

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



MEJORA EN LA DISPOSICIÓN DE PLANTA DE LA EMPRESA INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJE S.A.C.

Trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

Jimena Carolina Campana Chavez

Código 20081266

Nicole Astrid Carbajal Chu

Código 20070195

Asesora

Ana María Almandoz Núñez

Lima – Perú
Diciembre de 2017





**IMPROVEMENT IN THE PLANT LAYOUT
OF THE MANUFACTURING AND
ASSEMBLY ENGINEERING COMPANY**

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos.....	2
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa	3
1.1.4. Estrategia general de la empresa	3
1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos)	3
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación	4
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.5. Hipótesis de la investigación.....	5
1.6. Marco referencial de la investigación	5
1.7. Marco conceptual	7
CAPÍTULO II. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO	9
2.1. Análisis Externo de la Empresa.....	9
2.1.1. Análisis del entorno global.....	9
2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado	12
2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno	13
2.2. Análisis Interno de la Empresa.....	14
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales	14
2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional	15
2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves	17
2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)	22

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora.....	26
2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar	28
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO	
OBJETO DE ESTUDIO.....	29
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio	29
3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio.....	29
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos):	30
3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados	30
3.2.1. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitando los resultados actuales	30
3.2.2. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.	33
CAPÍTULO IV. DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	35
4.1. Planteamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada.....	35
4.2. Selección de alternativas de solución	36
4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas.....	36
4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución	39
4.2.3. Priorización y programación de soluciones seleccionadas.....	62
CAPÍTULO V. DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES	64
5.1. Ingeniería de la solución.....	64
5.2. Planificación de la implementación de la solución	66
5.2.1. Determinación de objetivos y metas	66
5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución .	67
5.2.3. Cronograma de implementación de la solución	68

CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS	
ESPERADOS	70
6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución.....	70
6.2. Evaluación económica financiera de la solución	75
6.2.1. Horizonte temporal de análisis, la moneda y la vida útil	75
6.2.2. Compras.....	75
6.2.3. Presupuestos de Gastos Operativos.....	76
6.2.4. Inversión fija.....	76
6.2.5. Estados financieros proyectados	78
6.2.6. Identificación y evaluación de alternativas de financiamiento (flujo de financiamiento neto).....	78
6.3. Análisis del costo de oportunidad de capital o tasa de descuento pertinente	80
6.3.1. Flujo de caja proyectado y análisis de rentabilidad.....	81
6.3.2. Análisis de la rentabilidad de la inversión, costo del financiamiento y de la rentabilidad de los accionistas: curso de acción a tomar.....	82
6.4. Análisis del impacto social y ambiental de la solución.....	83
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Matriz de evaluación de factores externos EFE.....	14
Tabla 2.2.	Calificación	14
Tabla 2.3.	Análisis Klein.....	19
Tabla 2.4.	Producción estimada de cada producto (Periodo 2013-2015).....	20
Tabla 2.5.	Costo de producción/equipo.....	22
Tabla 2.6.	Utilidad/equipo.....	23
Tabla 2.7.	Accidentes por año.....	24
Tabla 2.8.	Eficiencia.....	24
Tabla 2.9.	Demanda proyectada de secadores en IFM.....	25
Tabla 2.10.	Valores de los coeficientes de determinación	26
Tabla 2.11.	Matriz de preselección de las principales oportunidades de mejora del proceso de producción.....	28
Tabla 3.1.	Indicadores de gestión.....	30
Tabla 3.2.	Puntuación.....	32
Tabla 3.3.	Causas raíces Inadecuada disposición de planta	32
Tabla 3.4.	Matriz de evaluación de factores internos EFI.....	34
Tabla 3.5.	Calificación	34
Tabla 4.1.	Puntaje de factores	36
Tabla 4.2.	Ponderación enfrentamiento de factores	37
Tabla 4.3.	Enfrentamiento de factores	37
Tabla 4.4.	Ranking de factores problema 1.....	38
Tabla 4.5.	Ranking de factores problema 2.....	38
Tabla 4.6.	Ranking de factores problema 3.....	39
Tabla 4.7.	Análisis de Guerchet	41
Tabla 4.8.	Escala de valores de proximidad.....	43
Tabla 4.9.	Relación de motivos.....	44
Tabla 4.10.	Valores de proximidad	46
Tabla 4.11.	Códigos de las proximidades	47
Tabla 4.12.	Peso en toneladas por proceso para la fabricación de un secador (situación actual)	55

Tabla 4.13.	Matriz cantidad de la situación actual	57
Tabla 4.14.	Matriz distancia de la situación actual	57
Tabla 4.15.	Matriz esfuerzo de la situación actual	57
Tabla 4.16.	Peso en toneladas por proceso para la fabricación de un secador (situación mejorada).....	58
Tabla 4.17.	Matriz cantidad de la situación mejorada.....	60
Tabla 4.18.	Matriz distancia de la situación mejorada	60
Tabla 4.19.	Matriz esfuerzo de la situación mejorada.....	60
Tabla 4.20.	Secuencia y capacidad.....	62
Tabla 5.1.	Presupuesto de bienes y servicios	67
Tabla 5.2.	Carta Gantt de la programación de la implementación de la solución.....	68
Tabla 5.3.	Temporada de pesca de la anchoveta en el Perú	69
Tabla 6.1.	Presupuesto de compras anual (soles).....	76
Tabla 6.2.	Ahorro en energía eléctrica y accidentes	76
Tabla 6.3.	Inversión fija	77
Tabla 6.4.	Presupuesto de inversiones	77
Tabla 6.5.	Estado de Pérdidas y Ganancias.....	78
Tabla 6.6.	Financiamiento.....	78
Tabla 6.7.	Préstamos ofrecidos por los principales Bancos de Lima.....	79
Tabla 6.8.	Cálculo del Costo Efectivo para la determinación del Préstamo Bancario a seleccionar.....	79
Tabla 6.9.	Préstamo de BCP	79
Tabla 6.10.	Cronograma anual	79
Tabla 6.11.	Costo de oportunidad COK.....	81
Tabla 6.12.	Cálculo del Costo de Capital o WACC.....	81
Tabla 6.13.	Flujo de Caja Proyectado	82
Tabla 6.14.	Evaluación económica	83
Tabla 6.15.	Evaluación Financiera.....	83
Tabla 6.16.	Matriz de Leopold	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Logo de la empresa	2
Figura 2.1.	PBI del sector pesquero (2007-2014).....	9
Figura 2.2.	Crecimiento de la población en edad para trabajar (2004-2014)	10
Figura 2.3.	Crecimiento la población que terminó el ciclo universitario (2004-2013)10	
Figura 2.4.	Organigrama de la empresa IFM S.A.C.....	16
Figura 2.5.	Diagrama PQ.....	21
Figura 2.6.	Secador a vapor	22
Figura 2.7.	Gráfica de la demanda proyectada en IFM	25
Figura 3.1.	Caracterización del proceso de producción de la empresa IFM	29
Figura 3.2.	Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto	31
Figura 3.3.	Diagrama de Pareto de las causas a raíces Inadecuada disposición de planta	33
Figura 4.1.	Tabla Relacional.....	45
Figura 4.2.	Símbolos de identificación de actividades	46
Figura 4.3.	Diagrama relacional	48
Figura 4.4.	Disposición actual de la empresa IFM	49
Figura 4.5.	Diagrama relacional de espacios del primer piso.....	50
Figura 4.6.	Diagrama relacional de espacios del segundo piso	51
Figura 4.7.	Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de un secador.	53
Figura 4.8.	Diagrama de recorrido del proceso de producción	54
Figura 4.9.	Secuencia del proceso actual.....	55
Figura 4.10.	Distancia entre procesos de la situación actual	56
Figura 4.11.	Secuencia del proceso mejorado	58
Figura 4.12.	Distancias entre procesos de la situación mejorada	59
Figura 4.13.	Diagrama Multi-recorrido	61
Figura 4.14.	Carta Gantt de la programación de las soluciones seleccionadas	63
Figura 6.1.	Plano actual de la empresa IFM – Primer y segundo piso	70
Figura 6.2.	Plano propuesto de la empresa IFM – Primer y segundo piso.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Proceso de fabricación de un secador a vapor	92
Anexo 2:	Valores de Beta del sector para hallar el COK	94
Anexo 3:	Datos adicionales para hallar el COK	95
Anexo 4:	Máquinas y equipos más importantes de la Empresa IFM S.A.C.....	96
Anexo 5:	Relación de materiales para la fabricación de un Secador Rotadisco de 380 m2.....	101



RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación busca encontrar una mejora que maximice el rendimiento del proceso de producción mediante una adecuada reubicación de las áreas de trabajo y equipos, y de esa manera facilitar el desempeño eficiente e incrementar así la productividad de la empresa.

