistas, se tiene S/. 0,66 de deuda en el corto plazo para el año 2016. Con el paso de los años, este ratio se ve disminuido principalmente por el decrecimiento de la deuda (ya que esta se viene amortizando) y el aumento del patrimonio por el aumento de las utilidades retenidas.

- Razón de endeudamiento: indica la proporción de los activos totales que financian los acreedores (terceros) de la empresa. A mayor el ratio, mayor grado de endeudamiento y apalancamiento financiero. Constituye una medida de riesgo financiero.

Tabla 8. 8.

Razón de endeudamiento

	Año				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Total Activo	759.055	755.568	747.921	740.332	715.846
Pasivo Corriente	150.291	166.972	187.486	204.167	230.748
Pasivo No corriente	953.192	794.327	635.461	476.596	317.731
Razón de endeudamiento	**0,43**	**0,39**	**0,35**	**0,30**	**0,25**

Elaboración propia

Los activos de la empresa hasta el final del segundo año se ven desarrollados principalmente con capital ajeno al de los inversionistas, sin embargo no son números altos con un promedio del 35% en el periodo en mención. En los años posteriores al disminuir la deuda, el financiamiento de los activos totales llega a ser de 25%, minimizando el riesgo de un posible embargue.

8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto

Un análisis de sensibilidad tiene por objetivo conocer la rentabilidad real de un proyecto considerando tres posibles escenarios. El escenario moderado contempla las ventas pronosticadas en este estudio, el escenario optimista supera dichas ventas en un 20% para todos los años y finalmente un escenario pesimista que supone una reducción del 15% en las ventas de la empresa.

Para llevar a cabo el análisis de sensibilidad es necesario asignar un porcentaje de probabilidad a cada escenario con el objetivo de obtener un promedio ponderado que represente una situación más acercada a la realidad. A continuación, presentamos los cuadros que resumen dichos análisis en cada uno de los tres escenarios.

Tabla 8. 9

Ventas estimadas por escenario (unidades)

Probabilidad	**Escenario**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
50%	**Moderado**	525	525	525	525	525	525	525
20%	**Optimista**	600	600	600	600	600	600	600
30%	**Pesimista**	440	440	440	440	440	440	440

Elaboración propia

Después de obtener cada una de las estimaciones de venta, se procede con el análisis de indicadores los cuales presentamos a continuación.

Tabla 8. 10

Indicadores económicos por escenario

	Análisis Financiero		Análisis Económico	
	VAN	TIR	VAN	TIR
Moderado	1.004.359	27%	1.691.505	30%
Optimista	1.715.179	37%	2.424.471	38%
Pesimista	194.425	15%	856.193	21%

Elaboración propia

De la misma manera y para finalizar el análisis de sensibilidad, se presentan los análisis financiero y económico.

Tabla 8. 11

Indicadores esperados

	VAN Esperado	TIR esperado
Análisis Financiero	903.542	25%
Análisis Económico	1.587.505	29%

Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro, los valores de los indicadores tanto económicos como financieros presentan una leve reducción respecto al análisis inicial. Esta información es útil porque nos permite contemplar un margen de error en las venas estimadas, un factor que probablemente ocurra durante la implementación del proyecto.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

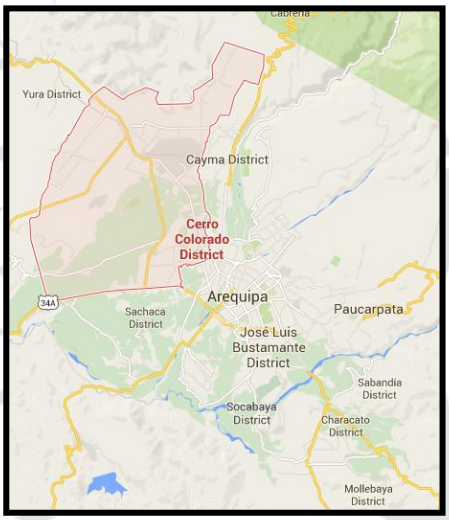
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

La evaluación social de un proyecto busca medir los efectos indirectos que la implementación del mismo generará a través del tiempo. Estos impactos pueden afectar tanto al medio ambiente como a la economía de un determinado lugar de manera positiva o negativa. Para entender a mayor detalle cuáles son los posibles efectos que el proyecto podría generar sobre la economía se trabajará con diferentes indicadores del proyecto. Primero, se determinará cuáles son las zonas o lugares en los cuales se puede considerar un cambio como producto de la implementación del proyecto.

Figura 9. 1

Mapa geográfico del distrito Cerro Colorado - Arequipa



Fuente: Google Maps (2015)

Como se observa en la imagen, el distrito en donde se ubicaría la planta se encuentra muy cerca del centro de Arequipa. Por la cercanía y rapidez de transporte, se considera que tanto Cerro Colorado, Yura, Cayma y Arequipa propiamente dicha son los lugares más beneficiados por las operaciones de la empresa. La mano de obra será elegida tomando en cuenta la cercanía de las comunidades para disminuir el tiempo de viaje y maximizar la productividad de las horas hombre del personal.

Se concluye entonces que la influencia social del proyecto, tomando en cuenta las distancias promedio de los distritos aledaños, abarcará aproximadamente un radio de 6 km.

9.2. Análisis de indicadores sociales (valor agregado, densidad de capital, intensidad de capital, generación de divisas)

Valor Agregado

Este indicador refleja el aporte, medido en unidades monetarias, que se añade a los insumos y materias primas con el objetivo de asegurar su transformación final. Las cuentas que forman parte de este valor agregado son los sueldos, intereses, depreciación de activos, utilidades e impuestos. Es necesario descontar los valores agregados de todos los años y presentarlos en su valor actual para poder tener un valor que represente los beneficios del proyecto.

Tabla 9. 1

Valor agregado del proyecto (S/)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Valor Agregado Flujo	1.900.677	1.900.677	1.900.677	1.900.677	1.900.677	1.900.677	2.126.991
Valor Agregado Actual	**8.747.547**						

Elaboración propia

Densidad de capital

Es la relación entre la inversión del capital y el empleo generado en la zona de influencia. Para este cálculo se consideran 25 personas trabajando en la organización.

