

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Diseño de línea de producción de equipos de refrigeración comercial a partir
de partes usadas para incrementar la rentabilidad**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Aldo Enrique Avalos Huerta

ASESOR

Joselito Sanchez Perez

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2025

**Diseño de línea de producción de equipos de refrigeración comercial
a partir de partes usadas para incrementar la rentabilidad**

PRESENTADA POR

Aldo Enrique Avalos Huerta

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Arnold Oscar Flores Paucar

PRESIDENTE

Danny Bustamante Sigueñas

SECRETARIO

Joselito Sanchez Perez

VOCAL

Dedicatoria

Para las personas más importantes en la vida, mi familia que me dieron fuerzas y motivos para luchar y salir adelante. Por ellos y para ellos todo mi esfuerzo y dedicación.

Agradecimientos

A mi familia por darme la oportunidad de estudiar y apoyarme en el transcurso de estos años. A los profesores y supervisores que cooperaron en la redacción de la tesis. A la Empresa por brindarme las facilidades de la información para la investigación del desarrollo de la presente investigación.

Diseño de línea de producción de equipos de refrigeración comercial a partir de partes usadas para incrementar la rentabilidad

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	17 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	10 %
2	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	docplayer.es Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	< 1 %
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	< 1 %
7	es.scribd.com Fuente de Internet	< 1 %
8	riujap.ujap.edu.ve Fuente de Internet	< 1 %

Indice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos.....	15
Resultados y discusión.....	16
Conclusiones	30
Recomendaciones	30
Referencias	31
Anexos.....	33

Resumen

La finalidad de la presente investigación es proponer el diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración a partir del reaprovechamiento de repuestos en una empresa dedicada a los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de refrigeración para incrementar su utilidad. De esta manera, primero se examina la viabilidad de la comercialización a través de una investigación de mercado donde se diagnosticó la situación actual del proceso de servicios, evidenciando la gran cantidad de equipos que se dan de baja cuya antigüedad es determinante para considerarlos en el sub proceso. Seguidamente, se realizó la propuesta, en el cual se desarrolló una metodología de diseño, el proceso productivo, el método Güerchet y el método SLP. Por último, tras realizar la simulación de mejora, el proyecto es técnica y económicamente viable; debido a que el VAN es positivo con un valor de S/ 1 581 983,53 un TIR mayor al TMAR de 38,82%, un beneficio costo de 1,75 y el periodo de recuperación es de 4 meses. El costo total de la inversión es de S/ 184 601,00.

Palabras clave: Línea de producción, diseño, utilidad.

Abstract

The aim of the present research was to propose the design of a refrigeration equipment production line from spare parts reuse in a company dedicated to the preventive and corrective maintenance services of refrigeration equipment to increment its usefulness. Thus, first the commercial viability study was conducted through a market study, where the current situation of the service process was diagnosed, evidencing the large number of equipment being discounted whose seniority is determining to consider them in the sub process. Next, the proposal was carried out, in which a design methodology, the productive process, the Güerchet method and the SLP method were developed. Finally, after performing a simulation of the upgrade, is the project technically and economically viable; due to the fact that the VAN is positive with a value of S/1 581 983,53, an IRR greater than the TMAR of 38,82%, a benefit/cost of 1,75 and the recovery period is 2 months. The total investment cost is S/ 184 601,00.

Keywords: Production line, design, utility.

Introducción

A nivel mundial el aprovechamiento de repuestos de equipos de refrigeración radica en la baja tasa de recuperación y reutilización de piezas, generando altos costos económicos. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, más del 80 % de los equipos de refrigeración desechados en el mundo no se reciclan adecuadamente, lo que representa aproximadamente 50 millones de toneladas de residuos electrónicos anuales. [1] Países como Estados Unidos, China, India y Brasil lideran la generación de estos residuos debido a su alto consumo de electrodomésticos, mientras que en Europa se estima que solo el 35 % de los repuestos de refrigeración logran ser recuperados para su reutilización. Lo que obliga a las empresas a depender de importaciones costosas. Además, se estima que cada año se desperdician cerca de 10 millones de compresores, condensadores y ventiladores en buen estado a nivel global. [2]

En el Perú, la problemática del aprovechamiento de repuestos de equipos de refrigeración es cada vez más preocupante debido a la limitada infraestructura para la recuperación y reutilización de piezas. Se estima que el país genera anualmente alrededor de 180 mil toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), de los cuales cerca del 12 % corresponde a equipos de refrigeración como refrigeradoras, congeladoras y aires acondicionados. [3] Sin embargo, menos del 10 % de los repuestos como compresores, condensadores, termostatos y ventiladores logran ser recuperados e insertados nuevamente en el mercado, mientras que el resto termina en vertederos informales o se desecha sin ningún tipo de tratamiento. Este panorama obliga a muchos talleres y empresas a depender de repuestos importados, lo que incrementa los costos de mantenimiento en un 20 % a 30 % respecto al uso de piezas reutilizadas. [4]

Por otro lado, en Lambayeque, región del Perú, refleja una realidad aún más crítica que el promedio nacional, debido a la limitada presencia de empresas formales dedicadas al reciclaje y reacondicionamiento de piezas. Según estimaciones basadas en datos del Ministerio del Ambiente, Lambayeque genera aproximadamente 5,000 toneladas de RAEE por año, de las cuales un 10 % corresponde a equipos de refrigeración utilizados principalmente en el sector agroindustrial, pesquero, comercial y doméstico. [5] No obstante, apenas un 6 % de los repuestos como compresores, ventiladores, condensadores y termostatos se recuperan y vuelven a utilizarse, mientras que el resto es desechado en botaderos informales o vendido como chatarra a bajo costo. Esto ocasiona que muchas agroexportadoras, supermercados y pequeños negocios tengan que importar repuestos, lo que eleva los costos de mantenimiento en un promedio del

25 % anual. [6]

La situación actual la empresa de servicios de mantenimiento y transporte, demuestra que las utilidades a nivel nacional tienen un valor de s/ 48 000 en el año 2023, lo que incurre en la tarifa plana de S/660 000 negociada con la empresa a la que se le brinda el servicio como pago de los acuerdos establecidos para una cierta cantidad de equipos reparados mensualmente. Además, el diseño actual de la planta presenta un área disponible de 510 m², y un área libre de 310 m², la cual no cuenta con una distribución de planta, los equipos no tienen un área establecida de almacenamiento y reparación específica, generando una pérdida en espacio y almacenamiento que podrían ser aprovechados por la empresa, además del desorden que se ocasiona.

Ante la situación actual, frente a la gran demanda de equipos de frío y a la disponibilidad de un área productiva que permita generar un nuevo ingreso para la empresa de servicios, se propone la redistribución de la planta con la incorporación de una línea de repotenciado para el reaprovechamiento de partes usadas como carcasa, cubre motor, parrillas, etc., de los equipos dados de baja, por lo cual surge la siguiente pregunta: ¿En qué medida el diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración comercial a partir del reaprovechamiento de partes usadas permitirá incrementar la rentabilidad en la empresa?, para esto surgen los siguientes objetivos de la investigación proponer un diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración a partir del reaprovechamiento de recuperación de partes del cuerpo del equipo y repuestos. Para lograr este objetivo, se deben alcanzar objetivos específicos, tales como realizar un diagnóstico general del proceso productivo de la empresa; elaborar la propuesta del diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración a partir del reaprovechamiento; y finalmente, realizar el análisis costo beneficio de la línea de producción de equipos.

La presente investigación impacta de manera positiva ya que la empresa puede aumentar sus utilidades, al mejorar la distribución actual de la planta y diseño de una nueva línea para la producción de equipos de frío, y va impulsar la producción de equipos a su vez genera un aumento en la mano operativa; por lo tanto, se requerirá contar con nuevo personal operativo para cada área correspondiente, generando nuevos puestos de trabajo para realizar las actividades en el ensamblaje de equipos de frío a partir del reaprovechamiento de repuestos lo cual contribuirá a reducir el impacto ambiental, Asimismo, la investigación permite proporcionar una base teórica para futuros proyectos en el rubro de las empresas dedicadas a la línea de refrigeración industrial que buscan incrementar sus ingresos económicos.

Revisión de literatura

Ardente et al [7] en su artículo de investigación “Analysis of end-of-life treatments of commercial refrigerating appliances: Bridging product and waste policies” Tuvo como problemática principal la vida útil de los aparatos de refrigeración comercial los cuales representan cerca del 17,8% de los residuos de equipos eléctricos y electrónicos en la Unión Europea y contienen sustancias altamente contaminantes como CFC, HCFC, HFC y metales pesados, dificultando su reciclaje y generando pérdidas ambientales y económicas significativas. El objetivo principal fue identificar sinergias entre los productos y los residuos al fin de proponer mejoras en el diseño para facilitar su reciclaje. Como metodología se combinó una revisión bibliográfica y un estudio de cuatro plantas recicladoras en Italia, Alemania y España, los cuales procesan en conjunto más de $0,9 \cdot 10^6$ kg de CRA por año, identificando fallas como el difícil desacoplamiento, las grandes dimensiones y la liberación de agentes espumantes. Como resultado se obtuvieron tres estrategias viables: diseño para el desmontaje de componentes clave, restricción del uso de HFC en espumas aislantes, y el etiquetado de agentes de soplado, con potencial de reducir hasta en 3% las emisiones de CO₂ equivalente de un solo equipo, así como aumentar la recuperación de metales en más de 80% en peso.

Verma et al [8] En su artículo de investigación “Analysis & evaluation of assembly line balancing in a refrigeration plant” Tuvo como problemática un deficiente balance en la línea de ensamble, reflejado en un 29,2% de retraso por desbalance y una eficiencia de apenas 70,79%, generando que casi un tercio del tiempo productivo se desperdiciara. Por ello el objetivo fue optimizar la distribución de las 66 operaciones de la línea para reducir tiempos muertos, equilibrar la carga de trabajo y aumentar la productividad. Para lo cual se aplicó un balanceo de línea, comparando sus efectos con la situación inicial. Dando como resultado mejoras significativas. Con la primera técnica se redujo el ciclo de 480 a 227 segundos y una eficiencia del 85,36%, mientras que el segundo proceso lo redujo a 277 segundos, alcanzando una eficiencia del 80,62%. Además, se obtuvo un ahorro de mano de obra de hasta 17%, se incrementó la producción de 5 a 6 unidades adicionales por día y un beneficio económico estimado en más de 14 045,98 dólares anuales.

Konda et al [9] en su artículo de investigación “Utilizing load shifting for optimal compressor sequencing in industrial refrigeration” Tuvo como problema principal el elevado consumo de energía en máquinas de refrigeración industrial donde representan más del 85% del gasto total, operando la mayor parte del tiempo a cargas parciales reduciendo la eficiencia en hasta un 49%. Por lo cual se planteó como objetivo un nuevo ensamblaje mediante distintos

métodos de trabajo y tiempos para optimizar la secuencia de compresores mediante la incorporación de un preenfriamiento de las instalaciones para aprovechar mejor la capacidad de los equipos. La metodología que se utilizó fue combinar un modelo de ensamblaje basado en algoritmos de congelado de agua con pruebas en la planta de Butterball LLC, analizando datos de operación real durante junio de 2023 con cuatro métodos distintos. Los resultados demostraron que al desarrollar un solo método de trabajo se alcanzaron reducciones de hasta 20% en el consumo energético, pasando de un promedio de 856,7kW a solo 443,5 kW. Además, se validó un algoritmo en línea que obtuvo resultados similares, mostrando viabilidad práctica sin grandes costos de inversión.

Korkmaz et al [10] en su artículo de investigación “Safe optimization of an industrial refrigeration process using an adaptive and explorative framework” tuvo como problemática optimizar un proceso industrial de refrigeración en una planta de congelado de conservas de pescado, donde la alta demanda en enfriamiento y las características sin medida de los compresores generaban un costo de compra elevado, alcanzando picos de hasta \$27 114,5 dólares al año, superando el fondo principal de solo \$19 215 dólares anuales y provocando ineficiencias de hasta 28% en la producción. Para ello se planteó como objetivo principal la línea de ensamblaje ARTEO junto con un algoritmo de optimización adaptativa y exploratoria en tiempo real, para reducir los costos excesivos y reutilizar piezas aun dentro de su ciclo de vida. Como metodología se revisó fuentes y artículos de investigación, simulaciones dinámicas y un modelo basado en 11 compresores de 3 reciprocantes y 8 de tornillo, con capacidades entre 56 kW y 795 kW, optimizando en intervalos de 250 segundos. Los resultados mostraron que ARTEO logró reducir los egresos en refrigeración en hasta un 27%, aumentar la eficiencia en 15% y satisfacer la demanda de enfriamiento en el 92% de los casos, evitando sobrecargas y violaciones de límites de seguridad.

Issao et al [11] en su artículo de investigación “A modular product design framework for the home appliance industry” Aborda el problema en la industria de los electrodomésticos, donde mantiene un diseño de productos poco estandarizados por lo cual generaba altos costos de producción, tiempos de ensamblaje prolongados y baja eficiencia en la fabricación de refrigeradores. Su objetivo fue desarrollar distintos ejemplos de modularización con el fin de agilizar el diseño de productos, reducir costos y aumentar la producción. Por ello se utilizó como metodología la combinación de dos herramientas: Modular Function Deployment (MFD) y el Product Line Commonality Index (PCI), aplicadas en un caso de estudio de un refrigerador. Por lo cual se analizaron 30 distintas soluciones técnicas teniendo en cuenta distintos requisitos

clave como capacidad, eficiencia energética, diseño, precio, ruido, etc. mediante matrices QFD, DPM y MIM, lo que permitió identificar ensambles principales como puertas, bisagras, gabinete, sistema de refrigeración, controles, etc. Dando como resultado que el método de trabajo propuesto puede aumentar la eficiencia del desarrollo de productos en un 20%, reducir el tiempo de lanzamiento al mercado en un 30% y mejorar la sostenibilidad mediante la reutilización de piezas.

Wahjudi et al [12] en su artículo de investigación “Product design evaluation of refrigerators to facilitate remanufacturing process” El estudio aborda el creciente aumento de residuos electrónicos, proyectando que en Indonesia habrá hasta 70 millones de refrigeradores en 74,8 millones de hogares para 2030, causando un alto impacto ambiental. El objetivo principal fue mejorar el diseño de los refrigeradores para facilitar su remanufacturabilidad y reducir desechos, aplicando una línea de diseño basado en el ciclo de vida del producto. Como metodología se incluyó el análisis de tres modelos de refrigeradores, los cuales fueron: Sharp SJ-017-SL, Samsung SR-24NME y Toshiba GR-EF37-W, todos con más de 10 años de uso, que fueron desarmados, evaluados y comparados. Se identificaron problemas como tuberías de cobre que requieren corte, conectores múltiples y piezas oxidadas. Como resultado se obtuvo que es clave incorporar plásticos reciclables, diseño modular, nuevos sensores de temperatura, recubrimientos anticorrosivos, etc. Lo cual permitirían reutilizar hasta un 65% de las piezas, reducir el tiempo de desmontaje en un 40% y disminuir el impacto ambiental en un 30%.