Esta propuesta de mejora se desarrollará en seis capítulos que proponen un análisis de la organización, estableciendo alternativas de solución que ayuden a remediar la problemática encontrada referida a la inadecuada disposición de planta.

En el capítulo I, se hace una descripción actual de la empresa, con una breve reseña histórica de la misma y también referente a los productos que ofrecen.

Adicionalmente como parte importante de la investigación, se dan a conocer los objetivos, las justificaciones técnicas, económicas y sociales, la hipótesis del trabajo y el marco referencial que sirvió como apoyo para la investigación.

En el capítulo II, se desarrolla un análisis de las fuerzas competitivas y fuerzas externas, también una descripción del proceso del producto principal que la empresa ofrece, en este caso el secador. Adicionalmente se muestran los principales indicadores de gestión.

En el capítulo III, se realiza un diagnóstico general de la empresa, para ello se utilizó una matriz de selección de problemas, la cual fue desarrollada con el Gerente General, luego se seleccionó el problema principal que se encontró en el área de producción y es la inadecuada disposición de planta, y así haciendo uso del método de Ishikawa, se determinaron las causas raíz del problema encontrado, las cuales se jerarquizan por medio del Diagrama de Pareto.

En el capítulo IV, se proponen alternativas de solución a los problemas que se determinaron en el capítulo anterior, donde se seleccionaron las mejores soluciones por medio de un ranking de factores.

En el capítulo V, se describen detalladamente los procedimientos a cada solución seleccionada en el capítulo anterior y se emplean muchas de las herramientas de ingeniería relacionadas al tema. Se presenta el presupuesto general requerido para la

ejecución de la solución. Además, se detallan en un cronograma por medio de un Diagrama de Gantt las tareas a realizarse paso a paso con el fin de cumplir con la totalidad de la implementación de las mejoras.

En el capítulo VI, se determinaron los posibles escenarios de las mejoras planeadas; y se realiza una evaluación económica financiera de la solución. Además, se presentan los impactos sociales y ambientales que conllevan las mejoras de la empresa.

Palabras clave: mejora, producción, disposición de planta, empresa, diagnóstico



EXECUTIVE SUMMARY

The present research seeks to find an improvement that optimizes the production process through a proper relocation of work areas and equipment, and thus facilitate efficient performance and increase the productivity of the company.

In Chapter I, a current description of the company is made, with a brief historical review of it and also referring to the products they offer.

In addition, as an important part of the research, the objectives, the technical, economic and social justifications, the work hypothesis and the reference framework that served as support for the research are presented.

In Chapter II, an analysis of the competitive forces and external forces is developed, as well as a description of the main product process the company offers, in this case the dryer. In addition, the main management indicators are shown.

In Chapter III, a general diagnosis of the company was made. A matrix of problem selection was used, which was developed with the general manager. From there, the main problem that was found in the area of production and is the inadequate plant layout, and thus using the Ishikawa method, the root causes of the problem were determined, which are hierarchized by means of the Pareto Diagram.

Chapter IV proposes alternatives to solve the problems identified in the previous chapter, where the best solutions were selected through a factor ranking.

In Chapter V, the procedures for each solution selected in the previous chapter are described in detail, and most of the engineering tools related to the topic are used. The general budget required for the execution of the solution is presented. In addition, a schedule is detailed in a Gantt Diagram the tasks to be performed step by step in order to comply with the entire implementation of the improvements.

Chapter VI identified potential scenarios for planned improvements and a financial economic evaluation of the solution is made. In addition, the social and environmental impacts that bring about the improvements of the company are presented.

Keywords: improvement, production, plant layout, company, diagnostics.

CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C (RUC 20511762431), es una empresa que se inició en el año 1990, hace más de 25 años, y que actualmente se desarrolla en la industria metalmecánica, teniendo un mayor enfoque en la Industria pesquera nacional e internacional, y a su vez se encuentra incursionando en el Sector Agroindustrial y Minero.

Esta empresa se dedica al diseño, fabricación y montaje de equipos y estructuras metálicas para la industria pesquera, minera, siderúrgica, entre otras; donde todos sus proyectos lo realizan con la más alta calidad. Cabe recalcar que actualmente la empresa cuenta con la certificación de calidad ISO 9001-2008 y homologaciones en mantenimiento de equipos industriales y en fabricación de productos metálicos para uso industrial.

Entre sus principales clientes tiene a grandes empresas como Enercom, Tecnológica de Alimentos, Copeinca, CFG Investment, Exalmar, entre otras. La empresa cuenta además con un grupo de proveedores de alto nivel y de una amplia experiencia en el sector.

Cabe mencionar que IFM S.A.C, considera a la protección del ambiente una de sus principales prioridades, la cual está presente en cada uno de los procesos. Por ello, el gerente general, ha sido acreedor en tres oportunidades de premios por su buena labor en la empresa como empresario del año, por diseñar y fabricar plantas de harina de pescado ecológicas contribuyendo al medio ambiente.

A continuación, se presenta el logo de la empresa:

Figura 1.1.

Logo de la empresa



Fuente: IFM S.A.C. (s. f.)

1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos

Los productos que ofrece esta empresa son equipos metalmecánicos fabricados a partir del diseño de ingeniería y según los requisitos de cada cliente. Estos se mencionan a continuación:

- Secadores a vapor rotadisco de 3 TPH a 20 TPH de materia prima (anchoveta).
- Secadores a vapor rotatubos de 5 TPH a 40 TPH de materia prima (anchoveta).
- Desaguador rotativo y Regainers (filtro rotativo).
- Transportador de malla (desaguador).
- Balanza de pesaje de pescado.
- Cocinadores de 3 TPH a 60 TPH de materia prima (anchoveta).
- Plantas evaporadoras de agua de cola.
- Torres lavadoras de vahos.
- Intercambiador de calor.
- Cámaras de fuego.
- Planta de procesamiento de Harina Prime de 60 TPH de materia prima (anchoveta).
- Juntas rotativa de vapor con carbones (Tipo Johnson).
- Enfriadores.
- Planta completa de Harina Prime Ecológica de 5 - 10 TPH de materia prima (anchoveta).
- Planta completa de Conservas de pescado hasta 3500 cajas /turno.
- Transformación de planta de Harina FAQ A Planta de Harina Prime.
- Molino húmedo.
- Molino seco.
- Tanques.

- Tanques de flotación Krofta para tratamiento de agua de bombeo.
- Ductos del sistema de Tratamiento de humos.

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa

Todas las empresas pesqueras del Perú, con incursión progresiva en Ecuador y México, y los empresarios que quieren incursionar en el sector pesquero.

1.1.4. Estrategia general de la empresa

Se emplea la estrategia del *enfoque*, pues la empresa se orienta a la atención de un segmento específico del mercado, es decir, el sector pesquero.

Esta estrategia del enfoque está orientada a la *diferenciación*, pues IFM ofrece equipos diferentes al de la competencia en lo que respecta al diseño, calidad y aplicando tecnología de punta.