Tabla 9. 2

Densidad de capital del proyecto

Densidad de Capital (S/.)	**88.950**

Elaboración propia

Intensidad de capital

Se calcula dividiendo la inversión total entre el valor agregado hallado anteriormente. Nos permite conocer cuál es el grado de aporte del proyecto según el grado de inversión. En otras palabras, demuestra cuánto del valor agregado se obtuvo a partir de la inversión inicial.

Tabla 9. 3

Intensidad de capital del proyecto

Intensidad de Capital	**0,25**

Elaboración propia

Productividad de la Mano de Obra de Producción

Nos sirve para calcular cual es la productividad promedio de un operario, en este caso, en unidades al año. Se calcula la producción anual promedio y se divide entre el total de operarios de producción.

Tabla 9. 4

Productividad de la mano de obra del proyecto

Productividad de la Mano de Obra (Unidades/Operario-Año)	**88**

Elaboración propia

Producto - Capital

Es el indicador inverso de la intensidad de capital. Se interpreta como cuánto dinero se produce por cada unidad monetaria invertida.

Tabla 9. 5

Producto capital del proyecto

Producto – Capital	**3,93**

Elaboración propia

Generación de divisas

En este estudio en particular, el proyecto no generará divisas ya que todo lo producido será vendido en el mercado local. La maquinaria será importada pero el proceso de importación lo realiza la empresa vendedora a nivel nacional a la cual se le está contratando para este servicio.

CONCLUSIONES

- En la actualidad, la aplicación de prácticas y procedimientos libres de cualquier tipo de contaminación ha aumentado desde los últimos años. Esto no se debe sólo a los requerimientos legales en cada país del mundo sino también por la interiorización por parte de las organizaciones privadas del riesgo inminente que representan algunas malas prácticas.

  Es así que el presente estudio ofrece al mercado un producto, ciertamente de tecnología ya existente, que propone el aprovechamiento de la energía solar para usos industriales, específicamente el pre calentamiento de agua que posteriormente será utilizada en calderos industriales.

  Al ser un producto cuya operación no produce contaminación de ningún tipo, se convierte en un artefacto muy llamativo y demandado por las industrias que anualmente invierten mucho dinero en la generación de energía mediante procesos convencionales. De esta forma, la empresa dueña de los pre calentadores solares aprovechará contantemente la energía solar para sus procesos productivos reduciendo considerablemente el uso de combustibles y por ende, sus costos.
- Para un estudio de pre factibilidad como el presente proyecto, es necesario un estudio muy certero sobre la localización de planta. Desde un punto de vista económico, los costos asociados al transporte y logística de materia prima varían drásticamente dependiendo de la lejanía de los proveedores de materia prima. Por lo tanto, es necesario asignar correctamente la importancia que tendrá cada factor en las herramientas cuantitativas empleadas para determinar la localización, sobre todo, a nivel macro.

  Ello también considerando que Arequipa, departamento elegido para nuestra localización, tiene una prominente industria de calentadores solares, que si bien están destinados principalmente al uso doméstico, podría implicar un riesgo futuro de encontrarnos frente a un mercado con un nivel de competencia bastante alto.
- Toda implementación de un proyecto trae consigo consecuencias que pueden percibirse como negativas o positivas en las zonas de influencia dependiendo de

la coyuntura presente. Es así que analizando los resultados obtenidos del análisis de evaluación social se puede concluir que, por más que nuestro proyecto cuenta con pocas personas, se podrá generar un impacto positivo en la economía de las zonas aledañas. Se ofrecerán puestos de trabajos y éstos generarán cambios positivos como el Valor Agregado a la Materia Prima requerida. Asimismo, se espera dinamizar la industria de los pre calentadores solares y que cada año la demanda aumente. De esta manera, nos veremos en la posibilidad de ofrecer un mayor número de empleos impactando de manera favorable en la economía de Arequipa y, de manera general, la del Perú.

- Inicialmente se decidió segmentar el mercado con la finalidad de concentrarlo en las industrias textil y alimentaria, sin embargo, la demanda potencial se vio drásticamente reducida. Esta limitación representa una barrera que frustra los planes de expansión de la empresa en el corto y mediano plazo ya que si se tiene en cuenta que el mercado para los siguientes años del proyecto crece únicamente en el número de calderos nuevos, reducirlo a un par de industrias limita considerablemente las posibilidades.
- Luego de llevar a cabo un análisis financiero y económico del proyecto, los indicadores económicos y los ratios analizados concluyen en que el proyecto es totalmente rentable para todos los años de vida útil. Esta inferencia se obtiene no solamente de analizar el valor positivo del indicador VNA o de obtener que la TIR es mayor que la tasa de oportunidad del accionista, sino que además los valores obtenidos son reales, mostrando que durante los primeros años las utilidades a los socios son reducidas y conforme avanza el tiempo éstas van creciendo hasta obtener una utilidad neta aproximada de 774.676 soles.

RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Resulta de crucial importancia realizar un análisis de costes anuales dirigido a aquellas industrias en las cuales se obtiene vapor de agua mediante procesos convencionales. Es decir, industrias en las cuales todo el calor necesario para calentar el agua se obtiene de procedimientos tradicionales como la utilización de combustible.

  En ese sentido, se plantea evaluar y presentar un sustento económico que respalde la propuesta de adquirir un calentador solar considerando los siguientes conceptos, al menos durante los años estimados del presente estudio.

Tecnología propuesta en el estudio	**Métodos existentes**
Inversión inicial	Costo empleado en combustible
Costo de Mantenimiento	Costo de contaminación ambiental
Costo de Renovación (Vida Útil)	Costo del desgaste de calderos
Costo de Espacio	
Costo de instalación	

Elaboración propia

  Es primordial que este análisis de costes se lleve a cabo con la finalidad de corroborar que la tecnología propuesta en el estudio realmente se traduce en costos menores para las empresas y que hacer la inversión inicial tiene resultados que ameritan el cambio.