García et al [13] en su artículo de investigación “Recovery of Materials from Refrigerator: A Study Focused on Product Distribution, Recyclability and LCA Evaluation” Tuvo como problema principal la baja tasa de reciclaje de residuos de equipos eléctricos y electrónicos en Europa, donde menos del 40% es tratado adecuadamente, y se desechan anualmente tres millones de refrigeradores, generando alrededor de 62 000 toneladas al año. El objetivo principal fue investigar la eficiencia de un proceso de reciclaje en donde combine el desmontaje manual, depuración, separación mecánica y recuperación metalúrgica, La metodología incluyó el reciclaje de 100 refrigeradores, aplicando técnicas como, separación zigzag, magnética y de corrientes de Foucault, junto con simulaciones para procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos. Como resultados se alcanzaron tasas de recuperación, mientras que en procesos metalúrgicos las tasas subieron a 79 %, 99 % y 88 % respectivamente, logrando un índice de reciclaje global del 76 %.

C. Castro et al. [14], en su investigación titulada” Mejora del proceso de ensamblaje de cocinas de la empresa tecnicentro cuzco S.A.C.”, tuvieron como objetivo principal

planificar un plan de mejora de procesos y poder Aumentar la producción de la línea de montaje de cocinas de Tecnicentro Cuzco S.A.C. Para lo cual se utilizó la siguiente metodología, DOP, Diagrama de bloques del lugar de trabajo, plan de ruta de la línea de montaje. Teniendo como resultados, que el tiempo de ciclo real es de 8,79 (min/und), con una Producción diaria de 55 (und), Con un tiempo total de todos los traslados de 1,79 (min/und, Capacidad de 124 (und/día), Capacidad utilizada 44,35%, Número de estaciones 4, concluyeron que la presente investigación es viable Técnico y económico. Esto se debe a que el VAN es positivo con un valor de S/37 986,33, la TIR es mayor al 29,99% del COK, la relación beneficio/costo es 1,42 y el período de recuperación es de 3 años, 6 meses y 7 días. El costo total de la inversión es de S/91 341,00.

J. Espinoza et al [15], en su investigación titulada “Aplicación del estudio de trabajo y balance de línea para incrementar la productividad en el área de ensamble de cocinas de la empresa BSH electrodomésticos S.A.C. 2018”, tuvo como objetivo principal La aplicación de estudios de trabajo y balanceo de líneas ha incrementado la productividad en el área de montaje de cocinas de BSH electrodomésticos S.A.C. Para lo cual se utilizó la siguiente metodología de ingeniería, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, diagrama de Gantt, productividad, eficiencia, eficacia, estudio de trabajo, estudio de movimiento, estudio de métodos, estudios de trabajo y estudio de tiempos, línea de ensamble, balanceo de línea de ensamble, DOP, DAP y rendimiento sobre inversión. Teniendo como resultado factores importantes que conducen a una reducción de la productividad del proceso: retrasos en la inyección de agua, retrasos debido al movimiento hacia áreas reguladas, proceso de adición manual no automatizado del Aditivo II, etc., teniendo como resultados, Incrementa la productividad del proceso de 24 m³/h a 28 m³/h (medido en ahorro de tiempo). El tiempo total se redujo a 7 horas 03 minutos. El ahorro de tiempo fue de 32 minutos, resultando en un ahorro potencial de mano de obra de S/1 300 soles mensuales en el proceso, También se ha incrementado al 100% el cumplimiento de los cursos de capacitación y el uso de herramientas de tecnología industrial ha aumentado la productividad del proceso productivo del concreto premezclado, generando beneficios económicos por S/.297 440,00, su eficiencia económica es de 10,53, y las sugerencias de mejora realizadas en este estudio son económicamente viables.

M. Mangas [16] en su investigación titulada “Creación de una nueva línea de producción de bombas centrifugas”, el presente trabajo nace como medio viable para alcanzar dicho objetivo de eliminar desperdicios, la mejora continua y dar valor al cliente mediante la mejora de calidad y eficiencia en todos los procesos, y la reducción del tiempo de producción, para lo cual se utilizó la metodología de realización de mapa de cadena de valor, estandarización y

simplificación del proceso de montaje, estudio del proceso de montaje y clasificación de las actividades, realización de diagrama de precedencias de cara a conocer secuencias alternativas durante el montaje, determinación del tiempo de ciclo de acuerdo a la demanda prevista, diseño de proceso de montaje equilibrado reduciendo al máximo el WIP, implantación del lean manufacturing, garantizar la calidad y seguridad durante el proceso y la viabilidad económica, social y legal del proyecto a acometer. Teniendo como resultado una demanda diaria de 24,55 bombas/día y un Talk time de 1 173 seg, concluyeron que la presente investigación es viable técnica y económicamente; debido a que el VAN es positivo con un valor de S/9 658,931 un TIR de 182,00% y un PRI de 0,65.

El **diagrama de Ishikawa** [17], es una herramienta utilizada para identificar, analizar y representar las causas que generan un problema específico en un proceso. Se estructura como un “esqueleto” donde la cabeza representa el problema y las ramas principales corresponden a categorías como métodos, mano de obra, materiales, maquinaria, entorno y medición. Su utilidad radica en facilitar la identificación de las raíces del problema y apoyar en la toma de decisiones correctivas.

La **proyección de demanda** [18] es un procedimiento de análisis mediante las empresas estiman el nivel futuro de ventas de un producto o servicio. Se emplean datos históricos de consumo, tendencias del mercado, estacionalidad, variables económicas y cambios en el comportamiento del consumidor, además de planificar la producción, optimizar inventarios y tomar decisiones estratégicas de inversión.

La **línea de producción** [19] es un sistema en el que las operaciones se desarrollan de forma secuencial y ordenada, a través de estaciones de trabajo específicas en donde transforman la materia prima hasta en el producto final. Su objetivo es lograr eficiencia, reducir tiempos de espera, movimientos innecesarios y costos de producción.

El **diagrama de flujo** [20] es una representación gráfica de un proceso en donde se muestra de forma clara las actividades que lo conforman, las decisiones que deben tomarse y la secuencia lógica que sigue la información. Se desarrolla por símbolos como rectángulos, rombos, flechas. Sirve para facilitar la comprensión del proceso, e identificar los cuellos de botella blindando el apoyo para documentar y mejorar los procedimientos de una organización.

La **metodología SLP** [21] es una técnica orientada a diseñar o reorganizar de manera sistemática la distribución de instalaciones en una empresa. Utiliza el análisis de factores como el flujo de materiales, el espacio requerido y la ubicación de áreas auxiliares. Ayuda en reducir

los desplazamientos innecesarios, optimiza el uso del espacio y mejora el método de trabajo.

El análisis **costo-beneficio** [22] es una herramienta de evaluación de proyectos que compara de manera cuantitativa los costos que implica una decisión frente a los beneficios que se espera obtener. Determina si un proyecto es rentable o no, considerando aspectos como inversión inicial, costos operativos, ahorros generados, ingresos adicionales, así como beneficios sociales o ambientales.

Materiales y métodos

Para el desarrollo el primer objetivo, se realizó una descripción detallada del sistema o proceso actual de objeto de estudio [23], luego se realizó la proyección de la demanda, mediante la solicitud de la base datos del parque de equipos de la empresa Backus donde indica la situación actual de los equipos para su mantenimiento, se evidencia la gran cantidad de equipos de baja dentro de los periodos 2010 al 2017.

Para el segundo objetivo, para la implementación de una línea de producción de equipos de refrigeración en una empresa de servicios, se realizó una prueba piloto para evaluar los tiempos que requiere a repotenciar 1 equipo de frío, luego se establecieron los requerimientos de materiales e insumos en base a la demanda establecida en el primer objetivo. Al contar con un área establecida para el diseño de la línea de producción, se determinó el proceso productivo, la tecnología, capacidad de las máquinas y la distribución de las mismas, para ello se estableció el tipo de distribución y se encontraron indicadores de producción y planta, tales como: número de estaciones, productividad de materia prima, capacidad real y esperada. La superficie correspondiente se determinó mediante el método de Güerchet., además del método SLP..

Finalmente, Como tercer objetivo, para tener en un altar la viabilidad económica y financiera de implementar la columna de producción, se cuantificaron los costos asociados al ofrecimiento de la siguiente manera: costos de producción, costos administrativos, costos de comercialización, el VAN, el TIR y Costo-Beneficio mediante Excel y de esta manera se determinó la viabilidad económica del proyecto y cuánto tiempo tomaría para poder generar utilidad utilizando el factor de recuperación.

Resultados y discusión

Objetivo 1: Diagnosticar de la situación actual del proceso productivo de equipos de refrigeración a partir del reaprovechamiento de repuestos en una empresa.

En este estudio final, los propietarios y gerentes solicitaron proteger el nombre de la empresa.

Por lo tanto, esta solicitud será atendida. Sin embargo, los datos generales de la empresa aparecen como sigue:

- Datos generales de la empresa
- Rubro: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos de frío
- Tiempo en el mercado: 10 años.
- Producto: Dispensadores de bebidas alcohólica de la empresa Backus
- Número de trabajadores: La empresa cuenta, en el área de servicios, con un aproximado de 5 trabajadores.

Tabla 1. Número de trabajadores en el área de servicios

Trabajadores actuales	
Función	Trabajador
Correctivo mayor	1
Administrador	1
Técnico de ruta	1
Chofer	1
Ayudante	1
Total	5

Fuente. Elaboración propia en base a la empresa de servicios

Planta de servicios

El centro operativo está ubicado en la ciudad de Lima., y también cuenta con tres talleres en las ciudades de Chiclayo, Trujillo y Piura. El taller de Chiclayo posee una superficie de 530 m², en la tabla 2 indica el área disponible y ocupada, su distribución de planta cuenta con 3 áreas, el área de mantenimiento, almacén y el área administrativa. Los trabajos de mantenimiento correctivo se realizan en un área de mantenimiento que se divide en dos áreas de trabajo. Hay zonas de arreglo menor y zonas de arreglo mayor, con un técnico trabajando en cada zona.

Tabla 2. Área Total del taller de Chiclayo.

Cuadro de Áreas (m²)
Área Techada

Niveles	Mat. Noble	Mat. simple	Total
Primer Nivel	11 m ²	330,00 m ²	341,00 m ²
Sub Total	341,00 m ²		
Área Techada	341,00 m ²		
Área Terreno	530 m ²		
Área Libre	311,17 m ²		
Área ocupada	218,83 m ²		

Fuente. Elaboración propia en base a la empresa de servicios

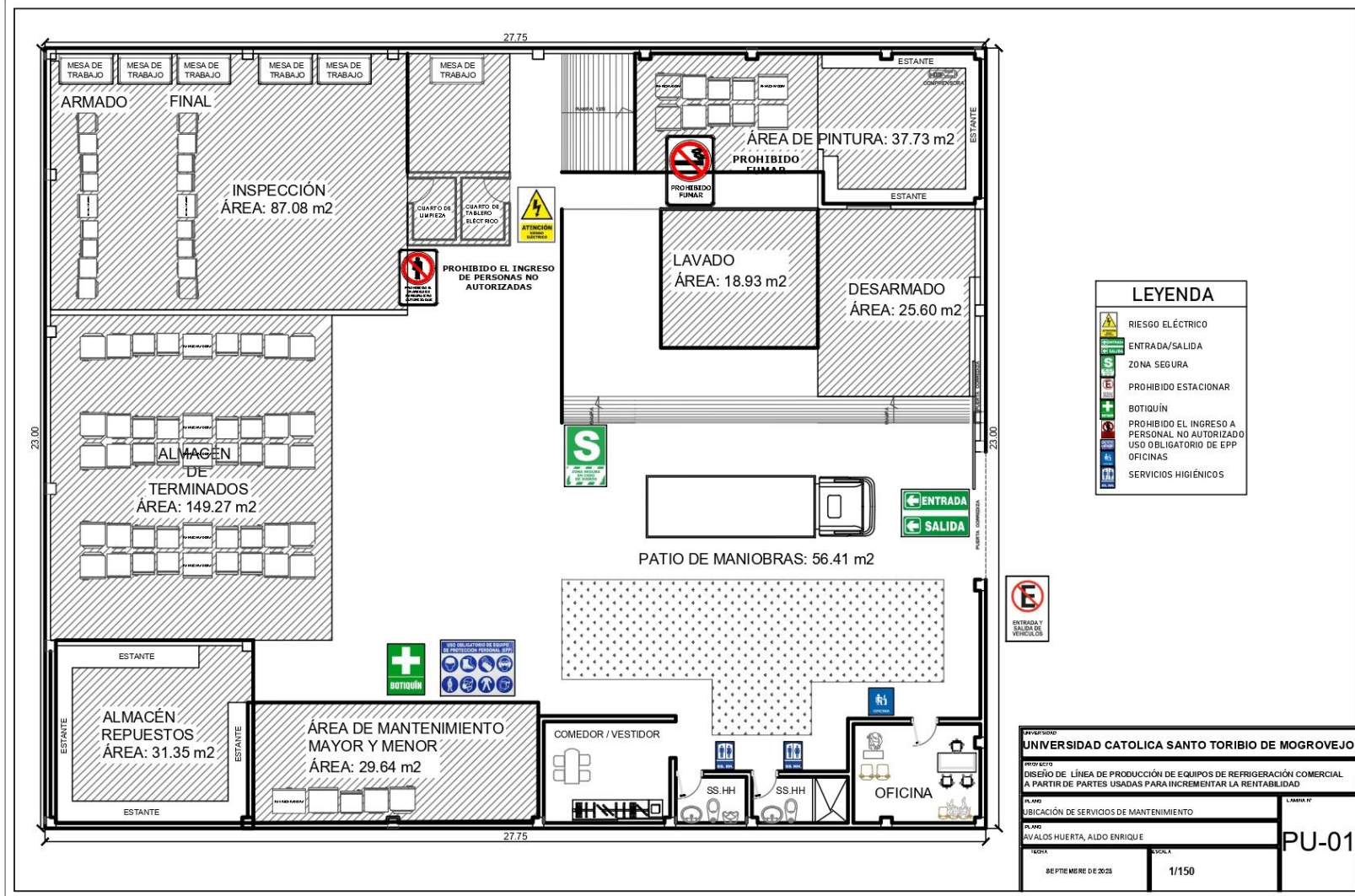
En el taller se reparan una gran variedad disponemos de diversos modelos de equipos de los principales fabricantes de vitrinas refrigeradas, entre los que se encuentran las cuatro grandes marcas más representativas de los cuáles hay 3 marcas principales que son los más representativos, como se muestra en la tabla 3, los modelos Imbera, Fogel, Metalfrio y otros representan el 61%, 22%, 5% y 13% respectivamente del total de la producción de equipos de frio de Backus.