1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos)

El objetivo general y los específicos de la investigación son los siguientes:

- **Objetivo general**

Demostrar que la realización de la mejora en la disposición de planta facilitará el desempeño eficiente de los procesos de producción, e incrementará así la productividad de la empresa.

- **Objetivos específicos**

- Lograr la máxima productividad con la finalidad de cumplir con la demanda.
- Identificar los problemas de la situación actual del proceso de producción y plantear soluciones para la inadecuada disposición de planta.
- Reconocer la secuencia del proceso mediante un DOP para proponer una mejor reubicación de las áreas de trabajo y equipos.
- Mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores de la empresa mediante un área de producción más ordenada y segura.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

Delimitación geográfica

- **Alcances**

El presente estudio de investigación se basa en identificar y conocer la causa raíz de los problemas en la disposición de planta de la empresa IFM S.A.C. para poder implementar mejoras con ayuda de las herramientas de la ingeniería.

- **Limitaciones**

Una de las posibles debilidades del proyecto de investigación es la distancia a la que nos encontramos de la Empresa IFM, ya que ésta se encuentra en la ciudad de Chimbote, ubicada exactamente en Av. Brasil Mz. A Lote 9, los Álamos - Nuevo Chimbote.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación técnica, económica y social se describe a continuación

a) Justificación técnica

- Es factible realizar la mejora en la disposición de planta de la empresa IFM, pues hay muchos estudios que avalan los resultados positivos que generan una adecuada distribución de planta.
- Con la mejora, se logrará una mejor coordinación entre las distintas partes del proceso, debido a la nueva disposición de planta basada en la secuencia del proceso de producción.
- Aumentará la productividad al hacerse un mejor uso del espacio físico.

b) Justificación económica

- La presente investigación plantea que se puede lograr un ahorro en costos de producción, tales como energía y accidentes.
- Incrementará el volumen de ventas, lo que facilitará la realización de los proyectos de la empresa IFM por ser una empresa más rentable.

c) Justificación social

- El área de trabajo será más seguro para los trabajadores.

- Se tomará en cuenta la comodidad de los trabajadores, buscando reducir el esfuerzo y fatiga innecesaria.
- El clima laboral de la empresa mejorará, como parte de la estrategia de la empresa, haciendo un trabajo más profesional y orientado a incrementar su productividad.
- Tomará en cuenta en cada uno de sus proyectos, la protección del medio ambiente como una de sus principales prioridades y de esa manera se contribuirá con el planeta.

1.5. Hipótesis de la investigación

La mejora en la disposición de planta de la empresa IFM S.A.C., es factible, mediante el uso de herramientas de ingeniería y tecnología para así optimizar la productividad de la empresa.

1.6. Marco referencial de la investigación

Los siguientes son trabajos destacados del curso de Seminario II, los mismos que servirán de referencia y aplicación para la investigación:

- ***“Mejora en la disposición de planta de la empresa Sack Plastic S.A”. Universidad de Lima.***

Acosta Ríos, L. (2009)

La semejanza con la investigación mencionada es que ambas se enfocan en mejorar el área de producción por medio de una nueva disposición de planta y ambas tienen como objetivo principal reducir tiempos, costos; y así aumentar la productividad.

Este estudio es muy similar al presente trabajo de investigación, ya que se realizó un análisis de líneas de fabricación para luego presentar una propuesta para la redistribución de planta. La diferencia es que su producto principal son los plásticos.

- ***“Mejora en la disposición de planta de la fábrica GALTEC”.*** *Universidad de Lima.*

Dubgeon Marquina, H. (1987)

La semejanza con la investigación mencionada es que ambas se enfocan en mejorar el área de producción por medio de una nueva disposición de planta y ambas tienen como objetivo principal reducir tiempos, costos; y así aumentar la productividad.

La diferencia entre ambos estudios es que esta investigación es una empresa de servicios e IFM es una empresa de productos.

- ***“Análisis y mejora de la disposición de planta de la Empresa Nacional de Tabaco”.*** *Universidad de Lima.*

Guerrero Tori, J. (1979)

La re distribución de planta de una fábrica es la similitud que se encuentra con el presente trabajo, ya que ambos se enfocan en un mismo objetivo que es el de la reducción de tiempos, costos y así lograr un aumento de productividad.

La diferencia es que su producto principal son los productos en base a tabaco.

- ***“Mejora integral en la empresa Cartonería y Envases Piura S.A.C”.*** *Universidad de Lima.*

Barba Paredes, L. (2014)

La semejanza con este trabajo de investigación es que ha realizado un análisis integral de todas las áreas de la empresa para así buscar soluciones al área con mayor deficiencia.

La diferencia con esta investigación es que tiene como productos principales a los cartones y envases.

- ***“Mejora en la disposición de planta en la fábrica de zapatos para varón Industria Estrella Azul E.I.R.L”.*** *Universidad de Lima*

Huamán Sánchez, K. (2011)

La semejanza con la investigación mencionada es que ambas se enfocan en mejorar el área de producción por medio de una nueva disposición de planta y ambas tienen como objetivo principal reducir tiempos, costos; y así aumentar la productividad.

Este estudio es muy similar al presente trabajo de investigación, ya que se realizó un análisis de líneas de fabricación para luego presentar una propuesta para la redistribución de planta. La diferencia es que su producto principal son los zapatos.

1.7. Marco conceptual

- **Secador rotatubo:** Es un equipo de secado a vapor indirecto para harina de pescado. En el interior del cilindro van instalados los tubos que son alimentados con vapor que al hacer contacto con la harina húmeda ésta evapora el agua produciéndose el secado de la harina.
- **Secador rotadisco:** Es un equipo de secado a vapor indirecto para harina de pescado. En el tubo central (rotor) van instalados los discos en forma de “V” que son alimentados en su interior con vapor que al hacer contacto con la harina húmeda ésta evapora el agua produciéndose el secado de la harina.
- **Metalmecánica:** Es el sector industrial que se dedica a producir piezas, estructuras y equipos para la industria, usando como materia prima diferentes metales como el hierro y el acero.
- **Planta evaporadora de agua de cola:** Es un evaporador de agua que está dentro del agua de cola proveniente de los caldos que salen de la prensa y al pasar por la centrífuga generan el agua de cola que tiene un 5.7% de sólidos.

Con la evaporación del agua se recuperan los sólidos obteniéndose un mayor rendimiento de la materia prima.

- **Corte con plasma:** Es un proceso de corte con aire. El equipo consta de un generador de alta frecuencia alimentado por energía eléctrica. también consta de un electrodo y porta electrodo.

Con plasma se puede cortar metales como acero al carbono, inoxidable, hierro fundido, bronce, aluminio, etc.

- **Corte con oxicorte:** Es un proceso de corte que usa el oxígeno puro y el gas acetileno y/o gas propano. Esta mezcla hace que aumente el poder calorífico de la llama permitiendo el corte de los aceros al carbono.

Con este proceso no se puede cortar metales no ferrosos como el bronce, aluminio, inoxidable, etc.

- **Corte con cizalla:** Es un proceso de corte en frío de planchas de acero al carbono, y planchas de metales no ferrosos.

Las cizallas más eficientes son las hidráulicas que por la potencia que desarrollan pueden cortar planchas hasta de 16 mm de espesor x 6 mts de longitud.

- **Helicoides:** Son discos alabeados que van soldados en un tubo y sirven para transportar materiales como harina de pescado, trigo, arcilla, etc.
- **Catalina:** Elemento de máquina dentada para transmisión por cadena. Generalmente se le denomina a la pieza conducida que tiene mayor cantidad de dientes.
- **Piñón:** Elemento de máquina dentado para transmisión por cadena. Generalmente se le denomina a la pieza motriz.
- **Domo de vahos:** Es una pieza que lleva una tapa torisférica en forma de cúpula en la parte superior que va soldada a un cuerpo cilíndrico.