- Muchas organizaciones buscan ventajas competitivas que las diferencien de sus competidores. Esto es una técnica muy utilizada en la actualidad que ayuda de una forma u otra a aumentar las ventas totales de la empresa. Uno de estos reconocimientos que logran una diferenciación son los estándares de calidad.

  La ISO50001 es un normativa estándar internacional desarrollada por la Organización Nacional de Estandarización cuyo objetivo es mantener y mejorar el sistema de administración de energía. De esta forma asegurar un buen desempeño mediante un enfoque sistemático e integral que permita reducir continuamente la utilización de energía y así disminuir sus costos asociados y la emisión de gases invernaderos.

En ese sentido, es recomendable para el proyecto integrar al plan de trabajo un estudio sobre la ISO50001 y capacitar a los vendedores sobre cómo el producto puede ayudar a que nuestros clientes logren obtener dicho reconocimiento de nivel mundial. Finalmente, la organización logrará captar un mayor número de industrias que deseen comprar nuestros productos y así generar una mayor rentabilidad.

- Dentro del análisis económico y financiero se pudo notar que los ratios de liquidez se encontraban por encima de lo esperado o de lo más conveniente. Ello se debe principalmente a que la modalidad de pago es al contado y el flujo de efectivo es dinámico. Sin embargo, tener una liquidez elevada tampoco resulta muy beneficioso porque es dinero inmovilizado que no genera nuevos ingresos.
- Para controlar el nivel de liquidez se proponen dos alternativas: la primera y más lógica es invertir este dinero en nueva tecnología o publicidad. La otra alternativa radica en dar mayor crédito a nuestros clientes y con ello generar eventualmente un incremento de la participación de mercado.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

REFERENCIAS

Armijo, J., & Salas, G. (2008). Ahorro de energía en una caldera utilizando economizadores. *Revista peruana de Química e Ingeniería Química,* (11)1, 42-46. Recuperado de: https://docplayer.es/26201868-Ahorro-de-energia-en-una-caldera-utilizando.html

Calor de Hogar. (Agosto 2015). Fichas técnicas solares. Recuperado de http://www.calordehogar.com/archivos%20pdf/Ficha%20tecnica%20solares.pdf

Construtek. (Setiembre 2015). Ficha técnica de la lana de vidrio. Recuperado de http://www.construtek.com.pe/portfolio/ficha-tecnica-lana-de-vidrio/

CubaSolar. (Setiembre 2015).Ventajas y desventajas de los calentadores solares. Recuperado de http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia66/HTML/Articulo19.html

Díaz, B., Jarufe, B., y Noriega, M. T. (2013). *Disposición de planta.* Lima: Universidad de Lima.

Ferretería Bricolandia. (2015). Tienda online de maquinaria, herramientas, ferretería y bricolaje. Recuperado de https://www.bricolandia.es/category/herramientas-electricas/maquinas-estacionarias/sierras-de-cinta-para-madera/

Fujisol. (2015). Fujisol. Recuperado de www.fujisol.com

Google Maps. (2015). Google Maps Cerro Colorado, La Joya y Arequipa. Recuperado de https://www.google.com/maps

Google Maps. (s.f.). Google Maps. Cerro Colorado Mapa Geográfico. Recuperado de https://www.google.com.pe/maps/place/Cerro+Colorado/@-16.34874,-71.6538274,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x9142360c24fc64b5:0x6607d4cd6a9ce4ff!8m2!3d-16.3814477!4d-71.5557385

HB Machinery. (2015). HB Machinery. Recuperado de https://www.hb-machinery.nl/NL/mvc/auction_auctionrun_list.html/%20/%20-+

Incropera, F., & Dewitt, D. (2008). *Fundamentos de la Transferencia de Calor.* Ciudad de México: Pearson.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2015). INDECI. Recuperado de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc709/doc709-8.pdf

Instituto Nacional de Estadistica e Informática (INEI). (2017). *Informe técnico No 02 Producción Nacional.* Lima: Autor.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2009). *Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2009.* Lima: Autor.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *Índice de Desarrollo Humano departamental, provicinal y distrital 2012.* Lima:Autor.

International Renewable Energy Agency [IRENA]. (2015). *Quality Infrastructure for Renewable Energy Technologies Solar Water Heaters.* Abu Dhabi: Autor.

JGV Instalaciones. (2015). Calderas-Gas-Fontanería-Calefacción-Aire Acondicionado. Recuperado de http://jgv-instalaciones.es/calderas-condensacion-baxi/ Lima: Autor

JJR Inversiones. (s.f.). Productos para calentadores solares. Recuperado de http://www.jjrinversiones.com/productos/

Kadono Nakamura, C. A. (1972). *Radiación Solar en el Perú.* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista). Universidad Nacional de Ingeniería.

Machicao, J. C., y Olazabal, J. (2013). Balance y perspectivas del aporte de la energía al desarrollo sostenible en el Perú. *Matriz energética en el Perú y energías renovables*. Recuperado de http://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/10182.pdf.

MG Sistemas Solares. (2015). Tipos de colectores solares. Recuperado de http://www.mgsistemassolares.com/tiposColectores.html

Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Plan Energético Nacional 2014 - 2025.* Lima: Autor.

Ley N.°29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (julio 2012). Recuperado del sitio de internet del Ministerio de Trabajo: http://www.mintra.gob.pe/normaCompletaSNIL.php?id=3601

Ministerio del Ambiente. (Noviembre de 2013). Perú: el tercer país más vulnerable al cambio climático. Recuperado de http://cop20.minam.gob.pe/688/peru-el-tercer-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico/

Páginas Amarillas. (2015). Directorio de Empresas del Perú. Recuperado de www.paginasamarillas.com.pe

Pachauri, R y Meyer, L. (2014). *Informe de síntesis de Cambio Climático 2014.* Recuperado del sitio de internet de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

PRODUCE. (2015). *Parques Industriales por Región.* Lima:Autor

Quintanilla, E. (2016). *Perú: Soluciones para un mercado eléctrico de alto crecimiento - Promoción de energías renovables... y competitivas.* Recuperado del sitio de internet de OSINERGMIN: https://www.osinergmin.gob.pe/Paginas/ARIAE-XX/uploads/Energias-renovables-competitivas-ARIAE.pdf

REN21. (2016). *Renewables 2016 Global Status Report.* París: Autor

Romaní Aguirre, J. C., & Arroyo Chalco, V. (2012). *Matriz energética en el Perú y energías renovables.* Lima: Friedrich Ebert Stiftung.