Tabla 3. Modelos de vitrinas refrigeradas, servicios y su participación en el mercado

Marca / Modelo	Fogel	Imbera	Metalfrio	Otros
Visifroster 280	1098	-	-	-
Visifroster 192	809	-	-	-
Froster 280	323	-	-	-
Visifroster X17	177	-	-	-
Froster 192	182	-	-	-
Visifroster FV19	-	433	-	-
Visifroster NF15	-	271	-	-
Visifroster NF13	-	228	-	-
Visifroster VN50	-	-	215	-
Otros	-	-	-	537
Total	2589	932	215	537
Participación	61%	22%	5%	13%

Fuente. Elaboración propia en base a la empresa de servicios

Figura 1:



Descripción del sistema de servicio

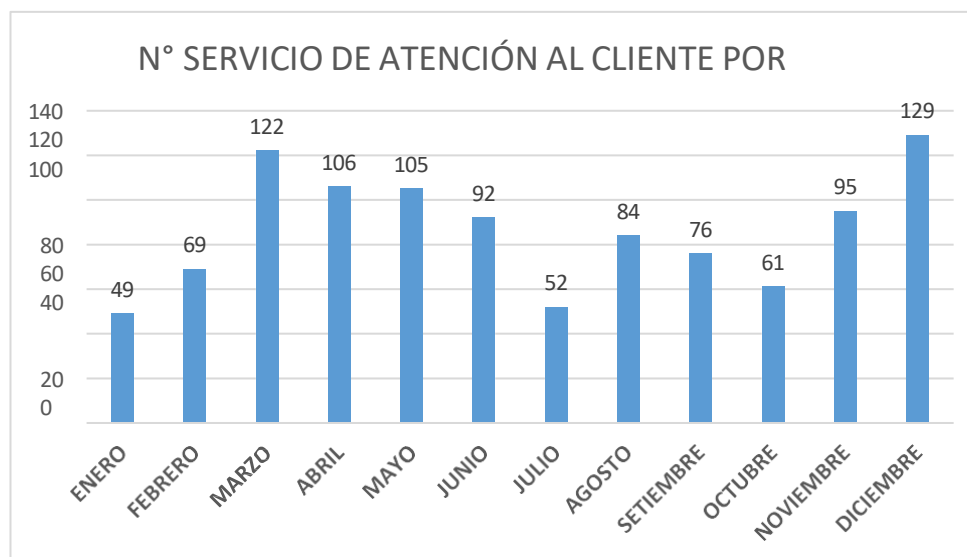
En el campo de acción técnica de la empresa existen técnicos de ruta y técnicos de taller que tienen roles diferentes, pero tienen el mismo fin. Es decir, si el equipo no alcanza su temperatura de enfriamiento programada y el cliente se encuentra en las instalaciones se acercan a ser atendidos, Mientras tanto, los técnicos de taller realizan el mantenimiento de los equipos en las instalaciones de la empresa. En ambos casos, el objetivo es conseguir que el el equipo enfríe las bebidas alcohólicas y no alcohólicas a una temperatura programada de 3 °C.

Si la vitrina refrigerada no enfría, el cliente llamará al servicio de atención al cliente. Esto genera un servicio en la aplicación del técnico de ruta correspondiente para poder visualizar los datos del cliente y atender llamadas. Si el dispositivo no se puede reparar, se generará una orden de cambio y el transportista la cumplirá al día siguiente. (ver anexo 1)

Resumen de servicios

Detallando la información del último año de servicios, esta empresa atendió 1040 servicios comprendiendo los diferentes modelos de equipos de frío existentes; teniendo como mes de más entrada reclamación el mes de diciembre y como producto distintivo las conservadoras en peculiar el modelo estándar Visifroster 280. A continuación, detallan estos resultados mediante los siguientes gráficos y cuadros. (ver anexo 2)

Figura 2: Nivel de servicios atendidos del año 2022 Fuente:



Elaboración Propia

Utilidad operativa

La empresa tiene ingresos por servicios prestados de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de frío, se revisó los estados de resultados del periodo 2018 al 2022, en la tabla 4 se identificaron los ingresos, gastos de operación y la utilidad operativa del servicio a nivel Nacional. Asimismo, en el año 2021 los gastos de operación son mayores a los ingresos por lo que no se obtiene utilidades, resultando pérdidas para la empresa. (Ver anexos 3)

Tabla 4. Estado de resultados de pérdidas y ganancias

Año	Ingresos S/.	Gastos de operación S/.	Utilidad operativa S/.	Margen operativo
2018	660 000,00	576 058,16	83 942,16	14.23%
2019	660 000,00	563 084,45	96 915,45	14.68%
2020	0	0	0	0
2021	495 000,00	505 103,77	-10 103,77	-1,53 %
2022	660 000,00	569 204,62	90 796,62	13,75 %

Fuente: Elaboración propia. En base a empresa de Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de frío.

Estudio de mercado

Siendo nuestro principal cliente el Grupo Backus, la Cervecería ha realizado una gran inversión en la implementación de equipos de frío en los puntos de venta para el mercadeo de las marcas en el comercio detallista, actualmente distribuye 50 000 equipos de frío a nivel nacional, administrados por dicha empresa.

Se realiza la solicitud de la base datos del parque de equipos de la empresa Backus donde indica la situación actual de los equipos para su mantenimiento, en donde se evidencia un promedio de 6016 equipos que se dan de baja después de 7 años de uso, los cuales se proyectará hasta 2023, con el objetivo de referirse al comportamiento pasado de la demanda para realizar previsiones futuras.

Tabla 5. Situación actual del parque de equipos de la empresa Backus

Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Dado de Baja	4582	7205	5433	5271	8112	9023
Disponible	13	8	14	12	21	32
Irrecuperables	15	8	8	18	25	22
Mant. Externo	-	-	-	-	1	7
Mantenimiento	7	12	13	7	25	52
Prestado	1284	2216	2002	1866	3116	4155
Tota general	5901	9449	7470	7174	11300	13291

Fuente: Elaboración propia. En base a la empresa de Mantenimiento

En la tabla 6 se muestra los resultados del método de pronóstico de regresión polinómica [22]. Es un método cuantitativo que permite calcular previsiones para periodos futuros. Este método se basa en elevar al cuadrado la suma de las desviaciones a un valor mínimo. Su objetivo es determinar los coeficientes a y b, llamados coeficientes de regresión, donde x es la variable independiente (tiempo) y es la variable dependiente (previsión de demanda).

Con base en datos históricos sobre la cantidad de equipos de baja, encontramos que el valor del coeficiente de regresión polinómica de 0,9767 indica una fuerte correlación positiva entre las variables, y sugiere que se pueden utilizar métodos de regresión lineal.

La fórmula para el cálculo del pronóstico es $Y = 10,341x^3 - 279,21x^2 + 1828,5x + 3175$.

Tabla 6. Proyección de la demanda

Periodo	Año	Proyección histórica
14	2023	2732
15	2024	3013
16	2025	3666
17	2026	4756
18	2027	6344
19	2028	8492

Fuente: Elaboración propia. En base a empresa de Mantenimiento

Con respecto a la proyección de la demanda ordenado según los datos en orden ascendente obtenidos por Backus, indica la cantidad de equipos disponibles para recuperar y reaprovechar los repuestos y producir equipos nuevos, lo cual sería beneficioso para la empresa para incrementar las utilidades. De esta manera se obtiene las cantidades de equipos disponibles para empezar la producción de equipos de refrigeración.

Objetivo 2: Desarrollo de la propuesta de diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración.

La línea de producción de equipos estará ubicada en la planta de servicio existente, que tiene aproximadamente 311,17 m² disponibles para el diseño de la línea.

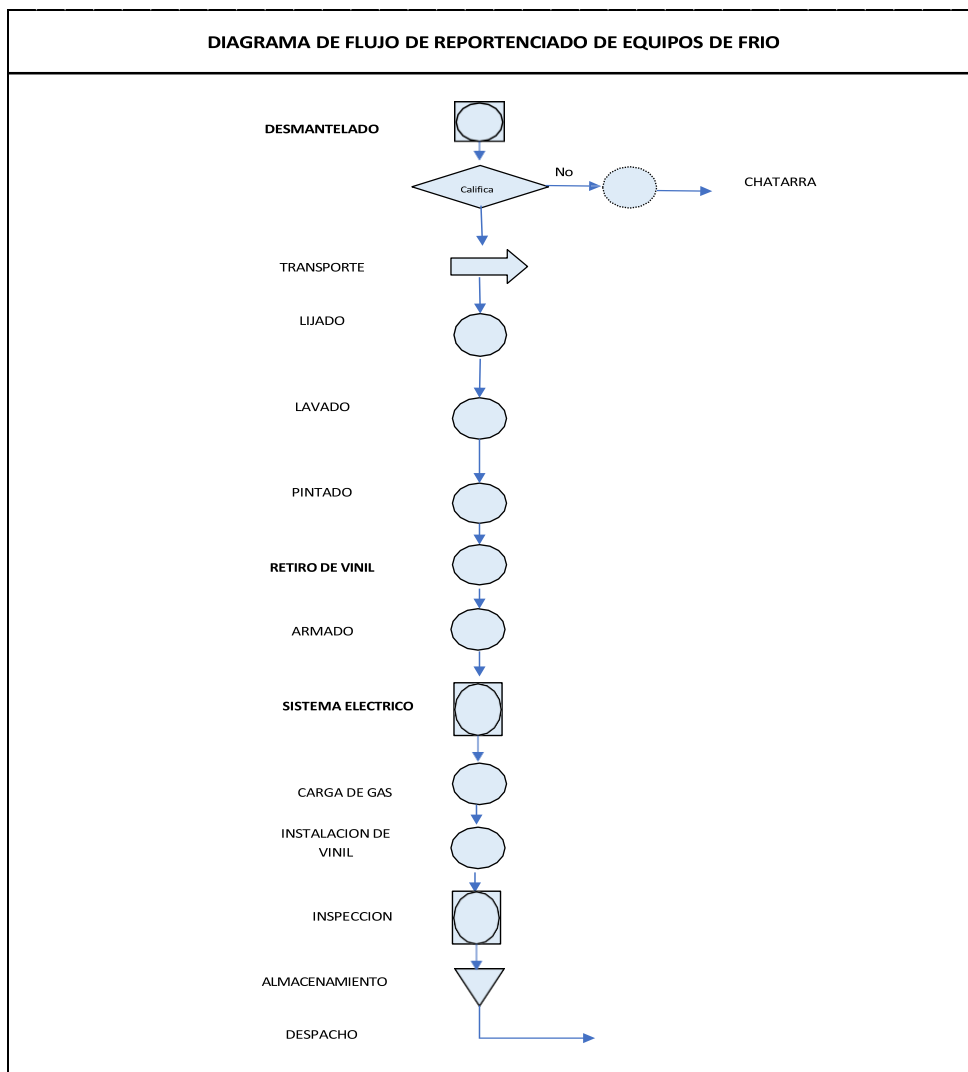
Para el diseño de la línea de producción de equipos de frío se realizó en diferentes etapas, primero se hizo una simulación en la reconstrucción de 1 equipo de frío (ver anexo 4) con la finalidad de tomar el tiempo que le demora a cada trabajador desempeñarse en todo el proceso y producir 1 equipo, empleando un tiempo de 351 min/equipo, y un tiempo muerto de 129 min, luego después de realizar el diagrama DOP (ver anexo 4), Las máquinas se seleccionan con las características correspondientes. Para calcular la producción se debe tener en cuenta que la empresa de servicios frente al nuevo diseño de la línea se empleara solo un turno de 8 horas al día, de 6 días a la semana. Por lo tanto, el tiempo base es de 480 min/día.

Para el proceso productivo de equipos de refrigeración a partir del reaprovechamiento de repuestos Se ha tenido en cuenta el estudio de Castro [4], el proceso empieza por la recepción de los equipos y se realiza el descargo al área de desmantelado, donde se realiza la evaluación del modelo, año, garantía y estado del equipo. Si está en óptimas condiciones (sin óxido) y tiene más de 7 años de antigüedad se procede a desmantelar, lijar gabinete, retirar pintura, y se realiza el retiro de partes y luego se realiza el requerimiento de material al almacén de materiales y repuestos, luego es llevado al área de lavado donde se procede a lavar el equipo: gabinete, exteriores, techo, base y se envía a la siguiente etapa donde se cubre con papel periódico las zonas más importantes. La superficie a pintar debe estar completamente desengrasada, limpia y libre de polvo, aceite, grasa, óxido y suciedad. La pintura utilizada es en polvo y se aplica mediante una pistola especial en una cabina de pintura., Mientras el producto que se está pintando está conectado a tierra, las partículas de polvo de pintura se cargan eléctricamente.

Esto crea una atracción electrostática que permite que el producto forme una película de polvo suficiente para cubrir de manera uniforme y completa toda la superficie. luego se da inicio con el armado de sistema eléctrico, compresores, condensador, carga de gas, evaporador, sistema de gabinete y puerta. La Inspección final hará una vez más una evaluación dando conformidad del equipo y si presenta alguna desconformidad se envía al área de acuerdo a la desconformidad encontrada, ya sea el área de pintura o armado para la corrección del equipo, y finalmente la imagen del equipo depende de la solicitud del cliente (logo) nosotros como empresa enviamos a fabricar los viniles a un tercero especializado en la fabricación de estos de

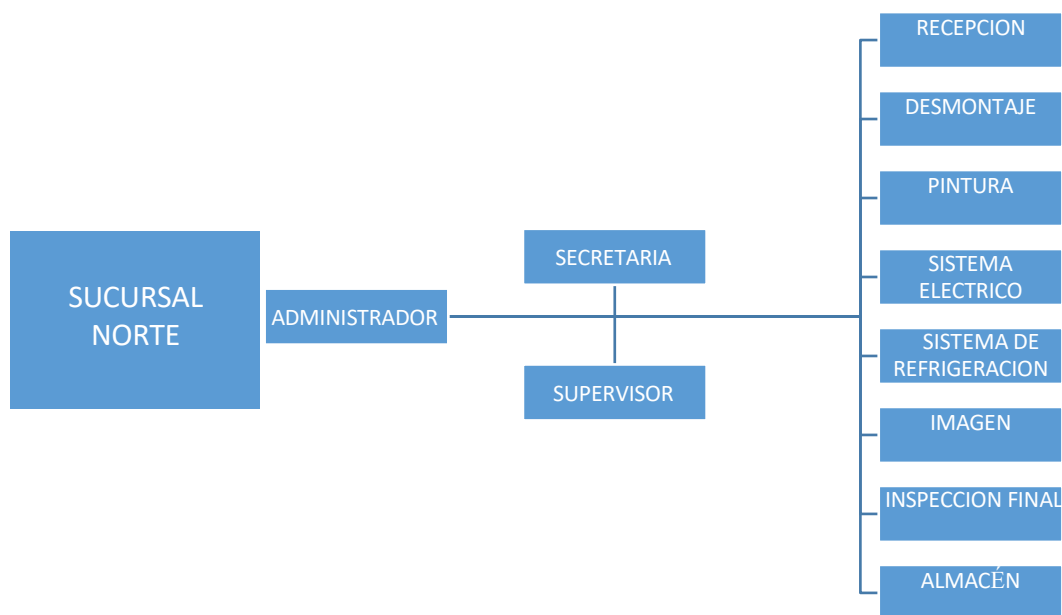
acuerdo a la medida e imagen solicitada por el cliente, para luego ser únicamente colocada en el equipo de frio). Es importante mencionar que esta etapa, que la empresa debe obtener la Licencia de Seguridad expedida por el INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil).

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso productivo de equipos de refrigeración. Fuente. Elaboración propia.



Este proyecto sólo contempla la instalación de una línea de producción de equipos de refrigeración, y una vez montada toda la línea de producción se requerirá personal con experiencia en planta, especialmente en los sectores de reparación eléctrica, la globalización ha provocado la consolidación de muchas fábricas, algunas incluso su desaparición, y el mercado laboral ahora cuenta con una gran oferta de operarios.