Se usa en la zona de alimentación de carga a los secadores rotatubos. En la parte superior se conecta el ducto por donde se extraen los vahos del secador.

- **Caja de vahos:** Pieza que va instalada en la parte superior del secador rotadisco. En la parte superior de esta caja se conecta el ducto por donde se extraen los vahos del secador
- **Vahos:** Mezcla de vapor de agua que se desprende de la torta húmeda por el intercambio de calor de la superficie de los tubos que están con vapor con la torta húmeda más el aire frío que ingresa al secador por cualquier abertura.
- **Chumacera:** Es un elemento donde se aloja un rodamiento donde se apoya un eje de rotación.

CAPÍTULO II. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1. Análisis externo de la empresa

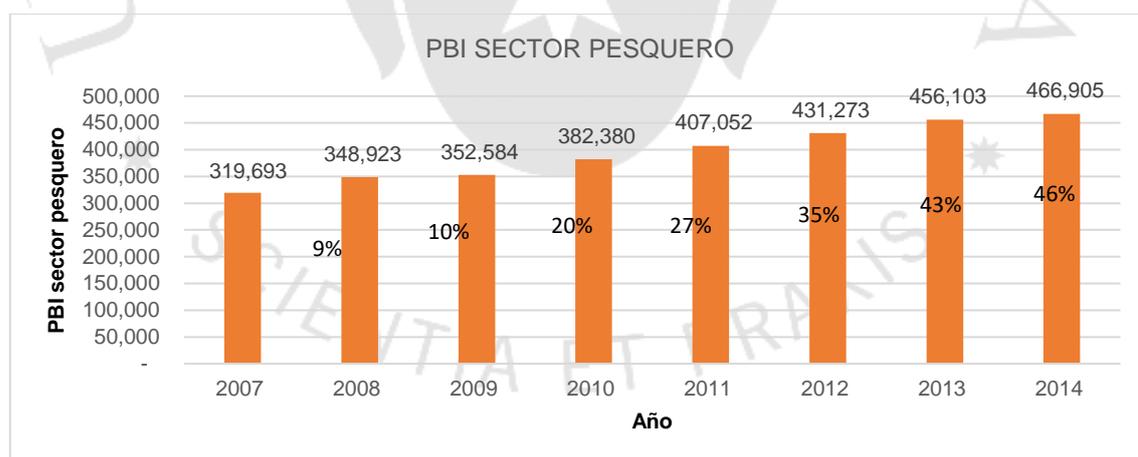
2.1.1. Análisis del entorno global

Económico

Si bien es cierto el crecimiento de fabricación de productos metálicos ha crecido un 6% el 2014 en comparación al 2013, el crecimiento del PBI en el sector pesquero también se ha incrementado, tal como se observa en la Figura 2.1; lo que ha conllevado a que IFM obtenga un crecimiento también, ya que han habido empresas que han continuado invirtiendo en el sector pesquero, dado que el nivel de rentabilidad en este sector es alto.

Figura 2.1.

PBI del sector pesquero (2007-2014)



Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, (2015)

En la Figura 2.1 se muestra el crecimiento del PBI anual en nuestro país durante el periodo del año 2007 al 2014, en el cual se puede apreciar que el crecimiento en ese último año ha sido mucho mayor que al del año 2007.

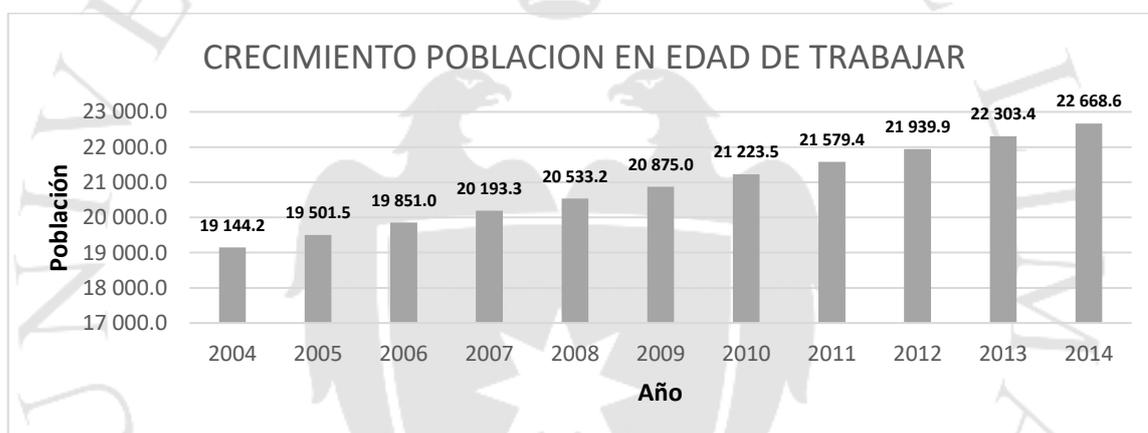
Social

Como se sabe, el crecimiento poblacional en el país ha ido en aumento, sin embargo, nuestro país no solo ha experimentado el incremento poblacional sino también el crecimiento en lo referente al aspecto laboral, siendo mayor el incremento para las personas que hayan culminado la educación universitaria.

En la Figura 2.2 se muestra el crecimiento de la población en edad para trabajar y en la Figura 2.3 se muestra el crecimiento de la población que terminó el ciclo universitario.

Figura 2.2.

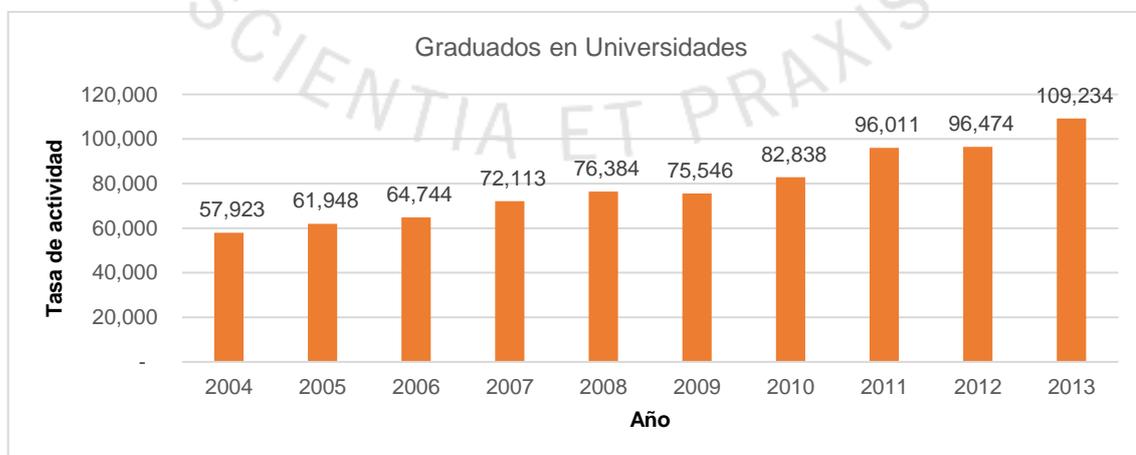
Crecimiento de la población en edad para trabajar (2004-2014)



Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, (2015)

Figura 2.3.

Crecimiento la población que terminó el ciclo universitario (2004-2013)



Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, (2015)

Legal

Las empresas del sector se rigen bajo una serie de leyes y obligaciones efectuadas por el Ministerio de la Producción, tales como:

- Ley N° 26790 Seguro Complementario de Trabajo y Riesgo, la cual otorga coberturas por accidente de trabajo y enfermedad profesional a las personas que laboran en un centro de trabajo de alto riesgo.
- Ley N° 27711 Promoción del empleo, la cual básicamente se encarga de fomentar, difundir y supervisar mediante la inspección del trabajo el cumplimiento de las normas laborales de los regímenes laborales privado y público.
- Ley N° 25977, Ley General de Pesca, la cual administra y controla la explotación nacional de los recursos hidrobiológicos a nivel nacional, además de fomentar, orientar y promover la investigación científica y tecnológica en materia de su competencia.