Sodimac. (2015). Sección de equipos industriales. Recuperado de http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/search/?Ntt=bomba+de+vac%EDo+campbell

Solar Green. (2015). Equipos solares. Recuperado de http://www.solargreen.com.co/

Solar Master. (2017). Calentadores solares. Recuperado de http://calentadorsolar.net/tienda/calentador-solar-cssm-inox-12-para-4-personas/

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2015). Aduanet. Recuperado dehttp://www.aduanet.gob.pe/itarancel/arancelS01Alias?accion=buscarPartida&esframe=1

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2015). Aduanet. Recuperado de http://www.aduanet.gob.pe/aduanas/informae/DetporSubp.htm

Trametal Perú. (2015). Plegado de planchas metálicas en Lurigancho. Recuperado de http://www.trametalperu.com/

Vasquez, J. W. (1987). Estimación de la Energía Solar en el Perú. *Revista Energética (OLADE),* (1). Recuperado de http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000325.pdf.

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

BIBLIOGRAFÍA

Conde Sánchez, M. A. y Ramos Mateos, Z. A. (2014). *Diseño de un calentador solar de placa de calor para calentamiento de agua para uso doméstico (tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico).* Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

Lambert, D. y Stock, J. (2001). *Administración de la cadena de suministro.* Boston: Mc Graw Hill.

Placco, C., Saravia, L. y Cadena, C. (2008). *Colectores solares para agua caliente.* Recuperado del sitio de internet del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas: https://www.mendoza-conicet.gob.ar/lahv/soft/opte/htdocs/modules/descargas/archivos/COLECTORES%20SOLARES%20PARA%20AGUA%20CALIENTE.pdf.

Ministerio de la Producción. (2015). *Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno.* Lima: Autor.

Rona, N. y Gutiérrez, M. E. (2016). *Estudio #4. Análisis de cobeneficios de las opciones de mitigación priorizadas.* Recuperado del sitio de Planificación ante el cambio climático PLANCC: http://planccperu.org/wp-content/uploads/2017/02/Estudio-4.-Analisis-de-cobeneficios-de-las-opciones-de-mitigacion.pdf

Sánchez Procel, L. F. (2010). *Análisis y diseño de un sistema de calefacción solar para agua caliente sanitaria.* Cuenca, Ecuador. Recuperado de http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5051/1/UPS-CT001668.pdf

Sawin, J. (2016). *Renewables 2016 Global Status Report* . París: REN21.

Tenemasa Sayay, C. R. (2012). *Propuesta para la implementación de una industria fabricante de calentadores solares de agua de uso doméstico a base de energía solar en la ciudad de Riobamba*. Riobamba, Ecuador.

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ANEXO 1: Similitudes y diferencias encontradas con las tesis encontradas sobre temas afines

- Estudio de pre factibilidad para la implementación de una fábrica de calentadores electro-solares

Similitudes	Diferencias
— El calentador electro-solar también se utiliza en procesos industriales que requieran agua con temperatura menor a los 90 °C, en el cual utiliza la fuente auxiliar. — El nivel de radiación constituye la materia prima del proceso.	— Utiliza un sistema mixto de calentamiento, es decir, permite calentar el agua con una resistencia eléctrica en ocasiones que no sea posible sólo con energía solar. — El principal objetivo del estudio son los calentadores de uso doméstico.

Elaboración propia

- Estudio tecnológico para la fabricación de calentadores solares

Similitudes	Diferencias
— Si bien no es exactamente igual, el proceso de producción de calentadores solares para uso doméstico es muy parecido al de uso industrial. Usan la misma tecnología y requieren los mismos materiales. — El sistema utilizado en este estudio es de circulación natural por principio de termosifón al igual que en nuestro proyecto.	— Su objetivo principal es el calentamiento de agua para uso doméstico. — La demanda del proyecto se calcula en base al incremento en el número de viviendas mientras que los calentadores con fines industriales lo hacen a través del número de industrias que usan calderos.

Elaboración propia

- Estudio preliminar para la implementación de una planta de calentadores solares

Similitudes	Diferencias
— El sistema de distribución seleccionado como el más adecuado para el producto es de cero etapas, es decir sin intermediarios. — El calentador solar propuesto en este proyecto usa un sistema de circulación natural por el principio de termosifón al igual que en nuestro proyecto.	— El presente estudio también está destinado a la fabricación de calentadores para uso doméstico. — La demanda del proyecto se calculó en base al número de calentadores fabricados y vendidos en cada año por el número de viviendas urbanas, lo cual difiere de nuestro proyecto.

Elaboración propia

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ANEXO 2: Glosario de términos

Término	Definición
Calentador solar	Equipo que utiliza el calor solar para calentar algún líquido como agua, aceite, salmuera, etc.
Caldero industrial	Equipos empleados en la industria que, mediante un proceso de transferencia de calor, generan vapor saturado a partir de agua líquida.
Gases de efecto invernadero	Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero.
Cambio climático	Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.
Recurso renovable	Se denomina así a los recursos que no se agotan con el uso sino que vuelven a su estado original o se regeneran en una proporción mayor a la tasa de uso.
Radiación solar	Ondas electromagnéticas que se propagan en todas las direcciones a través del espacio. Es la energía que emite el sol.
Calentador electro-solar	Es un equipo que funciona de la misma manera que un calentador solar tradicional pero que a diferencia de éste, posee también una resistencia eléctrica interna que en los días que sea difícil aprovechar el calor solar, le permite calentar el agua eléctricamente.