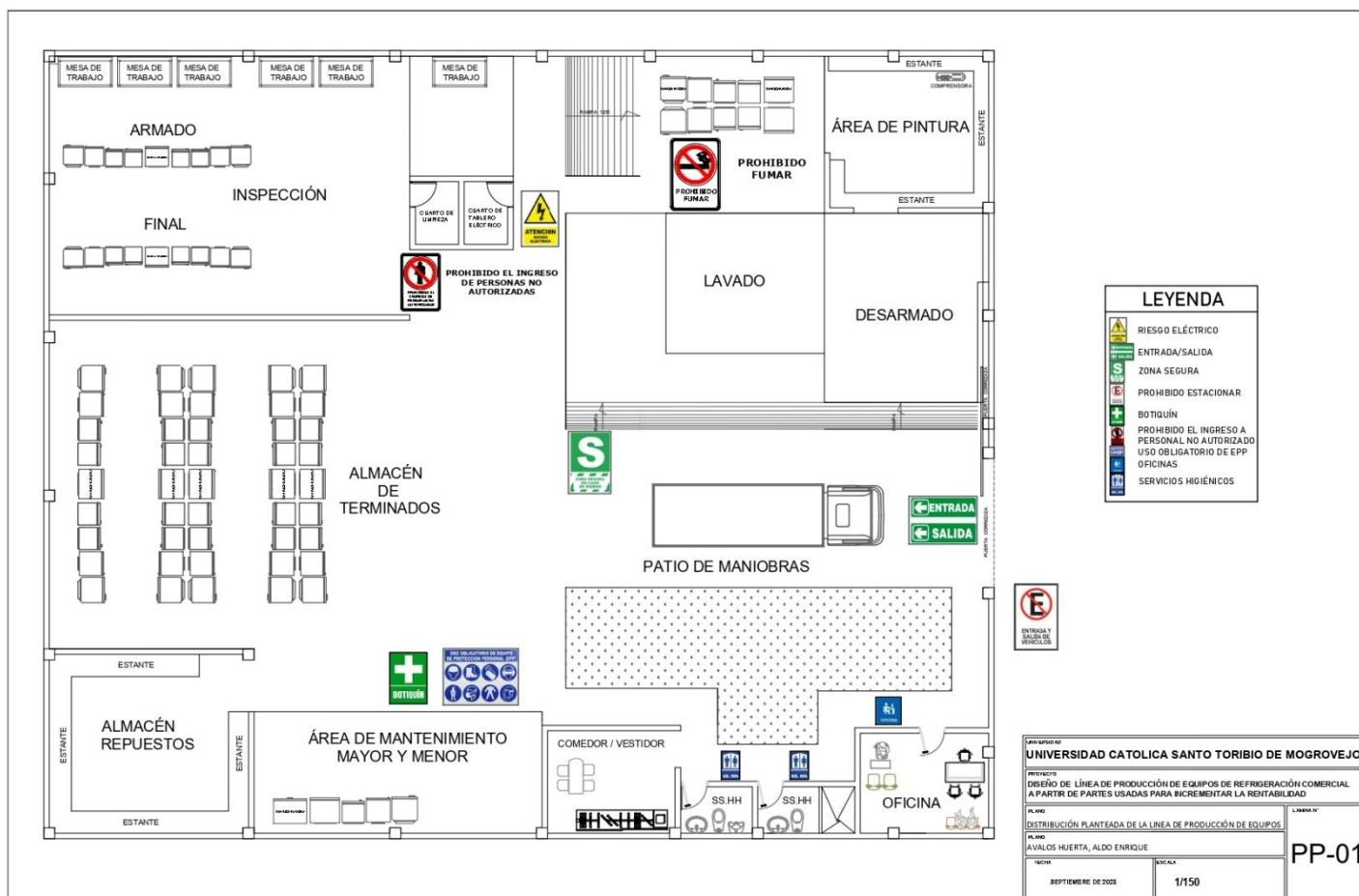
Figura 4. Organigrama de la nueva línea de producción de equipos



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, el número de estaciones se calculó como 2 estaciones, para cubrir las necesidades de mano de obra, teóricamente se establecieron 9 operadores (ver anexo5). Para determinar la capacidad real de la planta se tiene en cuenta la previsión de demanda para el primer año, se tiene en cuenta la fecha en la que se tiene en cuenta la cantidad mínima de productos que se deben producir con 2 732 unidades de equipos. Tenga en cuenta que habrá turnos de 8 horas, de 9 a 17 horas. Para determinar la capacidad de producción planificada se tendrá en cuenta una previsión de demanda de 5 años, durante los cuales se producirá el número máximo de productos. con 8 492 equipos. Como resultado se obtuvo que la capacidad real que fue de 9 unidades/día, la capacidad diseñada que fue de 29 unidades/día, teniendo así, una capacidad utilizada de 31% debido a la capacidad que se espera cubrir en el proyecto (ver anexos 6). Para determinar los m² de área de producción se utilizó el método Güerchet (ver anexos 7), Esto permite que la línea de producción de equipos alcance un aproximado de. 123,3 m², Superficie mínima requerida para esta zona. Esto puede variar dependiendo del diseño de la máquina. La empresa dispone de 530 m2 por lo que instalar la línea de producción no supone ninguna dificultad. Finalmente, luego de aplicar el método SLP (ver anexo 7), se determinó la ubicación óptima de la línea de producción para evitar retrasos. en el proceso como se puede observar en el anexo 6.

Figura 5. Plano de ubicación de la nueva línea de producción de equipos de refrigeración.



Fuente. Elaboración propia

Objetivo 3. Análisis económico – financiero de la propuesta

Además del capital de trabajo, también se consideraron los activos tangibles e intangibles, como los costos directos e indirectos de producción y administrativos, se tuvo en cuenta a la hora de invertir en el proyecto. En el cuadro 7 se muestra en detalle la cantidad utilizada. Además, se espera una inversión de S/184 601,00, la cual el patrocinador del proyecto cubrirá al 100% tomando en cuenta los costos de construcción, maquinaria y pre operacional. (ver anexo 8)

Tabla 7. Inversión Total del proyecto

Ítem	Costos (S/)
Inversión tangible	
Construcciones	79 400,00
Maquinaria de producción	89 200,00
Equipo de producción	5 101,00
Inversión intangible	
Gastos pre operativos	
Planos	6 500,00
Estudios	1 700,00
Movilidades varias	1 200,00
Puesta en marcha y capacitaciones	1 500,00
Totales(s/)	184 601,00

Fuente: Elaboración propia

Para la tasa aceptada de rendimiento (TMAR) se calculó con un % de lo que se piensa ganar del 10% y con una tasa inflacionaria en Perú del 1,82%, por lo que el TMAR fue del 12%. Se muestra el flujo de caja del proyecto que se realizó, el cual arrojó un VAN de S/ 1 581 983,53 un TIR de 38,82%, el cual es mayor que el TMAR. Por lo cual, el proyecto se acepta al ser económicamente viable.

Tabla 8. Flujo de caja

años/meses	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/3 278 400,00	S/3 343 968,00	S/3 410 847,36	S/3 479 064,31	S/3 548 645,59	S/3 619 618,51
costos operativos		S/2 385 633,41	S/2 385,633,41	S/2 385 633,41	S/2 385 633,41	S/2 385 633,41	S/2 385 633,41
depreciación		S/22 515,40	S/22 515,40	S/22 515,40	S/22 515,40	S/22 515,40	S/22 515,40
GAV		S/860,47	S/877,68	S/895,23	S/913,14	S/931,40	S/950,03
utilidad antes de impuestos		S/869 390,72	S/934 941,51	S/1 001 803,32	S/1 070 002,36	S/1 139 565,38	S/1 210 519,67
Impuestos (30%)		S/260 817,22	S/280 482,45	S/300 541,00	S/321 000,71	S/341 869,61	S/363 155,90
utilidad después de impuestos		S/608 573,50	S/654 459,06	S/701 262,32	S/749 001,65	S/797 695,77	S/847 363,77
años/meses	0	1	2	3	4	5	6
utilidad después de impuestos		S/608 573,50	S/654 459,06	S/701 262,32	S/749 001,65	S/797 695,77	S/847 363,77
Inversión	-S/184 601,00						
años/meses	0	1	2	3	4	5	6
FNE	-S/184 601,00	S/ 65 928,93	S/ 73 840,40	S/ 83 909,55	S/ 92 300,50	S/ 108 588,82	S/ 153 834,17
VAN	S/128 582,14						
TIR	38,82%		TMAR	17,88%	anual	1,38%	mensual
PRI	0,35 años/meses			1,49%	mensual		
años/meses	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/608 573,50	S/654 459,06	S/701 262,32	S/749 001,65	S/797 695,77	S/847 363,77
Egresos	S/184 601,00	S/221 521,20	S/225 951,62	S/230 470,66	S/235 080,07	S/239 781,67	S/244 577,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Tasa de rentabilidad económica

Valor actual neto (VAN)	S/. 1 581 983,53
TIR	38,82%
TMAR PRI	17,88%
	0,35
B/C	1,75

Fuente: Elaboración propia

La inversión se podrá recuperar en 4 meses. Y por cada sol invertido la empresa estaría ganando 0,75 soles.

Discusión

La propuesta de diseño de la línea de producción evidenció que es recomendable aprovechar los repuestos recuperados de equipos dañados, lo cual se refleja en una capacidad de producción de hasta 8 492 equipos en cinco años, con una utilización de planta del 31%. Estos resultados superan a estudios como el de Wahjudi et al. [6], quienes lograron reutilizar hasta un 65 % de piezas en refrigeradores, pero con tiempos de desmontaje reducidos en 40%; Mientras que en el presente estudio no solo reutiliza componentes estructurales y eléctricos, sino que integra un proceso de repotenciado que permite alcanzar hasta 9 equipos diarios desde el primer año. Además, a diferencia de Ardente et al. [1], que propusieron estrategias para reducir 3 % de emisiones de CO₂ por equipo en Europa, este diseño no solo aporta al aspecto ambiental, sino que también asegura un impacto económico directo mediante la generación de nuevos equipos funcionales con bajo costo de producción.

Por otro lado, el diagnóstico del proceso productivo reveló fallas asociadas a la falta de distribución de planta, con áreas no aprovechadas de 311 m² y una operación dependiente de cinco trabajadores, limitando la productividad y generando pérdidas de hasta S/ 10 103,77. Un problema habitual en distintos grupos de fabricación como es el caso de Verma et al. [2], quienes tuvieron un 29,2 % de retrasos por desbalance en una línea de refrigeración. Sin embargo, a diferencia de ese estudio, en el que la eficiencia se incrementó hasta 85,36 % con balanceo de operaciones, aquí se optó por integrar metodologías SLP y Güerchet para reorganizar espacios, logrando una capacidad instalada de 29 unidades/día.

Para el desarrollo del segundo objetivo el diseño elaborado incluyó seis etapas productivas, desde la recepción y desmantelado hasta la pintura y ensamblaje final, con un tiempo de 351 minutos por equipo. Para lo cual Castro et al. Mejoraron la línea de cocinas alcanzando un VAN

de S/ 37 986,33 y un beneficio/costo de 1,42, mientras que en la presente investigación se reporta un VAN de S/ 1 581 983,53 y un beneficio/costo de 1,75. validando la factibilidad técnica y económica en líneas de menor escala y demostrando que el reaprovechamiento de repuestos no solo reduce costos de materiales, sino que incrementa utilidades en un nivel significativamente mayor, integrando además la flexibilidad para adaptar el proceso a diferentes modelos de equipos de frío.

Conclusiones

Se concluye que la propuesta de diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración consta de tres pasos: Viabilidad comercial, técnica y económica financiera. Y es factible, pues permitió incrementar las utilidades.

Con respecto al estudio de mercado, se solicitó la base de datos del parque de equipos de la empresa Backus, pues se evidencia la cantidad de equipos de baja disponibles para ser reutilizados. Debido a la capacidad de planta y al área disponible solo se producirá 9 equipos diarios. Además, con la demanda a abarcar se estableció el plan de producción durante cinco años, con la finalidad de satisfacer a los clientes.

La línea de producción de equipos de refrigeración contará con un área aproximada de 266,47 m², lo que permitirá trabajar con los espacios adecuados según la maquinaria a adquirir. El proceso productivo contará con un total de 6 etapas claves para el funcionamiento adecuado de la línea de producción y una capacidad utilizada del 31,03% debido al plan de producción del primer año.

Finalmente, de acuerdo al estudio económico – financiero, la propuesta de diseño de una línea de producción de equipos de refrigeración para incrementar la utilidad es viable con un Valor Neto Actual (VAN) positivo y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 38,82%

Recomendaciones

Realizar un estudio sobre la ergonomía ocupacional para busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), ya que permitirá evitar lesiones laborales y enfermedades profesionales en la línea de repotenciado.

Elaborar un plan de gestión de inventarios para el correcto control de ingresos y salidas de repuestos, y equipos de baja que ingresan y la salida de equipos nuevos, generando una mejor distribución y almacenamiento.

Realizar estudios de factibilidad acerca del procesamiento de otro tipo de equipo similares a repotenciar, debido a que la línea de producción es flexible. Permitiendo así, procesar otros modelos con el fin de reaprovechar los repuestos y reducir el impacto ambiental.

Referencias Bibliográficas

- [1] C. C. Gerardo y M. M. Deyanira, «Aspectos Básicos de refrigeración para la agroindustria,» *Rev.Bio.Agro*, vol. 6, n° 2, pp. 127 - 132, 2022.
- [2] H. Chavez, «La reparación popular de tecnología y sus saberes,» *Scielo*, vol. 9, n° 1, pp. 1-35, 2023.
- [3] A. B. Rafael y L. d. R. Aura, «Estudio experimental de un sistema de refrigeración de pequeña capacidad que utiliza,» *Scielo*, vol. 28, n° 3, pp. 55-64, 2022.
- [4] J. d. j. casas, K. Cerón y C. J. Vida, «Priorización multicriterio de un residuo de aparato eléctrico y electrónico,» *Ing. Desarro.*, vol. 33, n° 2, pp. 172-197, 2025.
- [5] A. Ferrante, «Servicio técnico y reparación del bien: la alteración de la tutela efectiva del consumidor en caso de disconformidad material. Una visión jurisprudencial,» *Ius et Praxis*, vol. 26, n° 3, pp. 65-80, 2020.
- [6] C. A. Z. Yépez y J. C. M. Rueda, «Buenas prácticas en el manejo de residuos electrónicos en América Latina,» *Estudios del Desarrollo Social*, vol. 10, n° 1, pp. 24-61, 2022.
- [7] F. Ardente, M. Calero Pastor, F. Mathieux y L. Talens Peiró, «Analysis of end-of-life treatments of commercial refrigerating appliances: Bridging product and waste policies,» *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 101, n° 5, pp. 42-52, 2020.
- [8] D. G. Rahul y V. Sanjeev, «Analysis & evaluation of assembly line balancing in a Refrigeration Plant,» *International J. of Engg*, vol. 3, n° 2, pp. 71-82, 2019.
- [9] V. C. J. C. B. P. D. W. R. B. a. J. R. M. Rohit Konda, «Utilizing Load Shifting for Optimal Compressor Sequencing in Industrial Refrigeration,» *Arxiv.org, california*, 2024.
- [10] S. K. Buse, Z. Marta y M. Mehmet, «Safe Optimization of an Industrial Refrigeration Process Using an Adaptive and Explorative Framework,» *Imperial College London, London*, 2021.
- [11] B. L. Matheus y I. K. Flávio, «A Modular Product Design Framework For The Home Appliance Industry,» *Federal University of Paraná*, vol. 3, n° 5, pp. 1-29, 2021.
- [12] D. Wahjudi y I. Y. Yamin, «Product Design Evaluation of Refrigerators to Facilitate Remanufacturing Process,» *In Book*, vol. 8, n° 1, pp. 459-467, 2024.
- [13] G. P. Felipe Alejandro, H. Magdalena, M. P. Ashak, T. Jorge y G. V. D. B. S. R. Karl, «Recovery of Materials from Refrigerator: A Study Focused on Product Distribution, Recyclability and LCA Evaluation,» *Helmholtz institute freiberg for resource technology*, vol. 16, n° 3, pp. 20-74, 2024.
- [14] C. M. Castro Segovia y B. P. O'Brien Chavez Arroyo, «Mejora del proceso de ensamblaje de cocinas de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.,» *Universidad de Lima, Lima*, 2021.
- [15] E. S. Jenny y C. S. Luis Ediberto, «Aplicación del estudio de trabajo y balance de linea para incrementar la productividad en el área de ensamble de cocinas de la empresa BSH electrodomestico S.A.C. 2018,» *UPN, Lima*, 2019.
- [16] D. C. V. J, M. P. M, A. A. J y G. C. V. J, «Diseño, analisis y fabricación de las partes de una bomba centrifuga impresa con filamento PETG,» *Uache, edu*, vol. 11, n° 1, pp. 250-263, 2023.
- [17] I. X. L. Rodríguez, «Método general de solución de problemas y Diagrama de Ishikawa,»