Entre los puntos antes mencionados se presentaron algunas normas dirigidas al ámbito pesquero, ya que, como se menciona anteriormente, a pesar de que IFM pertenezca al sector metalmecánico, ésta se encuentra estrechamente ligada al sector pesquero.

Tecnológico

En nuestro país el avance tecnológico ha crecido mucho en los últimos años, sin embargo, el estado peruano, a diferencia de otros países, aún no apuesta por invertir en investigación para la creación de nuevos diseños de maquinarias de gran capacidad y tecnología como por ejemplo las máquinas-herramientas como tornos, fresas, taladros, etc.

2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado

Poder de Negociación de los compradores o clientes

El poder de negociación de los clientes es medio ya que existen pocos competidores (Haarslev y Fima), sin embargo, cuenta con precios competitivos y sus clientes son expertos y con conocimiento sobre el tema.

Así mismo, esta industria se caracteriza por contar con una cartera activa de clientes, con los que mantienen una estrecha relación, principal factor que beneficia a la empresa, a causa del grado de confianza ya generado.

Poder de negociación de los proveedores

Es bajo, dado que en el sector metalmecánico existen actualmente un gran número de proveedores con los que la empresa puede negociar. La elección del mismo se basa a una evaluación de ciertas características de los productos y/o servicios ofertados que son los siguientes:

- Calidad
- Precio
- Medio de transporte y pago de flete
- Medios y formas de pago.
- Tiempo de adquisición

Cabe recalcar que la empresa tiene convenios con proveedores de materiales principales.

Amenaza de ingreso de nuevos participantes

Es bajo, ya que existe poco riesgo de que se presenten nuevos participantes en el rubro de fabricación de equipos para la industria pesquera, ya que, a pesar de que ésta se encuentra en constante crecimiento, una empresa de este tipo requiere alta tecnología e ingeniería que demuestre garantía y sostenimiento económico para que los clientes puedan otorgar el 50% de adelanto previa presentación de una carta fianza avalada por un Banco reconocido.

Por otro lado, el hecho de que se presenten nuevas empresas no asegura que puedan mantenerse en el Sector “KNOW HOW” (saber cómo), ya que la empresa IFM

S.A.C. cuenta con un respaldo ganado con el transcurso de los años y con la calidad de los productos ofertados, punto que toman en cuenta las empresas pesqueras al momento de elegir con que empresa trabajará.

Cabe recalcar que la empresa chilena Enercom se encuentra actualmente ingresando al mercado como un nuevo competidor.

Rivalidad entre competidores

La rivalidad es muy alta ya que existe una fuerte competencia por la presencia de otras empresas metalmecánicas dedicadas al diseño, fabricación y montaje de equipos. Sin embargo, estas empresas que forman la competencia fuerte sólo son dos, las cuales son Fima y Haarslev.

Cabe mencionar que también se tiene una baja competencia por parte de pequeñas empresas, las cuales se dedican a la reparación de equipos. Pero con la obtención de planos y demás datos de ingeniería, actualmente se encuentran incursionando en la fabricación de equipos más pequeños, que también produce la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C.

Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de productos sustitutos es baja, debido a que en la industria pesquera aún se mantiene la tendencia de requerir equipos para la producción de harina de pescado, además con el avance de la tecnología, los equipos van mejorando día a día.

2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Oportunidades

- O1. No existe un producto sustituto consolidado.
- O2. Nuevas tecnologías que mejoran la calidad y la productividad.
- O3. Aumento de exportaciones de equipos a otros mercados del extranjero.
- O4. Crecimiento de la economía del país.

Amenazas

- A1. Ingreso de empresas transnacionales a futuro.
- A2. Robo de información intelectual (planos de diseño y fabricación).

Tabla 2.1.

Matriz de evaluación de factores externos EFE

Factores críticos del éxito	Peso	Calificación	Ponderado
Oportunidades			
O1. No existe un producto sustituto consolidado.	0.19	4.00	0.76
O2. Nuevas tecnologías que mejoran la calidad y la productividad.	0.15	3.00	0.45
O3. Aumento de exportación de equipos a otros mercados del extranjero.	0.17	3.00	0.51
O4. Crecimiento de la economía del país.	0.15	4.00	0.60
Amenazas			
A1. Ingreso de empresas transnacionales a futuro.	0.12	1.00	0.12
A2. Robo de información intelectual (planos de diseño y fabricación).	0.22	2.00	0.44
TOTAL	1		2.88

Tabla 2.2.

Calificación

Respuesta superior	4
Respuesta superior media	3
Respuesta media	2
Respuesta mala	1

De la matriz EFE de la Tabla 2.1 se obtiene como resultado 2.88; lo cual indica que la empresa responde bien a las oportunidades y amenazas.

2.2. Análisis interno de la empresa

2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

Visión

Proveer a nuestros clientes equipos metalmecánicos diseñados y fabricados con tecnología actual, trabajando con responsabilidad humana y social.

Misión

Ser la empresa metalmecánica líder en el país con creciente participación en el mercado internacional, manteniendo un desarrollo sostenible, mediante la mejora continua de nuestra organización, proyectando confianza en el mercado y nuestros clientes.

Objetivos organizacionales

- a) Ser la empresa líder en la industria metalmecánica en el Perú y América Latina, promoviendo la conservación del medio ambiente.
- b) Mejorar las competencias de los trabajadores.
- c) Mejorar el grado de satisfacción del cliente.
- d) Cumplir con los requerimientos de calidad del cliente.

2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional

IFM tiene una organización de tipo lineo-funcional. Este tipo de organización es una combinación entre la organización lineal y la organización funcional, la cual consiste en que la autoridad y responsabilidad se transmite a través de un jefe por cada función en especial y a la vez se conserva la especialización de cada actividad en una función. La Gerencia General tiene a su cargo:

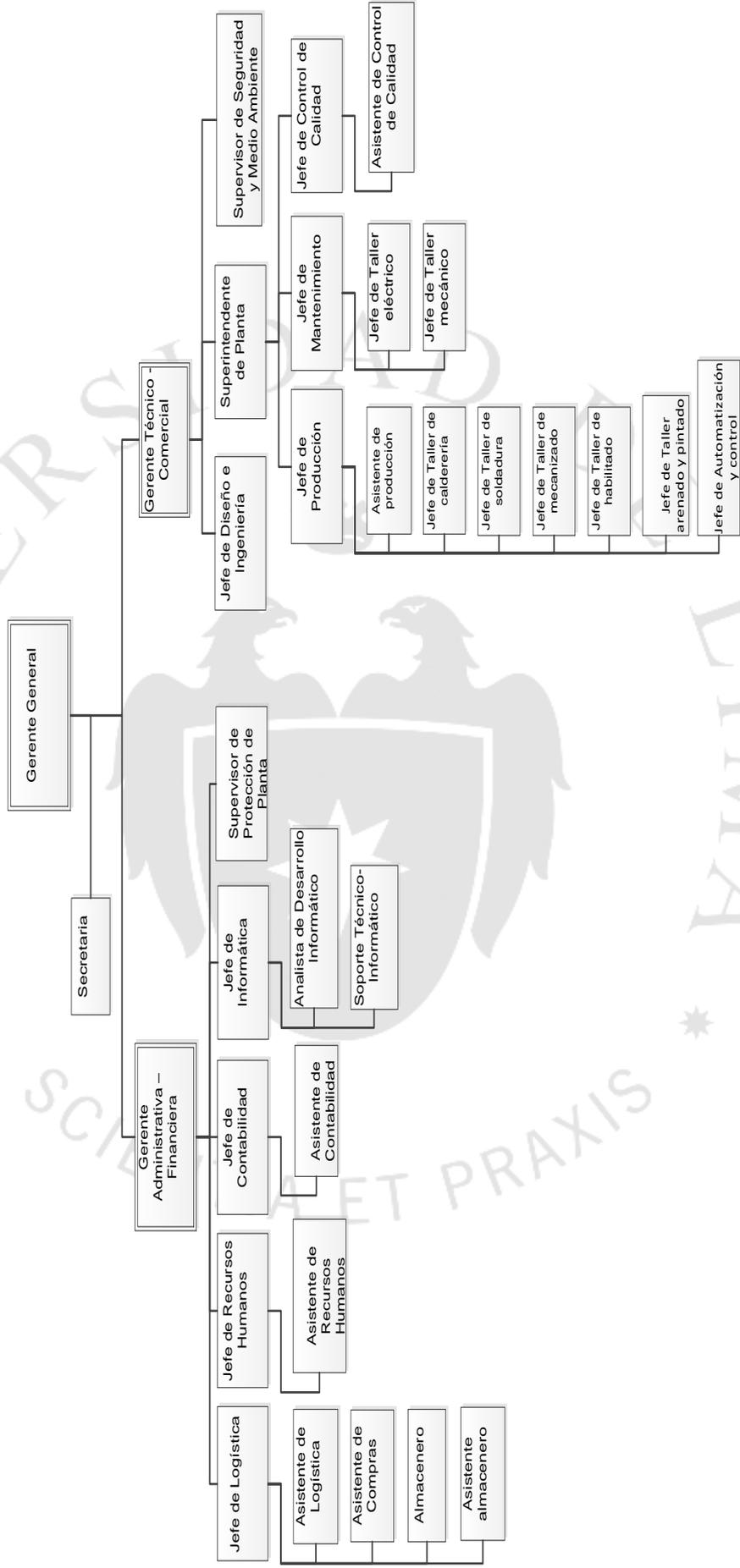
- a) La Gerencia Administrativa Financiera, la cual es responsable de toda la parte administrativa y financiera. Tiene a su cargo a las áreas de logística, administración de personal, contabilidad, informática y protección de planta.
- b) La Gerencia Técnica-Comercial, la cual es responsable del diseño e ingeniería, la producción y la seguridad y medio ambiente.

Cabe mencionar que IFM S.A.C actualmente cuenta con 140 trabajadores, quienes trabajan 1 turno de 8 horas por día.

En la Figura 2.4 se presenta el organigrama de la empresa para tener un mayor entendimiento de la situación.

Figura 2.4.

Organigrama de la empresa IFM S.A.C.



Nota: IFM S.A.C. (2016)
Elaboración propia

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

Los procesos más importantes se describen a continuación:

- **Proceso de gestión comercial:** Este proceso es realizado por el Gerente Técnico-Comercial, quien realiza todas las actividades relacionadas a las ventas y comercialización de los equipos que fabrica la empresa. El proceso empieza con las negociaciones con el cliente donde se especifican los requisitos, incluyendo las actividades de entrega y post venta; los mismos que son establecidos en un contrato.
- **Proceso de diseño:** En este proceso se realiza el diseño de los productos que requiere el cliente. Se elabora la ingeniería básica del equipo o bien a fabricar, para lo cual es necesario planificar las actividades y llevar un control del diseño y desarrollo.
- **Proceso de logística:** En este proceso se realiza la compra de materiales que se requieren para el proceso de producción, los cuales son emitidos por el área de diseño. Entre otras cosas, se asegura que el producto adquirido cumpla con los requisitos de compra especificados y que los proveedores tengan la capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización y que estos sean entregados en los tiempos establecidos.

Cabe recalcar que el nivel de inventario de almacén es bajo ya que la gran mayoría de materiales se compran a pedido.

- **Proceso de finanzas:** Este proceso es realizado por la Gerente Administrativa-Financiera, quien es la encargada de gestionar todos los movimientos relacionados a las cuentas por cobrar, cuentas por pagar, flujo de caja, etc. El proceso está en constante comunicación principalmente con las áreas de ventas (para efectuar las cobranzas de adelanto y pago de avances por el cliente) y logística (para efectuar el pago a proveedores por los materiales suministrados).

Cabe recalcar que esta área realiza el pago a los proveedores, con los cuales se ha tenido problemas en algunas ocasiones por no cumplir con el plazo permitido debido al retraso en los pagos de parte de los clientes de IFM.

- **Proceso de producción:** Este proceso se basa en la fabricación de equipos metalmecánicos, tales como secadores a vapor (ya sea modelo rotatubo o

rotadisco), enfriadores de harina, entre otros. Este proceso está orientado a la fabricación de productos de calidad y de esa manera lograr la satisfacción del cliente.

Este proceso cuenta con un área de 5,000.00 m² (de los 6,500.00 m² en total) e incluye en esta a los talleres de soldadura, mecanizado, habilitado, calderería, arenado y pintado, automatización y control industrial; donde se ejecutan las actividades para obtener un bien o equipo. En este proceso se incluye la programación y el control de producción para así dar cumplimiento a la fecha contractual establecida y tomar las medidas correctivas a tiempo.

- **Control de calidad:** En este proceso se establecen las inspecciones desde la recepción de los materiales y en puntos críticos del proceso de fabricación como soldadura, mecanizado, habilitado, calderería, arenado y pintado, automatización y control industrial. Determina las actividades de medición y seguimiento que se requieran para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos especificados, y genera resultados de las inspecciones y pruebas realizadas durante la fabricación que fueron definidas por ingeniería (criterios de aceptación) deberán llevarse, junto con el Plan de Calidad, en el Dossier de Calidad.

Para identificar cuál es el proceso más importante, se utilizó el método el Análisis Factorial de Klein que analiza la situación actual de la empresa. El cálculo de la efectividad de cada factor está representado por la letra E, siendo este un valor porcentual para lo cual se han dado los siguientes valores:

a = muy adecuado = 1 punto

b = adecuado = ½ punto

c = poco adecuado = ¼ punto

E = efectividad del factor

n = número de elementos evaluados

El valor de E es igual a la suma de cada uno de los valores encontrados para a, b y c entre n por 100%. Entonces se tiene que:

$$E = \frac{a + b + c}{n} \times 100 \%$$

Tabla 2.3.

Análisis Klein

PROCESO DE GESTIÓN COMERCIAL	a	b	c	E
Obtención de información sobre clientes potenciales		x		
Conocimiento de la participación del mercado		x		
Conocimiento de la participación de los clientes		x		
Domínio de los criterios de venta más importantes	x			
Poder de negociación frente a los clientes	x			
Búsqueda de nuevos clientes		x		
	2	4	0	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	2	2	0	67%
PROCESO DE DISEÑO	a	b	c	E
Memoria de cálculo	x			
Diseño de equipos	x			
Elaboración de planos de fabricación	x			
Aplicación de normas técnicas	x			
	4	0	0	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	4	0	0	100%
PROCESO DE LOGÍSTICA	a	b	c	E
Nivel de inventario			x	
Control de entradas de mercadería		x		
Control de despacho de mercadería		x		
Rapidez en la ejecución del pedido a los proveedores	x			
Rapidez de la ejecución de los pedidos en las áreas de la empresa	x			
Grado de disponibilidad de la materia prima	x			
Grado de disponibilidad de los materiales indirectos		x		
Calificación de proveedores de materia prima	x			
Calificación de proveedores de materiales indirectos	x			
Calidad de servicio a las otras áreas de la empresa	x			
	6	3	1	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	6	1.5	0.25	58%
PROCESO DE FINANZAS	a	b	c	E
Reportes financieros		x		
Sistema de contabilidad financiera		x		
Sistema de contabilidad de costos	x			
Condiciones financieras del sector almacenaje		x		
Control estadístico de las operaciones financieras		x		
Rentabilidad		x		
Concordancia del presupuesto versus real	x			
Participación del capital propio			x	
Pago de proveedores		x		
	2	6	1	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	2	3	0.25	58%
PROCESO DE PRODUCCIÓN	a	b	c	E
Disposición de planta			x	
Tiempos de producción			x	
Orden del área		x		
Mantenimiento preventivo de las máquinas		x		
Aprovechamiento de la capacidad instalada	x			
Acumulación de merma		x		
Limpieza del área			x	
Continuidad de ejecución del proceso		x		
	1	4	3	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	1	2	0.75	47%
PROCESO DE CALIDAD	a	b	c	E
Verificación de materiales recibido por los proveedores		x		
Verificación de calidad en los puntos críticos del proceso	x			
Calidad de servicio	x			
Actividades de medición y seguimiento		x		
Conocimiento del grado de satisfacción del cliente	x			
	3	2	0	
Puntuación	1	0.5	0.25	
Total	3	1	0	80%

Se ha dado como resultado del Factor Klein al proceso de Producción como el que tiene una menor efectividad en la empresa en comparación con las otras áreas.