(Continúa)

(Continuación)

Término	Definición
Principio de termosifón	Es el principio que indica que entre mayor sea la diferencia de temperaturas del agua de entrada y de salida, ésta pasará del colector al tanque de almacenamiento sin necesidad de una bomba. A medida que el agua esté más caliente, disminuye su peso específico, se dilata y se vuelve más ligera.
Cero etapas	Es un sistema de distribución en el que el producto llega de manera directa del fabricante al consumidor, sin ningún tipo de intermediario en la compra.
Tyndall Centre	El "Tyndall Centre for Climate Change Research" es una organización del Reino Unido que reúne a científicos, economista, ingenieros y agentes de distintas ramas sociales para investigar, prevenir y comunicar acerca del cambio climático y el calentamiento global.
Disposición de Planta	La disposición de planta constituye el marco general donde se desarrolla el proceso de producción con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos, y logra un buen orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos tantos en las empresas industriales como en las de servicios.
Terma Eléctrica	Es el término común que se le da a un calentador eléctrico. Es un termo dispositivo donde se deposita agua para elevar su temperatura usando energía eléctrica
Energía No Renovable	Fuente de energía que se encuentra en cantidades limitadas, las cuales, una vez consumidas no pueden sustituirse ni reutilizarse.
Análisis Porter de las Cinco Fuerzas	Desarrollada por Michael Porter, es una herramienta de gestión que permite analizar una industria o sector, a través de la identificación y análisis de cinco fuerzas. Permite conocer el grado de competencia que existe en una industria y sirva como base para formular estrategias.

Elaboración propia

ANEXO 3: Índice de volumen físico de la producción manufacturera en Perú (2013-2015)

	2013	2014	2015
28 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	79,2	78,5	67
281 Fabricación de maquinaria de uso general	76,1	74	72,3
2811 Fabricación de motores y turbinas, excepto motores para aeronaves, vehículos automotores y motocicletas	65,9	55,8	55
2813 Fabricación de bombas, compresores, grifos y válvulas	99,1	105	96,9
2816 Fabricación de equipo de elevación y manipulación	28,2	21,7	12,8
2819 Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso general	89,1	87,4	94,5
282 Fabricación de maquinaria de uso especial	81,5	81,7	63,1
2824 Fabricación de maquinaria para explotación de minas, canteras y para obras de construcción	86,1	77,4	52,2
2825 Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	83,9	126,2	110,3
2829 Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial	65,6	58,1	56,9

Nota: El año base considerado para el cálculo del IVF fue el 2012.

Fuente: Ministerio de la Producción – PRODUCE (2015)

ANEXO 4: Entrevista realizada

ENTREVISTA REALIZADA A ALTOS DIRECTIVOS DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO

1. ¿Cuántos calderos posee su empresa? ¿Cuántos años de funcionamiento tiene cada caldero?

2. ¿Qué combustible utilizan sus calderos?

3. ¿A cuánto asciende el gasto anual de combustible de su caldero?

4. ¿Cuánto invirtió en el caldero?

5. ¿Estaría dispuesto a invertir en un calentador solar que aumente la eficiencia energética de su caldero?

6. Si le dijeran que la inversión en un pre calentador solar de agua para su caldero puede disminuir sus emisiones al medio ambiente, ¿Consideraría adquirirlo?

7. Si le dijeran que la inversión en un pre calentador solar de agua para su caldero puede reducir sus gastos en combustible, ¿Consideraría adquirirlo?

8. Dado el giro de su negocio, ¿Qué resulta más atractivo en términos de inversión: reducir emisiones al medio ambiente o reducir costos de combustible?

Elaboración propia

ANEXO 5: Empresas ofertantes de calentadores solares en Perú

Nro.	Empresa	Ubicación	Condición	Producto
1	Sisec Solar	Arequipa	Fabricante	Placa plana
2	LGT Solar	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
3	Termoinox	Arequipa	Fabricante	Ambos
4	Liders	Arequipa	Fabricante	Placa plana
5	Hidrosol	Arequipa	Fabricante	Placa plana
6	Master Inox	Arequipa	Fabricante	Placa plana
7	Megasol	Arequipa	Fabricante	Placa plana
8	Mistisol	Arequipa	Fabricante	Placa plana
9	Sol Caribe	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
10	Sol Center	Arequipa	Fabricante	Placa plana
11	Sol Master	Arequipa	Fabricante	Placa plana
12	Soluciones Integrales	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
13	Supersol	Arequipa	Fabricante	Placa plana
14	Thermosur	Arequipa	Fabricante	Placa plana
15	Tobishi	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
16	Acuasol	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
17	D'Sol	Arequipa	Importador	Tubos al vacío
18	Tecnosol	Cajamarca	Fabricante	Placa plana
19	Solarsur	Arequipa	Fabricante	Placa plana
20	Derco	Arequipa	Importador	Tubos al vacío

Nota: Perspectivas para una industria solar térmica en el Perú

Fuente: Perusolar (2015)

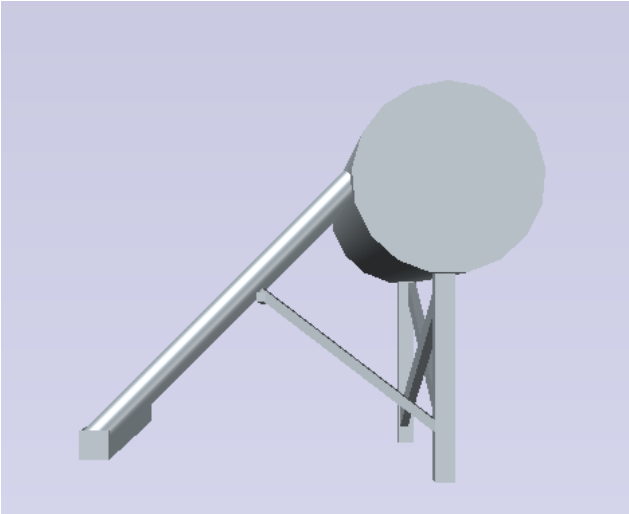
ANEXO 6: Especificaciones técnicas de un calentador solar de tubos al vacío