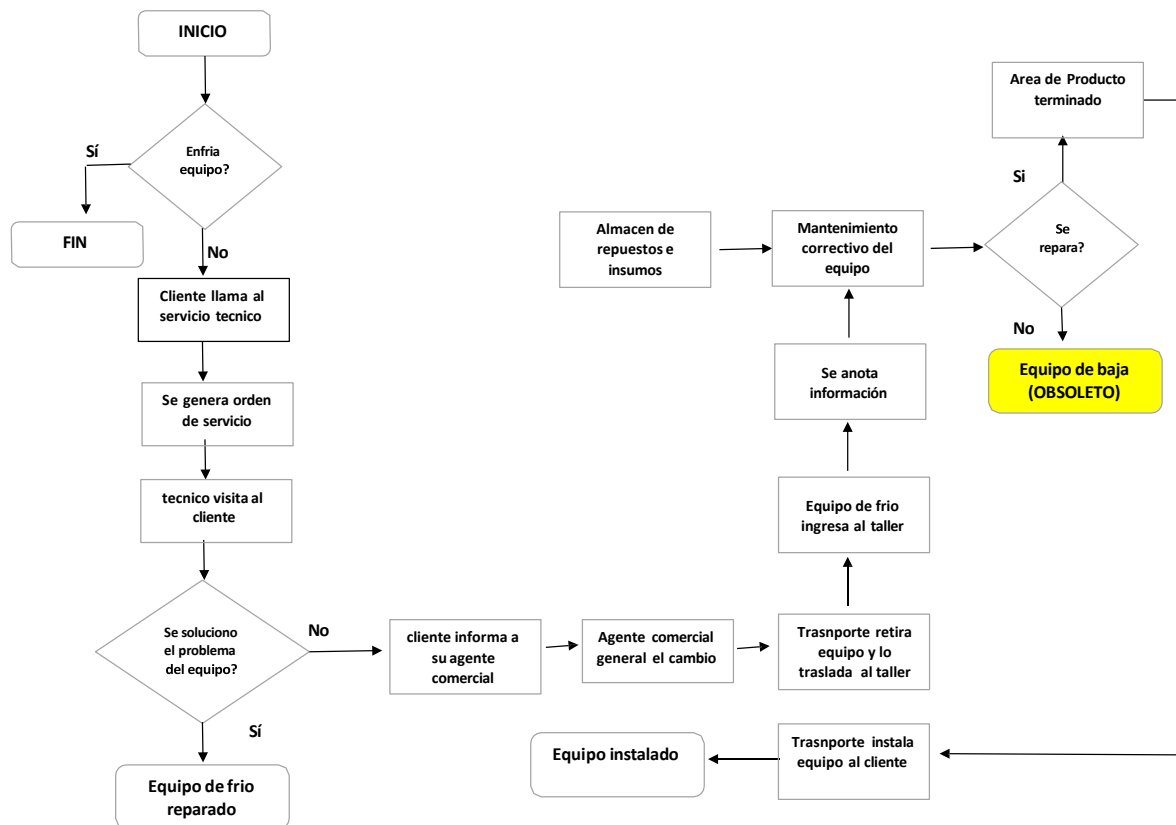
Conrado, vol. 17, n° 79, pp. 252-260, 2021.

- [18] M. F. Carlos Jesús y C. Y. O. L. León, «Metodología para pronosticar demanda y clasificar inventarios en empresas comercializadoras,» *Rev retos*, vol. 14, n° 2, pp. 354-373, 2020.
- [19] C. A. P. Guzmán, «Mejora de la productividad en las líneas de producción de fabricación,» *Ind. data*, vol. 27, n° 2, pp. 173-192, 2024.
- [20] R. R. Daniela y L. F. OrtizClavijo, «Esquema de Flujo de Datos para la Toma de Decisiones en el Sector Público,» *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 18, n° 2, 2021.
- [21] J. T. S. Kelly, F. P. Laura S y C. W. Sánchez, «Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras,» *ing.*, vol. 25, n° 2, pp. 103-116, 2020.
- [22] A. Diaz, «El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas,» vol. 11, n° 2, pp. 322-343, 2022.
- [23] G. B. Urbina, «Evaluación de proyectos,» 6ta edición, Mexico, 2019.

Anexos


Anexo 1

Figura A1. Diagrama de flujo actual de las actividades técnicas de la empresa.




Anexo 2. Características generales los modelos de mayor demanda

Tabla A1. Características generales de FROSTER-192

Dimensiones:	FROSTER-192-CF-PVP-LEDR-V1
Altura: 1,770 mm 69 11/16" Frente: 645 mm 23 5/8" Fondo: 578 mm 22 3/4"	
Capacidades: Pies cúbicos Litros: 14 396 Botellas 12 Oz* Latas 12 Oz*: 192 384	

Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío


Tabla A2. Características generales del FROSTER-280-PVPH

Dimensiones:	FROSTER-280-PVPH
Altura: 2,051 mm 80 3/4" Frente: 714 mm 28 1/8" Fondo: 659 mm 25 15/16"	
Capacidades: Pies cúbicos Litros: 18 510 Botellas 12 Oz* Latas 12 Oz*: 315 630	

Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío


Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío

Tabla A3. Características generales del FROSTER-126-PVPH

Dimensiones:	FROSTER-126-PVPH
Altura: 1,544 mm 60 3/4"	
Frente: 535 mm 21 1/8"	
Fondo: 557 mm 21 15/16"	
Capacidades:	
Pies cúbicos Litros: 8 227	
Botellas 12 Oz* Latas 12 Oz*: 126 252	


Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío

Tabla A4. Características generales del FROSTER-30 PVPH

Dimensiones:	FROSTER-30-PVPH
Altura: 2,052 mm 80 13/16"	
Frente: 1,102 mm 43 3/8"	
Fondo: 657 mm 25 7/8"	
Capacidades:	
Pies cúbicos Litros: 30 844	
Botellas 12 Oz* Latas 12 Oz*: 490 980	

Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío

Tabla A5. Características generales del FROSTER-X-8-PVPH

Dimensiones:	FROSTER-X-8-PVPH
Altura: 1,554 mm 61 3/16"	
Frente: 535 mm 21 1/16"	
Fondo: 557 mm 21 15/16"	
Capacidades:	
Pies cúbicos Litros: 8 227	
Botellas 12 Oz* Latas 12 Oz*: 168 252	

Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío

Tabla A6. Estado técnico de los equipos, se describe la situación actual, acciones, y repuestos necesarios para reparar los equipos.

Problema	Posible causa	Acciones necesarias
Compresor no arranca	No hay voltaje en la toma de alimentación	Verifique con un voltímetro
	Conductor eléctrico o alambres cortados	Utilizando un ohmímetro, verifique si existe continuidad en el conductor eléctrico o alambre
	Falla en los componentes eléctricos tales como: termostato, protector térmico	Reemplazar el componente defectuoso
	Bobinas del motor de compresor cortadas o quemadas	Mida la resistencia óhmica de las bobinas principal y auxiliar utilizando un ohmímetro y compárelas con los valores correctos
	Condensador sucio, falta circulación de aire Bajo voltaje	Limpie el condensador y permita la circulación de aire Para eliminar el problema de voltaje menor que 103 volts. es recomendado el uso de un regulador de voltaje
Compresor pegado	Reemplace el compresor	
Demasiado frio	Termostato no desconecta la unidad condensadora	Verifique la fijación del sensor de ambiente del termostato. Si el problema continuo, cambie el termostato.
	Sensor de ambiente del termostato desprendido o mal fijado	Fije correctamente el sensor de ambiente del termostato
Poco frio	Condensador sucio, falta de circulación del aire	Limpie el condensador y permita la circulación del aire
	El refrigerador está mal ubicado	El refrigerador no debe de estar cerca de cocinas, paredes expuestas al sol, lugares sin circulación de aire o muy soleados

El refrigerador es mal utilizado	Las parrillas no deben de cubrirse con ningún plástico o material que obstruya la circulación del aire dentro del refrigerador
Refrigerador con sobrecarga de gas	Verifique si existe condensación o formación de escarcha en la línea de succión. si existe cargue correctamente
Falta de gas refrigerante	Cargue correctamente
Existencia de una fuga de gas refrigerante	Verifique el punto donde se encuentra la fuga para eliminarla o reemplazar el componente. cambie el filtro deshidratado, efectúe vacío y coloque nueva carga de gas
Ventilador del evaporador o de unidad condensadora no funciona	Verifique conexiones eléctricas y que el aspa no esté trabada. reemplace el componente cuando el motor este quemado
Bajo voltaje	Para eliminar el problema de voltaje menor a 103 voltios es recomendado el uso de un regulador de voltaje
Alambres o dispositivos eléctricos en contacto con partes metálicas	Verifique si hay falla en el aislamiento de un componente eléctrico que este en contacto con partes metálicas. aisle correctamente
Choque eléctrico	Verifique continuidad conectando las terminales de una lámpara de prueba entre el borne común y el terminal de tierra del compresor.
Compresor con paso de corriente a la carcasa	si la lámpara enciende, reemplace el compresor
Mala nivelación del refrigerador	Verifique si el ruido se elimina cuando el refrigerador esta nivelado
Condensador mal fijado. Tuberías en contacto con metal	Teniendo el compresor funcionando, verifique si partes metálicas están en contacto y/ o que los tornillos de sujeción del condensador estén debidamente apretados
Ruido	
Abanico del evaporador o de unidad condensadora flojo	Verifique si los abanicos están bien fijados. verifique si el aspa del abanico esta floja, quebrada o torcida creando una excesiva vibración. cambie el aspa
Compresor con ruido interno	Si después de analizar todos los aspectos previamente descritos, el ruido persiste. su origen puede estar en el compresor
Sensor de ambiente del termostato	Fije correctamente el sensor de

Condensación extrema en el refrigerador	Desprendido o mal fijado	Ambiente del termostato
	Humedad relativa del aire es muy alta (arriba del 75%)	Esta clase de daño es causado por las condiciones climatológicas locales y no por el refrigerador
	Puerta del refrigerador no sella	Verifique si la puerta está mal ajustada o si el empaque está roto. ajuste la puerta o reemplace el empaque
	El refrigerador está mal ubicado	El refrigerador no debe de estar ubicado cerca de fuentes de calor
	Switch en posición "off"	Coloque el switch en posición "on"
mpara no enciende	Falso contacto en el switch, conectores del tubo fluorescente o balastro	Revise conexiones
	Switch, balastro y/o tubo fluorescente defectuoso	Reemplace componente defectuoso
	Termostato ahorrador de energía está operando en modo de ahorro	Presionar botón de ahorro de energía o abra la puerta para salir del modo de ahorro de energía e iniciar el modo normal de operación

Fuente: Empresa de servicio de reparación de equipos de frío

Anexo 3-Tarifarios

Tabla A7. Tarifario Clientes - Equipos Froster/visifroster/equipos acerados

ITEM	Detalle	Mano de obra	Repuesto	Insumo	UND	Tarifa s/. Backus	Tarifa s/. Heineken	Tarifa otros Clientes
1	Soportes parrillas	X	X		1	S/ 5,00	S/ 6,00	S/ 5,00
2	Mallas + cintillo de seguridad			X	1	S/ 10,00	S/ 12,00	S/ 10,00
3	Adaptador	X	X		1	S/ 7,00	S/ 10,00	S/ 7,00
4	Arrancador	X	X		1	S/ 7,00	S/ 10,00	S/ 7,00
5	Aspa moto ventilador	X	X		1	S/ 15,00	S/ 17,00	
6	Lampara	X	X		1	S/ 7,00	S/ 10,00	S/ 7,00
7	Manguera drenaje	X	X		1	S/ 7,00	S/ 10,00	S/ 7,00
8	Enchufe	X	X		1	S/ 15,00	S/ 15,75	S/ 15,00
9	Enchufe lineal (rpto. + mano de Obra)	X	X		1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
10	Fluorescentes	X	X		1	S/ 12,00	S/ 15,00	S/ 15,00
11	Lavado y limpieza	X		X	1	S/ 12,00	S/ 15,00	S/ 15,00
12	Retoque pintura exterior/interior Ef visifroster	X		X	1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 15,00
13	Programación de display en taller	X			1	S/ 15,00	S/ 17,00	S/ 15,00
14	Programación de display en pdv	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 15,00
15	Desmontaje vinil	X			1	S/ 12,00	S/ 15,00	S/ 15,00
16	Instalación parrilla	X			1	S/ 15,00	S/ 17,00	S/ 20,00
17	Limpieza condensador	X			1	S/ 15,00	S/ 17,00	S/ 18,00
18	Instalación de compensador , regulador y estabilizador de Voltaje	X			1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
19	Desmontaje de sistema de frio y Eléctrico	X			1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
20	Instalación eléctrica	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
21	Manija	X	X		1	S/ 30,00	S/ 31,50	S/ 20,00
22	Pintura porta cenefa	X		X	1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
23	Pintura zócalo	X		X	1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
24	Revisión tecnica	X			1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
25	Pintura marco puerta	X		X	1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
26	Mantenimiento preventivo ef Vertical	X		X	1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 30,00
27	Mantenimiento preventivo cortina	X		X	1	S/ 80,00	S/ 84,00	
28	Interruptor	X	X		1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
29	Marco cenefa	X	X		1	S/ 20,00	S/ 21,00	S/ 20,00
30	Cable vulcanizado	X	X		1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
31	Cuadrar puerta y ajuste de Bisagras	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
32	Pintura puerta	X		X	1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
33	Protector térmico	X	X		1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
34	Recuperación de gas r134a	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
35	Reinstalación moto ventilador (condensador)	X			1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 30,00
36	Reinstalación moto ventilador (evaporador)	X			1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 30,00
37	Relay térmico	X		X	1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
38	Reparación tapa nevera	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
39	Reparación del sistema eléctrico de Ef	X			1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
40	Reparación zócalo	X		X	1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00
41	Limpieza de modulo y display	X		X	1	S/ 25,00	S/ 27,00	S/ 25,00