Determinación y descripción del proceso principal

Se determinó el proceso de producción de los equipos metalmecánicos como el principal. Sin embargo, la empresa IFM S.A.C fabrica una gran variedad de equipos, de los cuales se definirá el principal por medio de un análisis PQ, el cual considera únicamente las cantidades de los productos.

Análisis producto-cantidad

En la Tabla 2.4 se muestran las cantidades que se produjeron durante los últimos 3 años (2013, 2014 y 2015). Se ha considerado 3 años de referencia ya que cada equipo tiene una duración aproximada de 4 meses de producción.

Tabla 2.4.

Producción estimada de cada producto (Periodo 2013-2015)

Producto	U/M	2013	2014	2015	Total
Secador a vapor	Equipo	4	5	5	14
Cocinador	Equipo	1	2	1	4
Ductos de vahos	Equipo	0	2	2	4
Efectos de PAC	Equipo	1	1	2	4
Enfriador de harina	Equipo	1	1	1	3
Molino seco	Equipo	0	1	2	3
Torre lavadora	Equipo	0	1	1	2

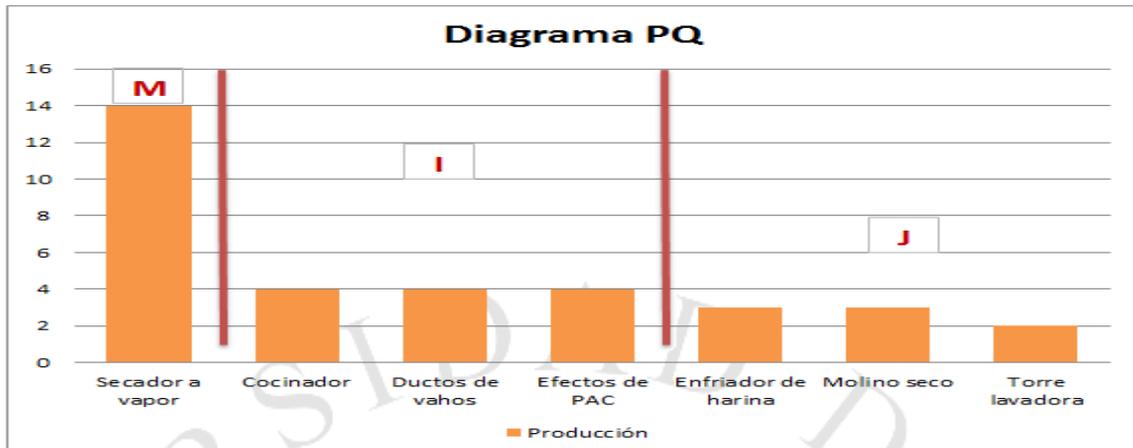
Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 2.4, el secador a vapor fue el más producido y vendido en los últimos tres años, llegando a representar el 41% de las ventas totales en cantidad de equipos.

Seguidamente trazamos el Diagrama PQ en un eje de coordenadas. En el eje “X” se encuentran la variedad de productos y en el eje “Y” se encuentran las cantidades de cada producto.

Figura 2.5.

Diagrama PQ



Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

Cada área en la Figura 2.5 tiene el siguiente significado:

- M: Solo una o pocas familias o productos estandarizados en grandes cantidades
- I: Variedad de familias o productos en cantidades intermedias
- J: Muchas familias o productos en poca cantidad

En conclusión, luego de haber realizado el análisis producto cantidad PQ, puede afirmarse que los productos o equipos principales de la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C, son los secadores a vapor, ya sea modelo rotatubo o rotadisco, los cuales cuentan con el mismo proceso de producción.

A continuación, se presenta la imagen de un secador a vapor con sus respectivas partes.

Figura 2.6.

Secador a vapor



Fuente: IFM S.A.C. (2016)

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

Los indicadores de gestión a analizar para esta investigación son: costo de producción/equipo, utilidad/equipo, tiempo de producción/equipo, tiempo de espera/operación, accidentes/año y eficiencia. Estos permitirán mostrar la tendencia que tendrán estos indicadores y finalmente, demostrar si la mejora propuesta ha sido efectiva.

- a) **Costo de producción / equipo:** Este indicador analizó el costo de producción por unidad de equipo secador para cada año. La Tabla 2.5 muestra los valores de costos directos e indirectos, cuya suma equivale al costo de producción total y dividido entre el número de equipos secadores da como resultado los costos de producción/ equipo de los últimos 3 años.

Tabla 2.5.

Costo de producción/equipo

	2013	2014	2015
Costos directos (US\$)	649 045	80 683	585 137
Costos Indirectos (US\$)	57 107	22 259	13 307
Costo de producción (US\$)	706 152	102 942	598 444
Cantidad de equipos secadores	4	5	5
Costo de producción / equipo (US\$)	176 538	20 588	119 689

Nota: Fuente: IFM S.A.C (2016). Elaboración propia.

- b) Utilidad / equipo:** Este indicador analizó la utilidad por unidad de equipo secador para cada año. La Tabla 2.6 muestra los valores de los costos de producción por equipo por año que se obtuvo en la tabla anterior y cuyo 25% equivale a la utilidad por equipo de los últimos 3 años.

Tabla 2.6.

Utilidad/equipo

	2013	2014	2015
Costo de producción / equipo (US\$)	176 538	20 588	119 689
Utilidad / equipo : 25% (US\$)	44 135,5	5 147,1	29 922,25

Nota: Fuente: IFM S.A.C (2016). Elaboración propia

- c) Tiempo de producción / equipo:** Un equipo secador tiene un tiempo de producción promedio de 4 meses, lo que concluye que el valor del indicador de gestión tendrá un valor de 4 meses/equipo. Con la mejora realizada este valor se espera reducir en un 12.5%, lo cual quiere decir que con la mejora se espera producir un equipo secador en 3 meses y medio.
- d) Tiempo de espera / operación:** Con la mejora realizada, se espera reducir este indicador que involucra a los tiempos de espera entre los procesos de producción debido a la inadecuada disposición de planta que genera distancias innecesarias entre las áreas de producción y produce cuello de botella.
- e) Accidentes / año:** Tomando como referencia los últimos tres años (2013, 2014, 2015), se han registrado un promedio de 30 accidentes en cada año; lo que concluye que el valor del indicador de gestión tendrá un valor de 30 accidentes/año. Con la mejora realizada se espera reducir este valor en un 30% como mínimo.

Tabla 2.7.

Accidentes por año

Año	Tipo de accidente			Total accidentes
	Accidentes leves	Accidentes medios	Accidentes graves	
2013	12	17	3	32
2014	9	16	4	29
2015	10	18	2	30

Nota: IFM S.A.C (2016). Elaboración propia.

- f) **Eficiencia:** Este indicador analiza la eficiencia del proceso de producción de equipos en un año. La Tabla 2.8 muestra los valores del nivel de producción real y del nivel esperado, cuya fracción multiplicada por cien, da como resultado la eficiencia del proceso.