Parámetros				
Tubos QTY（pcs）	**20**	**24**	**30**	**50**
Volumen del Tanque（L）	**200**	**240**	**300**	**500**
Diámetro del tanque I/E （㎜）	φ370/φ470	φ370/φ470	φ370/φ470	φ370/φ470
Long tanque exterior（㎜）	1985	2060	2435	4059
Long tanque interior（㎜）	1845	1920	2295	3825
Tubos al vacío				
Diamet/Long（㎜）	φ58/1800	φ58/1800	φ58/1800	φ58/1800
Material	vidrio borosilicato 3.3	vidrio borosilicato 3.3	vidrio borosilicato 3.3	vidrio borosilicato 3.3
Espesor tubo（㎜）	1.8	1.8	1.8	1.8
Coeficiente de transmisión	≥0,90	≥0,90	≥0,90	≥0,90
Presión de vacío （Pa）	＜10^-2	＜10^-2	＜10^-2	＜10^-2
Absorción	≥0,90	≥0,90	≥0,90	≥0,90
Emitancia	≤0,07	≤0,07	≤0,07	≤0,07
Coeficiente medio de perdidas	≤0,75W/(㎡·℃)	≤0,75W/(㎡·℃)	≤0,75W/(㎡·℃)	≤0,75W/(㎡·℃)
Estructura				
Material	Acero galvanizado t1.5	Acero galvanizado t1.5	Acero galvanizado t1.5	Acero galvanizado t1.5
Ángulo	20° - 45°	20° - 45°	20° - 45°	20° - 45°

Fuente: México Solar (2015)

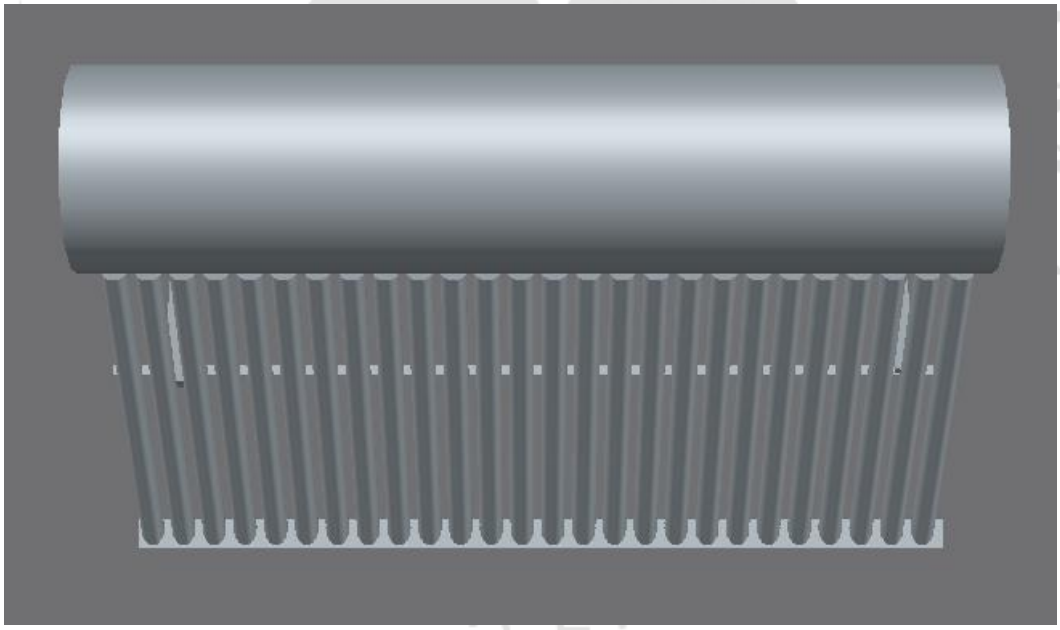
ANEXO 7: Vistas lateral y superior del calentador solar propuesto

Vista lateral



Elaboración propia

Vista superior



Elaboración propia

ANEXO 8: Normas Técnicas Peruanas (NTP) que rigen la fabricación de calentadores solares

- NTP 399.400.2001 Colectores solares. Métodos de ensayo para determinar la eficiencia:

  Esta Norma Técnica Peruana establece los métodos de prueba para determinar el comportamiento térmico de colectores de energía solar que usan fluidos de una sola fase y no tienen almacenamiento de energía interior significativa.[24]

- NTP 399.484 2008 SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Límites y etiquetado:

  Establece los procedimientos exigidos a fabricantes y comercializadores de SCAES en el PERÚ, para el cumplimiento de adherir una etiqueta de rendimiento energético a su producto, en un lugar expuesto y de fácil visibilidad para el usuario. Define, detalla y precisa la información que debe contener la etiqueta referida en el párrafo anterior y los procedimientos y consideraciones para generarla, destacando aquella referida, a los límites de rendimiento térmico anual del SCAES[25]

- NTP 399.482 2007. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. Procedimientos para su instalación eficiente:

  Establece los procedimientos y técnicas precisas para instalar un Sistema de Calentamiento de Agua con Energía Solar, considerando las condiciones y características generales del espacio físico de destino.[26]

- NTP 399.405 2007. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR. Definición y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior:

[24] Norma técnica peruana NTP 399 400 2001- INDECOPI
[25] Norma técnica peruana NTP 399 484 2008- INDECOPI
[26] Norma técnica peruana NTP 399 482 2007- INDECOPI

Establece los procedimientos de ensayo que permiten definir el rendimiento de los Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES) bajo exposición directa a la radiación solar (ensayos en exterior), sin refuerzo auxiliar de calentamiento, para pronosticar el rendimiento anual del sistema para un periodo de doce horas de calentamiento diario.[27]

[27] Norma técnica peruana NTP 399 405 2007- INDECOPI

ANEXO 9: Cálculo del número de máquinas requeridas para cada estación

- Construcción del termotanque

Trazado y cortado

En esta operación se reciben las planchas de acero y se cortan de acuerdo a las especificaciones del calentador, para realizar esta operación se requiere de la sierra cinta vertical.

$$\# \, Máq = \frac{557 \, und \, \times \frac{60 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}33 \, \approx 1 \, máquina$$

Rolado

Después de haber sido cortadas de acuerdo a las medidas correspondientes, las planchas pasan a la máquina roladora para adoptar la forma cilíndrica que las convertirá, posteriormente, en el termotanque.