42	Bandeja de drenaje ef visifroster Deflector (protector Fluorescente)	X		X	1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 30,00
43	Cenefa	X	X		1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 30,00
44	Kit de cable línea	X	X		1	S/ 35,00	S/ 32,00	S/ 35,00
45	Sensor temperatura	X	X		1	S/ 40,00	S/ 42,00	S/ 40,00
46	Resistencia de deshielo drenaje ef Visifroster	X	X		1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
47	Marco puerta	X	X		1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
48	Pintura interior	X		X	1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
49	Pintura parrillas	X		X	1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
50	Timar	X	X		1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
51	Pilaster o sujetador Plastificada parrilla (kit 4 Unidades)	X	X		1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 55,00
52	Kit de bisagra inferior	X	X	X	1	S/ 60,00	S/ 63,00	S/ 60,00
53	Kit de bisagra superior	X	X		1	S/ 60,00	S/ 63,00	S/ 60,00
54	Portacenefa	X	X		1	S/ 40,00	S/ 42,00	S/ 40,00
55	Capacitor arranque	X	X		1	S/ 65,00	S/ 70,00	S/ 65,00
56	Barra led	X	X		1	S/ 65,00	S/ 70,00	S/ 65,00
57	Fuente led	X	X		1	S/ 70,00	S/ 75,00	S/ 70,00
58	Reparación estructura metálica	X		X	1	S/ 70,00	S/ 75,00	S/ 70,00
59	Mantenimiento modulo y display	X		X	1	S/ 75,00	S/ 80,00	S/ 80,00
60	Pintura exterior	X		X	1	S/ 55,00	S/ 60,00	S/ 80,00
61	Pintura general	X		X	1	S/ 100,00	S/ 106,00	S/ 80,00
62	Balastro electrónico	X	X		1	S/ 85,00	S/ 90,00	S/ 90,00
63	Contactador	X	X		1	S/ 90,00	S/ 95,00	S/ 90,00
64	Termostato	X	X		1	S/ 90,00	S/ 95,00	S/ 90,00
65	Display	X	X		1	S/ 90,00	S/ 95,00	S/ 90,00
66	Burlete	X	X		1	S/ 150,00	S/ 160,00	S/ 150,00
67	Moto ventilador condensador	X	X		1	S/ 75,00	S/ 80,00	S/ 75,00
68	Moto ventilador evaporador	X	X		1	S/ 75,00	S/ 80,00	S/ 75,00
69	Zocalo	X	X		1	S/ 100,00	S/ 105,00	S/ 100,00
70	Resistencia de deshielo equipo Verticales	X	X		1	S/ 130,00	S/ 138,00	S/ 130,00
71	Módulo de potencia	X	X		1	S/ 120,00	S/ 126,00	S/ 120,00
72	Condensador		X		1	S/ 180,00	S/ 189,00	S/ 180,00
73	Evaporador		X		1	S/ 180,00	S/ 189,00	S/ 180,00
74	Vinil juego completo			X	1	S/ 90,00	S/ 95,00	S/ 90,00
75	Instalacion vinil	X			1	S/ 30,00	S/ 32,00	S/ 40,00
76	Carga gas	X		X	1	S/ 200,00	S/ 210,00	S/ 200,00
77	Kit modulo y display	X	X		1	S/ 360,00	S/ 378,00	S/ 360,00

Fuente: Elaboración propia en base a la empresa de servicios

Tabla A8. Tarifario Proveedores Trabajos En Taller (Mano De Obra)

TAREA ESTÁNDAR	TARIFA S/
Balastro electrónico	5,00
Bandeja de drenaje	5,00
Barra led	8,00
Bisagras	10,00
Burlete	10,00
Cable línea	10,00
Cable vulcanizado	-
Capacitor arranque	8,00
Carga gas	150,00
Contactora	10,00
Cuadrar puerta y ajuste de bisagras	10,00
Conversión display	40,00
Display	10,00
Enchufe	10,00
Fluorescentes	5,00
Fuente led	8,00
Instalación de compensador y estabilizador de voltaje	-
Desinstalación - instalación vinil	15,00
Interruptor	5,00
Mantenimiento preventivo /lavado y limpieza	20,00
Manija	5,00
Mantenimiento modulo y display	30,00
Mantenimiento preventivo	10,00
Módulo de potencia	10,00
Moto ventilador (evap)	15,00
Moto ventilador condensador	15,00
Retoque pintura	10,00
Pintura general	25,00
Pintura marco puerta	5,00
Pintura parrillas	11,00
Pintura porta cenefa	5,00
Pintura posterior	5,00
Pintura zócalo	5,00
Masillado	10,00
Porta cenefa	5,00
Programación de display	-
Protector térmico	5,00
Reinstalación moto ventilador (condensador)	8,00
Reinstalación moto ventilador (evaporador)	8,00
Relay térmico	-
Reparación tapa nevera	10,00
Reparación zócalo	10,00
Resistencia de deshielo	10,00
Resistencia de deshielo drenaje	7,00
Revisión técnica	10,00
Sensor temperatura	8,00
Sistema eléctrico	10,00
Termostato / display	10,00
Timer	8,00

Fuente: Elaboración propia en base a la empresa de servicios.

Tabla A9. Costos de servicios - correctivos - servicios

OBSERVACIÓN	TARIFA S/	TRABAJO
Revisión - equipos de fríos	10 + movilidad	Falso flete (local cerrado- cliente no permite el ingreso)
Revisión - equipos de fríos	15 + movilidad	Ef no presentan falla, programación de display, retiro de bolsas, ajustes de sistema eléctrico, visita en pdv.
Reparación menor	20 + movilidad	Reinstalación moto ventilador, anulación de resistencia de puerta, cambio de manija, cambio de enchufe
Reparación menor	40 + movilidad	Reparaciones menores con cambio de repuestos menores (motor ventilador, display, sensores, switch, fuente de poder etc.)
Reparación mayor	120 (Incluye movilidad)	Cargas de gas con cambios de compresores, condensadores, evaporadores- no incluye insumos

Fuente: Elaboración propia en base a la empresa de servicios.

Anexo 4. Simulación

Figura A2. Repotenciado de Equipo destinado de baja vs Equipo Nuevo repotenciado

FOGEL VISIFROSTER 280 / INGRESO

- Equipo sin valor contable
- Equipo de fabricación 2008
- Equipo destinado para Baja
- Controlador TC-900
- Iluminación con balastro
- Parrillas plastificadas

**FOGEL VISIFROSTER 280 / TERMINADO**

- Equipo reactivado con código de barra nuevo
- Controlador Wellington con carga en el app field y track
- Compresor R290 Cubigel
- Pintado general con alta presión, blanco brillante y negro mate
- Moto ventiladores Wellington
- Luces led en rotulo y gabinete
- Parrillas pintadas al horno
- Importación
- Certificado de funcionamiento con data logger



Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO						
Diagrama No.01	Hoja No.01	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIALES <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>		
Objetivo: Proceso de elaboración de repotenciado de equipos de frio		ACTIVIDAD	RESUMEN ACTUAL	Propuesto	Economia	
Proceso analizado:		Operación	58			
Método:		Transporte	4			
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuest <input type="checkbox"/>		Espera	8			
Localización: Chiclayo		Inspección	2			
Operario: Trabajador		Almacenamiento	2			
Elaborado por: Aldo Avalos Huerta		Distancia (m)				
Fecha: 24/06/2023		Tiempo (min. /hombre)	351 min			
		Costo				
		Total				
Comentarios						
Descripción	Cantidad	Distancia (mts.)	Tiempo (min.)	Simbolo	Observaciones	
SELECCIÓN			5			
Retirar puerta			2			
Retirar senefa			2			
Retirar zócalo			2			
Retirar unidad condensadora			2			
Retirar sistema eléctrico	1		2			
Retirar motor-ventilador eva			3			
Retirar columna y manguera			1			
Lijado de equipo			9			
Lijado de columna			5			
Lavado	1		6			
Masillado			4			
Selección de repuestos segundo uso			7			
Preparación de pintura negro y blanco			8			
Empapelado para pintar negro			6			
Pintado chasis, zócalo y rieles			8			
Empapelado para pintar blanco	1		7			
Pintado cabina interior			10			
Pintado tapa			1			
Pintado columna			1			
Secado			15			
Colocación de puerta			5			
Cambio de burlete			3			
Corte para acondicionamiento display			2			
Colocación de fuente de poder			5			
Colocación de led 50 cm			2			
Cambio de resistencia de drenaje	1		1			
Colocación de motor-ventilador eva			7			
Colocación de sensores			3			
Fijar tapa			2			
Colocación de cable arnés			7			
Colocación de cenefa			4			
Colocación de deflector con led 100 cm			3			
Colocación de abrazadera			1			
Programación de display			2			
Habilitación de riel			2			
Armado de unidad condensadora			15			
Preparación de tubería de alta y servicio			5			
Soldado de tubería			2			
Colocación y conexión de mot-vent			5			
Ubicación de unidad condensadora			1			
Preparación de tubería baja y capilar	1		2			
Soldado de tubería			2			
Presurizado de sistema			3			
Descarte fugas			5			
Soldado de filtro secador			2			
Sellado de sistema			2			
Vacio			3			
Recarga de gas refrigerante			5			
Sellado de sistema			3			
Desmontaje de vinil			15			
Lijado			5			
Masillado			3			
Acondicionamiento display			4			
Colocación de vinil			15			
Verificación halladores			2			
Colocación de cinta foam			2			
Limpieza cabina interior			10			
Colocación de tapa para switch			1			
Colocación de rieles			5			
Colocación ganchos y parrillas	1		3			
Colocación de columna y manguera			2			
Lavado de puerta vidrio						
Limpieza puerta solidad			10			
Retirado de pintura ventana						
Colocación de zócalos			2			
Colocación de cenefa			5			
Aplicación de silicona			2			
Verificación de cambio de repuestos			10			
Prueba maquina repotenciada			30			
Traslado almacén	1		5			
Por fecha						
Por código			10			
Por pedido						
TOTAL	7		351			

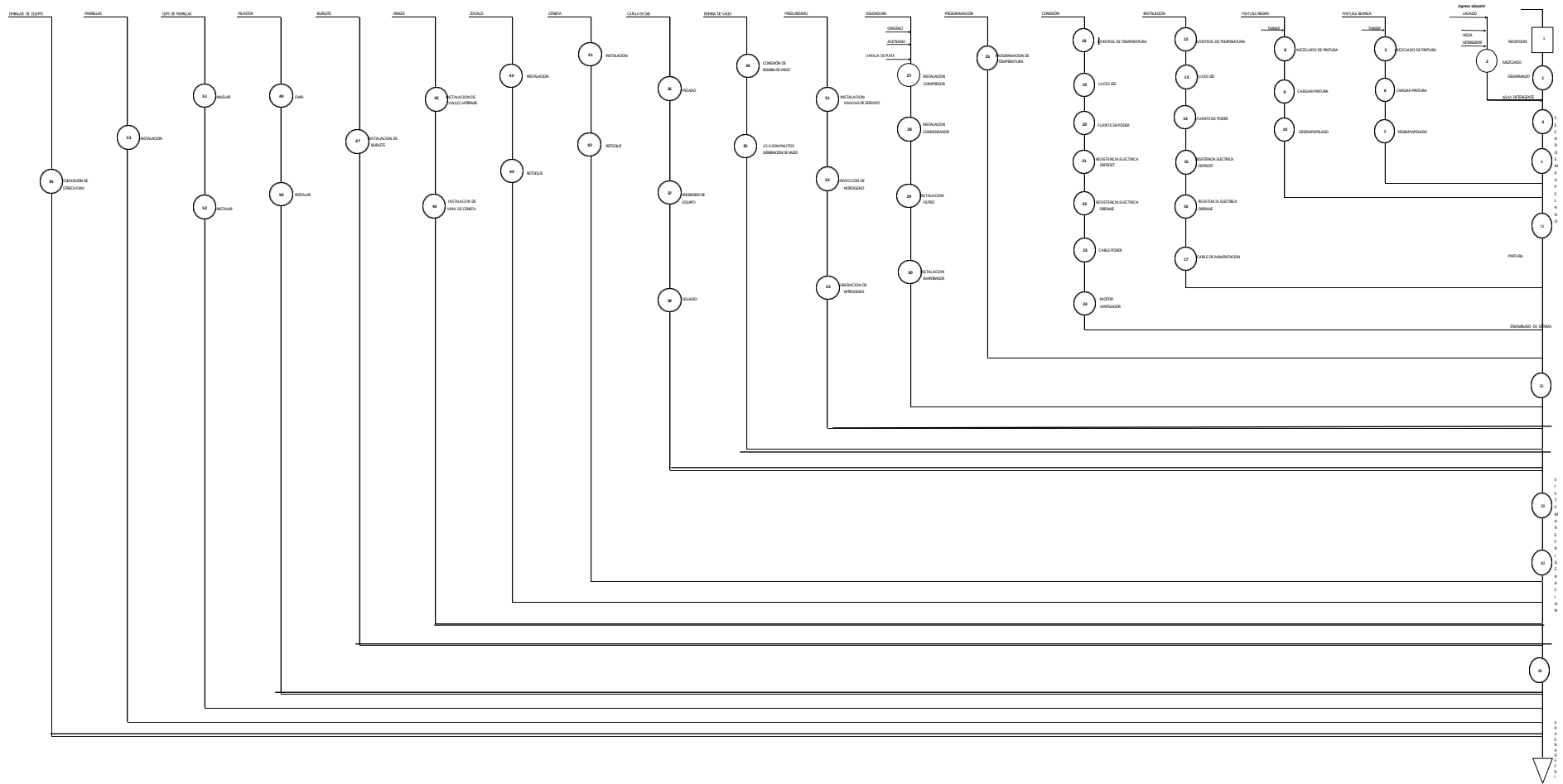


Figura A4. DOP del proceso de producción de equipos de refrigeración.
Fuente. Elaboración propia

Anexo 5. Calculo de indicadores

Capacidad diseñada de línea

$$\text{Capacidad diseñada} = \frac{8492 \text{ und}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 29,48 \text{ unidades}$$

Capacidad real de línea

$$\text{Capacidad diseñada} = \frac{2732 \text{ und}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 9 \text{ unidades}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad diseñada}}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{9 \text{ und/día}}{29 \text{ und/día}} = 31,03\%$$

Por lo cual la línea de producción tendrá el 31,03% de su capacidad utilizada

Tabla A10. Resumen de tiempo requerido estándar por operaciones de la línea de producción de equipos de frío.

Tiempo requerido estándar		
Operación	Minutos	Segundos
Recepción	5	300
Desmontaje	45	2 700
Pintura	56	3 360
Sistema eléctrico y armado	47	2 820
Sistema de refrigeración	57	3 420
Imagen	86	5 160
Inspección final	55	3 300
Total	351	21 060

Fuente. Elaboración propia en base a la empresa de servicios.

Anexo 6. Cálculo de Takt time

Tiempo Disponible	9	Horas
	540	Minutos
	32400	Segundos
(-) Comida	1800	Segundos
Descanso	1800	Segundos
Total, tiempo perdido	3600	Segundos
Tiempo disponible neto	28 800	Segundos
Demanda diaria	9	Equipos

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de trabajo disponible}}{\text{Unidades requeridas}}$$

$$\text{Takt Time} = 3\,200 \text{ segundos} = 53,33 \text{ min}$$









Para poder sacar la demanda de 9 equipos repotenciados diarios, se debe producir 1 equipo cada 3 200 segundos










$$\text{Trabajadores requeridos} = \frac{\text{Tiempo de operación total requerido}}{\text{Takt time}}$$










$$\text{Trabajadores requeridos} = 9 \text{ operarios}$$










Anexo 6. Máquinas y herramientas

Tabla A11. Herramienta para el proceso de repotenciado.