$$\# \, Máq = \frac{539 \, und \, \times \frac{180 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}95 \, \approx 1 \, máquina$$

Soldado

En esta operación las planchas son soldadas para sellar el cuerpo del tanque, dicha operación se lleva a cabo con la máquina soldadora eléctrica. Sin embargo éstas todavía son huecas porque no cuentan con las tapas laterales.

$$\# \, Máq = \frac{539 \, und \, \times \frac{110 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}58 \, \approx 1 \, máquina$$

Perforado

La operación de perforado se realiza cuando las planchas de acero ya tienen la forma del termo tanque, para dicho fin se utiliza también la máquina oxicorte.

$$\# \, Máq = \frac{539 \, und \, \times \frac{130 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}69 \, \approx 1 \, máquina$$

<u>Sellado</u>

En esta etapa del proceso se unen las tapas al cuerpo del tanque para que finalmente quede confeccionado como tal. Para el sellado se utiliza la máquina de oxicorte, la cual se encarga de sellar las dos tapas al cuerpo del tanque.

$$\# \, Máq = \frac{525 \, und \, \times \frac{90 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}46 \approx 1 \, máquina$$

- Ensamble de la estructura de apoyo

<u>Ensamble de piezas</u>

Básicamente para esta operación se requiere del uso de la máquina soldadora eléctrica para poder soldar cada una de las partes y poder así obtener la estructura base final.

$$\# \, Máq = \frac{525 \, und \, \times \frac{140 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \, \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}72 \, \approx 1 \, máquina$$

- Elaboración de tubos al vacío

<u>Generación de vacío</u>

Una vez que el tubo interior y exterior estén listos por separado, se proceden con el sellado de ambos lo cual implica unirlos para que queden formando un único cuerpo. Posterior a esta acción viene la generación de vacío, la cual se realiza con ayuda de la bomba de vacío y que hace que ambas partes queden herméticamente selladas y formen un solo cuerpo.

$$\# \, Máq = \frac{27\,062 \, und \, \times \frac{3{,}2 \, min}{und}}{0{,}97 \, \times 0{,}875 \times 120\,000 \frac{min}{año}} = 0{,}85 \approx 1 \, máquina$$

ANEXO 10: Pruebas de calidad exigidas a cada insumo y materia prima

Insumo	Especificaciones	Prueba de calidad	Valores aceptables	Equipos
Planchas acero lateral	Acero inoxidable SUS3042 B Superficie: 5.5 m^2 Espesor: 3mm	Ensayo de dureza Rockwell	Cero deformación ante presión de indentador	Indentador
Planchas acero cuerpo	Superficie: 1.2 m^2 Espesor: 3mm espesor	Ensayo de dureza Rockwell	Cero deformación ante presión de indentador	Indentador
Poliuretano	Superficie: 5,5m^2 Espesor: 80 mm	Inspección inicial	Diferencia de +/- 0.5 cm por lado y de 0.05 mm	Wincha
Tubos exteriores	Vidrio Borosilicato 58mm diámetro. 1,8m largo. 1.6mm espesor	Inspección visual	Diferencia de +/- 0.5 cm por lado y de 0.05 mm	Wincha
Tubos interiores	Vidrio Borosilicato 47mm diámetro. 1.8m largo. 1.6mm espesor	Inspección visual	Diferencia de +/- 0.5 cm por lado y de 0.05 mm	Wincha
Lámina de cobre	Superficie: 11m^2 Espesor: 1 mm	Inspección inicial	Diferencia de +/- 0.5 cm por lado y de 0.05 mm	Wincha

Nota: Ficha técnica de calentadores solares

Fuente: Calor de Hogar (2015)

ANEXO 11: MRP de calentadores solares

Cajas de embalaje
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	525	525	525	525	525	525	525
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	525	525	525	525	525	525	525
Plan de pedidos	525	525	525	525	525	525	525
Lanzamientos	525	525	525	525	525	525	525

Elaboración propia

Bolsas de embalaje
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	525	525	525	525	525	525	525
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	525	525	525	525	525	525	525
Plan de pedidos	525	525	525	525	525	525	525
Lanzamientos	525	525	525	525	525	525	525

Elaboración propia

Planchas de acero para tapas laterales y cuerpo del tanque
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	554	554	554	554	554	554	554
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	554	554	554	554	554	554	554
Plan de pedidos	554	554	554	554	554	554	554
Lanzamientos	554	554	554	554	554	554	554

Elaboración propia

(Continúa)

(Continuación)

Material aislante de poliuretano (Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	525	525	525	525	525	525	525
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	525	525	525	525	525	525	525
Plan de pedidos	525	525	525	525	525	525	525
Lanzamientos	525	525	525	525	525	525	525

Elaboración propia

Tubos exteriores (Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Plan de pedidos	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Lanzamientos	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632

Elaboración propia

Tubos interiores (Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Plan de pedidos	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632
Lanzamientos	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632	27.632

Elaboración propia

(Continúa)

(Continuación)

Elemento de Bario
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Plan de pedidos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Lanzamientos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062

Elaboración propia

Láminas de cobre
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Plan de pedidos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Lanzamientos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062

Elaboración propia

Ensamble de jebe
(Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Plan de pedidos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062
Lanzamientos	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062	27.062

Elaboración propia

(Continúa)

(Continuación)

Juegos de piezas de estructura metálica (Unds.)

Año	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento bruto	525	525	525	525	525	525	525
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-
Inventario disponible	-	-	-	-	-	-	-
Requerimiento neto	525	525	525	525	525	525	525
Plan de pedidos	525	525	525	525	525	525	525
Lanzamientos	525	525	525	525	525	525	525

Elaboración propia

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ANEXO 12: Tipos de señalización en planta

Ejemplos de señales de advertencia en planta

Fuente: Ministerio de Trabajo (2015)

Ejemplos de señales de peligro - prohibición

Fuente: Municipalidad de San Isidro[28] (2015)

Ejemplos de señales de obligación

Fuente: Seguridad Industrial (2015)

[28] Aplica también en Arequipa

Ejemplos de señales contra incendios

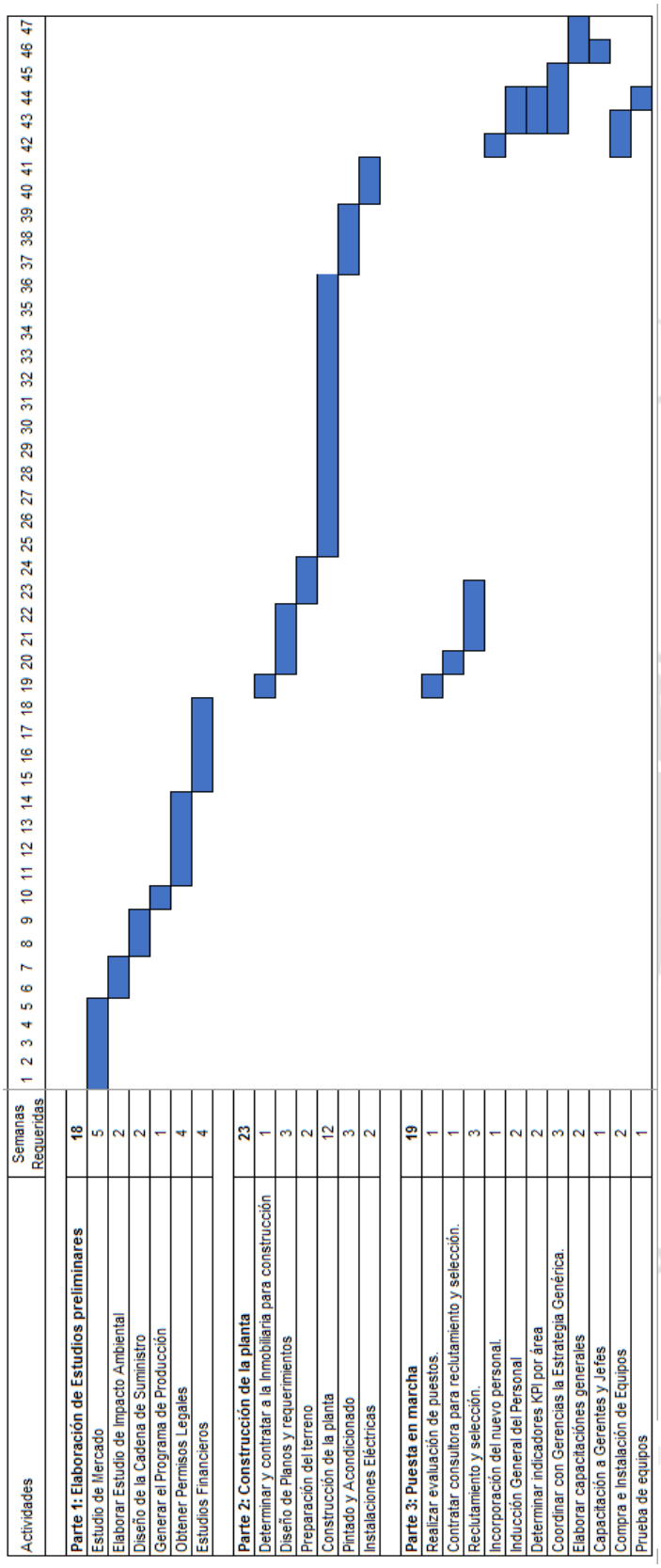
Fuente: Indeci (2015)

Ejemplos de señales de salvamento

Fuente: Indeci (2015)

UNIVERSIDAD DE LIMA
SCIENTIA ET PRAXIS

ANEXO 13: Cronograma de implementación del proyecto



Actividades	Semanas Requeridas
Parte 1: Elaboración de Estudios preliminares	**18**
Estudio de Mercado	5
Elaborar Estudio de Impacto Ambiental	2
Diseño de la Cadena de Suministro	2
Generar el Programa de Producción	1
Obtener Permisos Legales	4
Estudios Financieros	4
Parte 2: Construcción de la planta	**23**
Determinar y contratar a la Inmobiliaria para construcción	1
Diseño de Planos y requerimientos	3
Preparación del terreno	2
Construcción de la planta	12
Pintado y Acondicionado	3
Instalaciones Eléctricas	2
Parte 3: Puesta en marcha	**19**
Realizar evaluación de puestos.	1
Contratar consultora para reclutamiento y selección.	1
Reclutamiento y selección.	3
Incorporación del nuevo personal.	1
Inducción General del Personal	2
Determinar indicadores KPI por área	2
Coordinar con Gerencias la Estrategia Genérica.	3
Elaborar capacitaciones generales	2
Capacitación a Gerentes y Jefes	1
Compra e Instalación de Equipos	2
Prueba de equipos	1

Elaboración propia

ANEXO 14: Cálculo de los tipos de cuota para el crédito a solicitar

Pago de deuda mediante cuotas constantes

Año	2015 (Año 0)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Deuda	744,999	1,005,749	956,668	890,410	800,961	680,205	517,184	297,106
Amortización	-	49,080	66,259	89,449	120,756	163,021	220,078	297,106
Interés	-	352,012	334,834	311,643	280,336	238,072	181,014	103,987
Cuota	-	401,092	401,092	401,092	401,092	401,092	401,092	401,092

Elaboración propia

Pago de deuda mediante cuotas decrecientes

Año	2015 (Año 0)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Deuda	744,999	1,005,749	862,070	718,392	574,714	431,035	287,357	143,678
Amortización	-	143,678	143,678	143,678	143,678	143,678	143,678	143,678
Interés	-	352,012	301,725	251,437	201,150	150,862	100,575	50,287
Cuota	-	495,690	445,403	395,116	344,828	294,541	244,253	193,966

Elaboración propia

Pago de deuda mediante cuotas crecientes

Año	2015 (Año 0)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Deuda	744,999	1,005,749	969,829	897,990	790,231	646,553	466,955	251,437
Factor	-	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25
Amortización	-	35,920	71,839	107,759	143,678	179,598	215,518	251,437
Interés	-	352,012	339,440	314,296	276,581	226,293	163,434	88,003
Cuota	-	387,932	411,279	422,055	420,259	405,891	378,952	339,440

Elaboración propia