N°	DESCRIPCION	UND	HERRAMIENTAS - Móviles		CONTEO	Q.V	DESGASTE X MES	
			IMAGEN	REFERENCIAL PRECIO			P.V. TOTAL	
1	CAÑA DE SOLDAR	UND.		1	S/275,00	S/275,00	S/233,05	S/38,84
2	ESCUADRA #12	UND		1	S/39,90	S/39,90	S/33,81	S/5,64
3	ESPATULA N° 4	UND		6	S/8,90	S/53,40	S/45,25	S/7,54
4	LLAVE FRANCESA N°12	UND		1	S/12,90	S/12,90	S/10,93	S/1,82
5	MARTILLO CHICO	UND		3	S/16,90	S/50,70	S/42,97	S/7,16
6	PERILLERO ESTRELLA	UND		8	S/7,00	S/56,00	S/47,46	S/7,91
7	PERILLERO PLANO	UND		2	S/7,00	S/14,00	S/11,86	S/1,98
8	TIJERA CORTA LATA	UND		1	S/28,90	S/28,90	S/24,49	S/4,08

9	WINCHA 5MTS	UND		2	S/25,90	S/51,80	S/43,90	S/7,32
10	APLICADOR DE SILICONA	UND		1	S/18,70	S/18,70	S/15,85	S/2,64
12	CARRETAS	UND		3	S/150,00	S/450,00	S/381,36	S/63,56
13	ESCALERA 2 PASOS	UND		5	S/28,90	S/144,50	S/122,46	S/20,41
14	ESCALERA TIJERA GRANDE	UND		3	S/144,50	S/433,50	S/367,37	S/61,23
16	MANGUERA COMPRESOR DE AIRE	UND		1	S/79,90	S/79,90	S/67,71	S/11,29
17	MOTA DE PEGADO VINIL	UND		2	S/13,90	S/27,80	S/23,56	S/3,93
18	PIZARRA ACRILICA	UND		3	S/49,90	S/149,70	S/126,86	S/21,14
19	ALICATE SELLADOR	UND		2	S/29,90	S/59,80	S/50,68	S/8,45

20	BOMBA DE VACIO - VALUE	UND		2	S/349,90	S/699,80	S/593,05	S/98,84
21	CORTA TUBO	UND		2	S/8,30	S/16,60	S/14,07	S/2,34
22	DOBLADOR DE TUBERIA	UND		1	S/19,90	S/19,90	S/16,86	S/2,81
23	MANOMETRO DE CARGA	UND		4	S/150,00	S/600,00	S/508,47	S/84,75
24	PUENTE Y PRENSA	UND		1	S/78,00	S/78,00	S/66,10	S/11,02
25	TERMOMETRO	UND		2	S/120,00	S/240,00	S/203,9	S/33,90
27	EXPANDIDOR DE GOLPE	UND		1	S/18,70	S/18,70	S/15,85	S/2,64
28	PISTOLA DE ALTA PRESION (PINTURA)	UND		3	S/154,90	S/464,70	S/393,81	S/65,64
29	ALICATE DE CORTE	UND		5	S/9,90	S/49,50	S/41,95	S/6,99

30	ALICATE DE PRESION (TRUPER)	UND		2	S/17,90	S/35,80	S/30,34	S/5,06
31	ALICATE UNIVERSAL	UND		4	S/17,90	S/71,60	S/60,68	S/10,11
32	COMBA DE 4 LBS	UND		1	S/39,90	S/39,90	S/33,81	S/5,64
33	CUCHILLA (TRUPER)	UND		5	S/8,90	S/44,50	S/37,71	S/6,29
34	DADO STANLEY N°10	UND		3	S/3,50	S/10,50	S/8,90	S/1,48
35	DADO STANLEY N°11	UND		3	S/3,50	S/10,50	S/8,90	S/1,48
36	DADO STANLEY N°13	UND		3	S/3,50	S/10,50	S/8,90	S/1,48
37	DESARMADOR ESTRELLA	UND		6	S/7,90	S/47,40	S/40,17	S/6,69
38	<u>DESARMADOR PLANO</u>	UND		6	S/7,90	S/47,40	S/40,17	S/6,69


TOTALES	S/4 451,80	S/3 772,71	S/628,79
----------------	-------------------	-------------------	-----------------

Tabla A12. Equipos directos para el proceso de repotenciado

N ^o	DESCRIPCION	UND	CONTE O	P.V.	PRECIO TOTAL	V.V	DESGAS TE X MES	de energía (kWh)
1	TALADR O PERCUT OR 	UND	3	S/269,90	S/809,70	S/686,19	S/57,18	0,22
2	ESMERIL 	UND	2	S/279,90	S/559,80	S/474,41	S/39,53	0,373
4	DESTORNILLADO INHALAMBRICO 	UND	4	S/439,90	S/1 759,60	S/1 491,19	S/124,27	-
5	SOPLADO RA (MAKITA) 	UND	2	S/179,90	S/359,80	S/304,92	S/25,41	-
6	LIJADO RA (BOSCH) 	UND	3	S/201,90	S/605,70	S/513,31	S/42,78	0,22
TOTALES					S/4 094,60	S/3 470,00	S/578,33	0,813

Industria

Costo Total/h US\$ 0,104064



Nuevo

Cinta Seleccionadora Transportadora Para Logística

\$ 6.500.000
 en 12x \$ 541.667 sin interés
 Ver los medios de pago

Cupones

[\\$ 5.000 OFF NAVIDAD](#)

[\\$ 8.000 OFF en Herramientas](#)

Entrega a acordar con el vendedor
 San Joaquín, RM (Metropolitana)
 Ver formas de entrega

¡Última disponible!

[Comprar ahora](#)

Vendido por CEMA4917123

Figura.A5. Cotización de banda transportadora.

Características del producto

Características principales

Marca	Cintaplus
Modelo	selecpv10000
Voltaje	380V

Otros

Largo x Ancho	10 m x 65 cm
Material de la estructura	Acero inoxidable
Material de la correa	PVC

Anexo 6. Cálculo de áreas por el método de Guerchet

Tabla A13. Superficie total requerida por el área de producción

Maquina	Cantidad (N)	Largo(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Superficie estática (Ss)	Superficie de gravitación (Sg)	Superficie de evolución (Se)	St	ST	Lados de Uso (n)
Compresor de aire	1	0,2900	0,3300	0,7400	0,10	0,38	0,06	0,54	0,54	4
Hidro lavadora	1	0,3800	0,3600	0,9300	0,14	0,27	0,05	0,46	0,46	2
Amoladoras	3	0,3000	0,1000	0,0770	0,03	0,06	0,01	0,10	0,30	2
Pistola de Calor	4	0,2400	0,2400	0,0900	0,06	0,12	0,02	0,20	0,78	2
Taladros inalámbricos	3	0,3300	0,3100	0,1300	0,10	0,20	0,04	0,35	1,04	2
Taladro Percutor	4	0,2720	0,0700	0,1920	0,02	0,04	0,01	0,06	0,26	2
Lijadoras Eléctricas	2	0,3650	0,1300	0,1700	0,05	0,09	0,02	0,16	0,32	2
Caja de herramientas	6	0,4800	0,2580	0,2550	0,12	0,50	0,08	0,70	4,20	4
Pistola de pintar	4	0,2000	0,1500	0,2300	0,03	0,06	0,01	0,10	0,41	2
Bomba de vacío	4	0,3400	0,1400	0,2450	0,05	0,10	0,02	0,16	0,65	2
Pinza amperimétrica	3	0,2100	0,0756	0,0300	0,02	0,02	0,00	0,04	0,11	1
Prensa sujetadora	3	0,0600	0,0900	0,1150	0,01	0,01	0,00	0,02	0,05	2
Balón de oxígeno	1	0,2320	0,2320	1,4900	0,05	0,11	0,02	0,18	0,18	2
Balón de nitrógeno	1	0,2320	0,2320	1,4900	0,05	0,11	0,02	0,18	0,18	2
Balón de acetileno	1	0,2320	0,2320	1,4900	0,05	0,11	0,02	0,18	0,18	2
Remachadora	3	0,3220	0,1380	0,0340	0,04	0,04	0,01	0,10	0,30	1
Mesa de trabajo	6	1,5000	0,6000	0,8000	0,90	3,60	0,58	5,08	30,49	4
Mesa de EF	1	3,9900	0,9000	0,4000	3,59	14,36	2,32	25,28	20,28	4
Estante para pintura	3	3,2000	0,6000	1,9200	1,92	5,76	0,99	8,67	26,02	3
Carretas	4	0,2200	0,5500	1,3000	0,12	0,12	0,03	0,27	1,09	1
Equipos de Frio	10	0,6030	0,7180	2,1000	0,43	1,73	0,28	2,44	24,45	4
Operarios	8			1,68	0,5			0,5	4	1
Total								116,303	m2	
Elementos móviles		21				hEM=	1,865			
Elementos estáticos		18				hEE=	7,208			
						K=	0,1294			

Tabla A14. Área de almacén de Productos terminados

Maquina	Cantidad (N)	Largo(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Superficie estática (Ss)	Superficie de rotación (Sg)	Superficie de evolución (Se)	St	ST	Lados : Uso (n)
Equipos de Frio	60	0,6030	0,7180	2,1000	0,43	1,73	0,000235	2,17	129,90	4
Carretas	2	0,2200	0,5500	1,3000	0,12	0,12	0,000026	0,24	0,48	1
Operarios	4			1,68	0,5			0,5	2	1
Total								132.384		m2

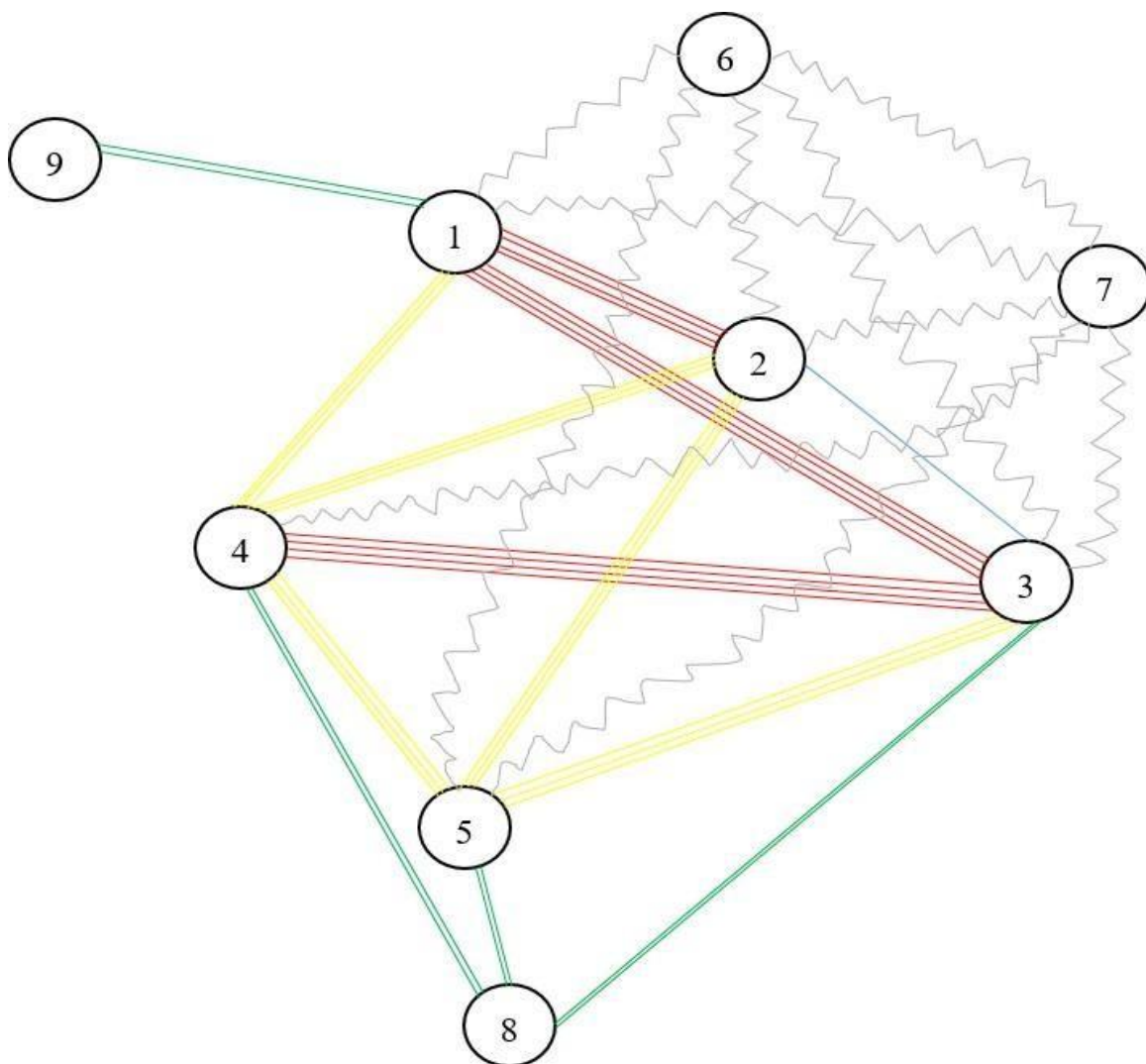
Elementos móviles	4		hEM=	1,638983
Elementos estáticos	68		hEE=	7560
			K=	1,08E-04

Tabla A15. Área de almacén de repuestos

Maquina	Cantidad (N)	Largo(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Superficie estática (Ss)	Superficie de rotación (Sg)	Superficie de evolución (Se)	St	ST	Lados de Uso (n)
Estantes	6	1,2000	0,6000	1,9200	0,72	2,16	0,000312	2,88	17,28	3
Operarios	1			1,68	0,5			0,5	0,5	1
Total									17,782	m2

Elementos móviles	2		hEM=	1,68
Elementos estáticos	5		hEE=	69,12
			K=	1,22E-02

Anexo 7. Método SLP



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

1. Área de desarmado
2. Área de pintura
3. Área de Armado
4. Área de Imagen
5. Área de Inspección final
6. Área de Almacén
7. Área del comedor
8. Áreas administrativas
9. Área de patio de maniobras

Tabla 16. Cálculo de los costos de materiales indirectos

Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Activos	Años a	2024	2025	2026	2027	2028
			Totales						
			(S/)						
Caña de soldar	1	S/275,00	S/. 275,00	1	S/. 275,00	S/. 275,00	S/. 275,00	S/. 275,00	S/. 275,00
Escuadra #12	1	S/39,90	S/. 39,90	1	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90
Espatula n° 4	6	S/8,90	S/. 53,40	1	S/. 53,40	S/. 53,40	S/. 53,40	S/. 53,40	S/. 53,40
Llave francesa n°12	1	S/12,90	S/. 12,90	1	S/. 12,90	S/. 12,90	S/. 12,90	S/. 12,90	S/. 12,90
Martillo chico	3	S/16,90	S/. 50,70	1	S/. 50,70	S/. 50,70	S/. 50,70	S/. 50,70	S/. 50,70
Perillero estrella	8	S/7,00	S/. 56,00	1	S/. 56,00	S/. 56,00	S/. 56,00	S/. 56,00	S/. 56,00
Perillero plano	2	S/7,00	S/. 14,00	1	S/. 14,00	S/. 14,00	S/. 14,00	S/. 14,00	S/. 14,00
Tijera corta lata	1	S/28,90	S/. 28,90	1	S/. 28,90	S/. 28,90	S/. 28,90	S/. 28,90	S/. 28,90
Wincha 5mts (truper)	2	S/25,90	S/. 51,80	1	S/. 51,80	S/. 51,80	S/. 51,80	S/. 51,80	S/. 51,80
Aplicador de silicona	1	S/18,70	S/. 18,70	1	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70
Carretas	3	S/150,00	S/. 450,00	1	S/. 450,00	S/. 450,00	S/. 450,00	S/. 450,00	S/. 450,00
Escalera 2 pasos	5	S/28,90	S/. 144,50	1	S/. 144,50	S/. 144,50	S/. 144,50	S/. 144,50	S/. 144,50
Escalera tijera grande	3	S/144,50	S/. 433,50	1	S/. 433,50	S/. 433,50	S/. 433,50	S/. 433,50	S/. 433,50
Manguera compresora de aire	1	S/79,90	S/. 79,90	1	S/. 79,90	S/. 79,90	S/. 79,90	S/. 79,90	S/. 79,90
Mota de pegado vinil	2	S/13,90	S/. 27,80	1	S/. 27,80	S/. 27,80	S/. 27,80	S/. 27,80	S/. 27,80
Pizarra acrilica	3	S/49,90	S/. 149,70	1	S/. 149,70	S/. 149,70	S/. 149,70	S/. 149,70	S/. 149,70
Alicate sellador	2	S/29,90	S/. 59,80	1	S/. 59,80	S/. 59,80	S/. 59,80	S/. 59,80	S/. 59,80
Bomba de vacio - value	2	S/349,90	S/. 699,80	1	S/. 699,80	S/. 699,80	S/. 699,80	S/. 699,80	S/. 699,80
Corta tubo chico	2	S/8,30	S/. 16,60	1	S/. 16,60	S/. 16,60	S/. 16,60	S/. 16,60	S/. 16,60
Doblador de tuberia	1	S/19,90	S/. 19,90	1	S/. 19,90	S/. 19,90	S/. 19,90	S/. 19,90	S/. 19,90
Manometro de carga	4	S/150,00	S/. 600,00	1	S/. 600,00	S/. 600,00	S/. 600,00	S/. 600,00	S/. 600,00
Puente y prensa	1	S/78,00	S/. 78,00	1	S/. 78,00	S/. 78,00	S/. 78,00	S/. 78,00	S/. 78,00
Termometro	2	S/120,00	S/. 240,00	1	S/. 240,00	S/. 240,00	S/. 240,00	S/. 240,00	S/. 240,00
Expandidor de golpe	1	S/18,70	S/. 18,70	1	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70	S/. 18,70
Pistola de alta presion (pintura)	3	S/154,90	S/. 464,70	1	S/. 464,70	S/. 464,70	S/. 464,70	S/. 467,70	S/. 464,70
Alicate de corte (truper)	5	S/9,90	S/. 49,50	1	S/. 49,50	S/. 49,50	S/. 49,50	S/. 49,50	S/. 49,50
Alicate de presion (truper)	2	S/17,90	S/. 35,80	1	S/. 35,80	S/. 35,80	S/. 35,80	S/. 35,80	S/. 35,80
Alicate universal (truper)	4	S/17,90	S/. 71,60	1	S/. 71,60	S/. 71,60	S/. 71,60	S/. 71,60	S/. 71,60
Comba de 4 lbs	1	S/39,90	S/. 39,90	1	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90	S/. 39,90
Cuchilla (truper)	5	S/8,90	S/. 44,50	1	S/. 44,50	S/. 44,50	S/. 44,50	S/. 44,50	S/. 44,50
Dado stanley n°10	3	S/3,50	S/. 10,50	1	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50
Dado stanley n°11	3	S/3,50	S/. 10,50	1	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50
Dado stanley n°13	3	S/3,50	S/. 10,50	1	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50	S/. 10,50
Desarmador estrella	6	S/7,90	S/. 47,40	1	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40
Desarmador plano	6	S/7,90	S/. 47,40	1	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40	S/. 47,40
Total			S/. 4 451,80		S/. 4 451,80	S/. 35,00	S/. 4 451,80	S/. 4 451,80	S/. 4 451,80

Tabla 17. Cálculo de los costos de máquinas y equipos

Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Activos Totales (S/)	Años a depreciar	2024	2025	2026	2027	2028
Compresora de aire	1	2069	2069	5	S/. 413,80	S/. 413,80	S/. 413,80	S/. 413,80	S/. 413,80
Hidro lavadora	1	3500	3500	5	S/. 700,00	S/. 700,00	S/. 700,00	S/. 700,00	S/. 700,00
Amoladoras	2	400	800	5	S/. 160,00	S/. 160,00	S/. 160,00	S/. 160,00	S/. 160,00
Pistola de Calor	3	260	780	5	S/. 156,00	S/. 156,00	S/. 156,00	S/. 156,00	S/. 156,00
Taladros inalámbricos	4	600	2400	5	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00
Taladro Percutor	2	350	700	5	S/. 140,00	S/. 140,00	S/. 140,00	S/. 140,00	S/. 140,00
Bomba de vacío	3	1200	3600	5	S/. 720,00	S/. 720,00	S/. 720,00	S/. 720,00	S/. 720,00
Computadoras	2	2300	4600	5	S/. 920,00	S/. 920,00	S/. 920,00	S/. 920,00	S/. 920,00
Lijadoras Eléctricas	3	220	660	5	S/. 132,00	S/. 132,00	S/. 132,00	S/. 132,00	S/. 132,00
Faja Transportadora	1	24050	24050	5	S/. 4 810,00	S/. 4 810,00	S/. 4 810,00	S/. 4 810,00	S/. 4 810,00
Estantes	6	900	43159	5	S/. 8 631,80	S/. 8 631,80	S/. 8 631,80	S/. 8 631,80	S/. 8 631,80
Mesa de metal	1	2500	2500	5	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00
Mesa de madera	1	300	300	1	S/. 300,00	S/. 300,00	S/. 300,00	S/. 300,00	S/. 300,00
TOTAL			S/. 89 118,00		S/. 18 063,60	S/. 18 063,60	S/. 18 063,60	S/. 18 063,60	S/. 18 063,60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Cálculo de los costos de materiales directos

Descripción	Cantidad	Precio (S/)	2024	2025	2026	2027	2028
Cinta de embalaje pegafan o gaviota	13	S/. 2,00	S/. 312,00	S/. 312,00	S/. 312,00	S/. 312,00	S/. 312,00
Cinta masking 3/4 pegafan	67	S/. 1,50	S/. 1 206,00	S/. 1 206,00	S/. 1 206,00	S/. 1 206,00	S/. 1 206,00
Silicona negra marca sika	1	S/. 10,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00
Bonflex anypsa	6	S/. 8,50	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00
Lija al agua 100 marca abralit o asa	1	S/. 50,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00
Lija al agua 180 marca abralit o asa	1	S/. 48,00	S/. 311,04	S/. 311,04	S/. 311,04	S/. 311,04	S/. 311,04
Lija de fierro 80 marca abralit o asa	1	S/. 70,00	S/. 504,00	S/. 504,00	S/. 504,00	S/. 504,00	S/. 504,00
Ambienta dor poett	2	S/. 20,00	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00	S/. 480,00
Bencina	13	S/. 11,50	S/. 1 794,00	S/. 1 794,00	S/. 1 794,00	S/. 1 794,00	S/. 1 794,00
Bolsa negra 25x40	3	S/. 10,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00
Esponja verde scotch brite	1	S/. 15,00	S/. 216,00	S/. 216,00	S/. 216,00	S/. 216,00	S/. 216,00
Silicona liquida transparente	4	S/. 35,00	S/. 1 680,00	S/. 1 680,00	S/. 1 680,00	S/. 1 680,00	S/. 1 680,00
Lavavajilla sapolio 900grms	9	S/. 5,00	S/. 540,00	S/. 540,00	S/. 540,00	S/. 540,00	S/. 540,00
Paño absorbente scotch brite x 4	6	S/. 8,50	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00	S/. 612,00
Pintura spray blanco marca knauf	8	S/. 4,50	S/. 432,00	S/. 432,00	S/. 432,00	S/. 432,00	S/. 432,00
Pintura spray negra mate código	60	S/. 4,50	S/. 3 240,00	S/. 3 240,00	S/. 3 240,00	S/. 3 240,00	S/. 3 240,00
Pintura spray silver código 036139	13	S/. 4,50	S/. 702,00	S/. 702,00	S/. 702,00	S/. 702,00	S/. 702,00
Soda caustica	2	S/. 4,00	S/. 96,00	S/. 96,00	S/. 96,00	S/. 96,00	S/. 96,00
Strech film más grueso	16	S/. 25,00	S/. 4 800,00	S/. 4 800,00	S/. 4 800,00	S/. 4 800,00	S/. 4 800,00
Super glue	75	S/. 5,50	S/. 4 950,00	S/. 4 950,00	S/. 4 950,00	S/. 4 950,00	S/. 4 950,00
Trapo industrial	7	S/. 2,30	S/. 193,20	S/. 193,20	S/. 193,20	S/. 193,20	S/. 193,20
Triz	1	S/. 6,00	S/. 72,00	S/. 72,00	S/. 72,00	S/. 72,00	S/. 72,00
Waípe cardado	8	S/. 3,50	S/. 336,00	S/. 336,00	S/. 336,00	S/. 336,00	S/. 336,00
Broca 1/8 cobal ta da	23	S/. 10,00	S/. 2 760,00	S/. 2 760,00	S/. 2 760,00	S/. 2 760,00	S/. 2 760,00
Broca 3/32 cobal ta da	17	S/. 10,00	S/. 2 040,00	S/. 2 040,00	S/. 2 040,00	S/. 2 040,00	S/. 2 040,00
Disco corte d'walt	22	S/. 10,00	S/. 2 640,00	S/. 2 640,00	S/. 2 640,00	S/. 2 640,00	S/. 2 640,00
Repuestos cuchilla	6	S/. 5,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00	S/. 360,00
Totales			S/. 31 728,24	S/. 31 728,24	S/. 31 728,24	S/. 31 728,24	S/. 31 728,24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Cálculo de los costos Materia prima directa

Materia prima	Cantidad	Precio Unitario (S/)	2024	2025	2026	2027	2028
Compresores	2 880	154	443 520	443 520	443520	443520	443 520
Condensador	2 880	24	69 120	69 120	69120	69120	69 120
Juego de Vinil	2 880	94	270 720	270 720	270720	270720	270 720
Condensador	2 880	26	74 880	74 880	74880	74880	74 880
kit Coel CT°	2 880	85	244 800	244 800	244800	244800	244 800
Bandeja de evaporación	2 880	3	8 640	8 640	8640	8640	8 640
Filtros	2 880	4	11 520	11 520	11520	11520	11 520
Swith Interno	2 880	2	5 760	5 760	5760	5760	5 760
Cable de Alimentación	2 880	8	23 040	23 040	23040	23040	23 040
Barra Led 50	2 880	90	259 200	259 200	259200	259200	259 200
Barra Led 100	2 880	17	48 960	48 960	48960	48960	48 960
Fuente Poder	2 880	24	69 120	69 120	69120	69120	69 120
Resistencia deshielo	2 880	21	60 480	60 480	60480	60480	60 480
Swith Externo	2 880	2	5 760	5 760	5760	5760	5 760
Motoventilador de evaporador	2 880	24	69 120	69 120	69120	69120	69 120
ASPA. 10"Condensador	2 880	7	20 160	20 160	20160	20160	20 160
ASPA. 8" Evaporizador	2 880	2	5 760	5 760	5760	5760	5 760
Base de motoventilador	2 880	2	5 760	5 760	5760	5760	5 760
Pintura Gloss Negro (galon)	1 814,4	7	12 701	12 701	12701	12701	12 701
Pintura Gloss Blanco (galon)	1 814,4	7	12 701	12 701	12701	12701	12 701
Thinner	1 816,68	2	3 034	3 034	3034	3034	3 034
TUBERIA 1/4 (15 MT)	5 400	1	6 750	6 750	6750	6750	6 750
TUBERIA 3/8 (15 MT)	5 400	1	2 700	2 700	2700	2700	2 700
Pintura Base Zincromato (galon)	1 362,76	4	5 287	5 287	5287	5287	5 287
Cable Arnes	2 880	4	11 520	11 520	11520	11520	11 520
Burlete	2 880	27	77 760	77 760	77760	77760	77 760
Cubre Motor	2 880	32	92 160	92 160	92160	92160	92 160
Cenefa	2 880	21	60 480	60 480	60480	60480	60 480
Perfil Deflector	2 880	4	11 520	11 520	11520	11520	11 520
Terminal hembra	28,8	18	518,4	518,4	518.4	518.4	518,4
Cinta aislante 3m	960	3	2 592	2 592	2592	2592	2 592
Cinta doble contacto	720	9	6 480	6 480	6480	6480	6 480
Soldadura plata	2 880	1	3 168	3 168	3168	3168	3 168
Totales			2 005 691,8	2 005 691,8	2 005 691,8	2 005 691,84	2 005 691,845

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Cálculo de los costos Mano de Obra Directa

AREA	Cantidad	SALARIO	OBLIGACION		APROVISIONAMIENTO			Sub Total Operario	Total (s//anual)
		BASICO	APORTE ESSALUD	AFP	GRATIFICACION	VACACIONES	CTS		
Recepción	1	1300,00	117,00	130,00	216,67	108,33	108,33	1 746,33	20 956,00
Almacén	1	1500,00	135,00	150,00	250,00	125,00	125,00	2 015,00	24 180,00
Desmontaje	1	1300,00	117,00	130,00	216,67	108,33	108,33	1 746,33	20 956,00
Desmontaje	1	1300,00	117,00	130,00	216,67	108,33	108,33	1 746,33	20 956,00
Pintura	1	1500,00	135,00	150,00	250,00	125,00	125,00	2 015,00	24 180,00
Sistema eléctrico	1	1700,00	153,00	170,00	283,33	141,67	141,67	2 283,67	27 404,00
Sistema de refrigeración	1	1700,00	153,00	170,00	283,33	141,67	141,67	2 283,67	27 404,00
Imagen /Inspección final	1	1 300,00	117,00	130,00	216,67	108,33	108,33	1 746,33	20 956,00
	1	1 300,00	117,00	130,00	216,67	108,33	108,33	1 746,33	20 956,00
Totales									207 948,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cálculo de los Gastos Administrativos

Ítems	2024	2025	2026	2027	2028
Alquiler Local	3 111,11	3 111,11	3 111,11	3 111,11	3 111,11
Consumo de energía eléctrica	400	400	400	400	400
Teléfono e internet	120	120	120	120	120
Agua, Energía luz eléctrica	355	355	355	355	355
Suministros	300	300	300	300	300
Servicio seguridad y limpieza	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
Transporte	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
GASTO TOTAL	10 486,11	10 486,11	10 486,11	10 486,11	10 486,11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cálculo de los Gastos de Seguridad Ocupacional

Ítems	2024	2025	2026	2027	2028
Lentes de seguridad	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
Casco	400	400	400	400	400
Guantes de cuero	600	600	600	600	600
Botas de seguridad	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
GASTO TOTAL	4 400,00	4 400,00	4 400,00	4 400,00	4 400,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Cálculo de los costos Intangibles

DESCRIPCION	COSTO (S/)
Planos	6 000
Estudios	1 500
Movilidades varias	1 200
Puesta en marcha y capacitaciones	1 500
Total	10 200

Fuente: Elaboración propia