Tabla 2.8.

Eficiencia

Nivel de producción real (equipos) - Año 2015	5
Nivel esperado (equipos)	7
Eficiencia	71,43%

Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

Cabe recalcar que en el nivel esperado se consideran 7 secadores, pues en base al histórico de la demanda real de IFM, se empleó una *proyección de regresión potencial*, en lugar de lineal, exponencial o logarítmica; ya que su coeficiente de determinación (R^2) es el que más se acerca al valor de 1, lo cual indica el éxito en el modelo de regresión, tal como se indica en la Tabla 2.10.

En base a la regresión potencial utilizada y tomando como base su fórmula, se calculó la demanda proyectada de 7 secadores:

$$Y(X) = aX^b$$

$$Y(x) = 4.0158x^{0.263}$$

$$Y(5) = 4.0158(5)^{0.263} = 6.132 \approx 7 \text{ secadores}$$

Tabla 2.9.

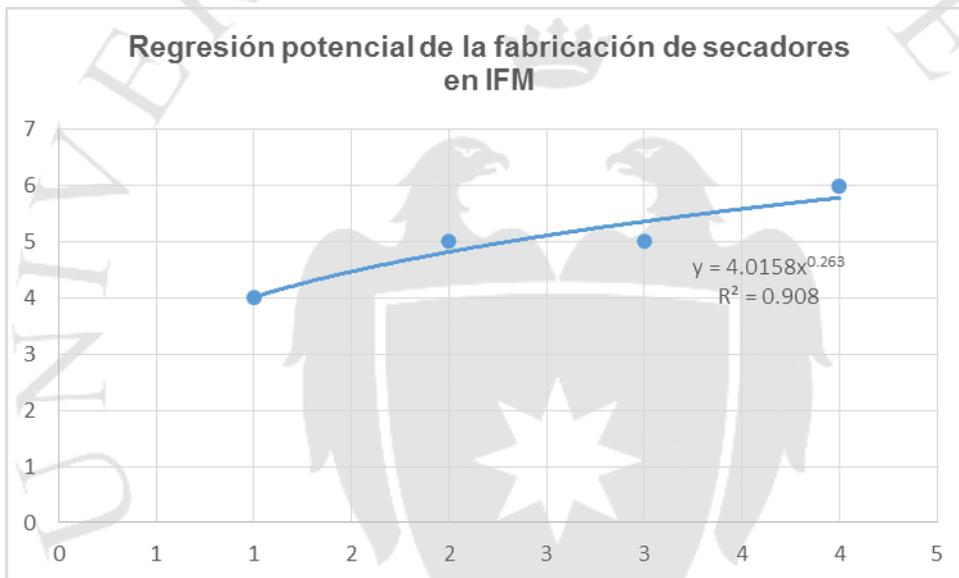
Demanda proyectada de secadores en IFM

	X	Y
Año	Año	Cantidad
2013	1	4
2014	2	5
2015	3	5
2016	4	6
2017	5	7

Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

Figura 2.7.

Gráfica de la demanda proyectada en IFM - Regresión potencial



Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

En la Figura 2.7 se observa que el valor del coeficiente de determinación (R^2) es de 0.908, lo cual significa que la variación en años explica el 90.8% de la variación en la cantidad de productos fabricados o demanda.

Tabla 2.10.

Valores de los coeficientes de determinación

Tipo de regresión	Coefficiente de determinación R²
Lineal	0.9
Exponencial	0.8955
Logarítmica	0.8863
Potencial	0.908

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora

En base al resultado del Análisis Klein y teniendo como resultado al *proceso de producción* como el de mayor importancia, se realizará un análisis de esta área, con el propósito de encontrar los posibles problemas, mediante el uso del método de tormenta de ideas, los cuales se detallan a continuación:

1. Retraso en la producción:

- Tiene como consecuencia el retraso en la entrega de algunos proyectos.
- Produce una mala imagen a la empresa y poca credibilidad de parte de nuestros clientes para futuros proyectos.
- Reduce la captación de proyectos.
- Se produce un incremento en los costos del proyecto (mano de obra, energía, etc.).

2. Falta de limpieza en el área:

- Se debe a la falta de conciencia en orden y limpieza de los mismos trabajadores.
- La empresa no cuenta con un personal de limpieza estable.

3. Falta de mantenimiento preventivo en las maquinarias:

- Ocasiona retrasos en el proceso de producción a causa de las posibles averías por no cumplir a tiempo con los mantenimientos preventivos.
- Exceso de trabajo en la empresa, algunas veces, no permite parar la maquinaria para su respectivo mantenimiento preventivo.

4. Acumulación de merma:

- Son los retazos de los aceros que se generan en el proceso de cortado del área de habilitado.

5. Existencia de tiempos muertos:

- Genera cuello de botella en el proceso de producción y es causado por las averías de máquinas o equipos o cuando no llega un material a tiempo.
- Encarecen el proyecto y ponen en riesgo la fecha de entrega establecida con el cliente.

6. Congestión y confusión en los circuitos de transportes:

- Los circuitos no están bien establecidos ya que no hay una señalización para los medios de acarreo (montacargas, grúas y camión grúa).
- Ocasiona desorden en la planta y riesgo de accidentes.

7. Manejo innecesario del material:

- Se debe a la falta de capacitaciones del personal y al bajo control de materiales.
- Se da mayormente con el uso de la soldadura en varillas.

8. Inadecuada disposición de planta:

- Las áreas de producción no están ubicadas según la secuencia del proceso principal.
- Genera desorden y cruces en el circuito.
- Produce demoras innecesarias entre procesos por las distancias, lo cual genera cuello de botella.
- Se corre un mayor riesgo de accidentes en los trabajadores.

2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar

En base a los problemas mencionados, se procederá a realizar una matriz de preselección de las principales oportunidades de mejora, verificando si el problema es una oportunidad de mejora realmente, para lo cual debemos corroborar que se cumplan los siguientes criterios:

- El problema puede ser cuantificado
- Se tiene acceso a la información
- La solución es compleja o medianamente compleja
- La inversión a realizar es mínima o su ratio de beneficio/costo es factible

La ponderación de cada criterio la determinó el *Gerente de la empresa IFM S.A.C.*, determinando que la inversión a realizar es el factor más relevante, por lo que se le asignó el valor de cuatro. A los factores que se refieren a la complejidad de la solución y al acceso de información, se les otorgó un valor de tres, y finalmente se le otorgó el valor de uno al factor que se refiere a la cuantificación del problema.

Tabla 2.11.

Matriz de preselección de las principales oportunidades de mejora del proceso de producción

Proceso	Lista de problemas	El problema	Se tiene	La solución	La inversión	Puntaje
		puede ser	acceso a la	o medianamente	a realizar es	
		cuantificado	información	compleja	mínima o su	
		(Peso 1)	(Peso 3)	(Peso 3)	B/C es aceptable	
					(Peso 4)	
Producción	1. Retraso en la producción	SI	SI	NO	SI	8
	2. Falta de limpieza en el área	SI	SI	NO	SI	7
	3. Falta de mantenimiento preventivo en las maquinarias	SI	SI	NO	SI	8
	4. Acumulación de merma	SI	SI	NO	SI	8
	5. Existencia de tiempos muertos	SI	SI	NO	NO	4
	6. Congestión y confusión en los circuitos de transportes	SI	SI	SI	NO	7
	7. Manejo innecesario del material	NO	NO	SI	SI	7
	8. Inadecuada disposición de planta	SI	SI	SI	SI	11

Nota: IFM S.A.C. (2016). Elaboración propia.

De la Tabla 2.11 se ha seleccionado como problema principal a la inadecuada disposición de planta de la empresa. Puesto que este problema ha alcanzado el mayor puntaje en comparación a los otros problemas de producción, ya que puede ser cuantificado, se tiene acceso a la información, la solución es compleja o medianamente compleja y tiene un beneficio/costo aceptable.

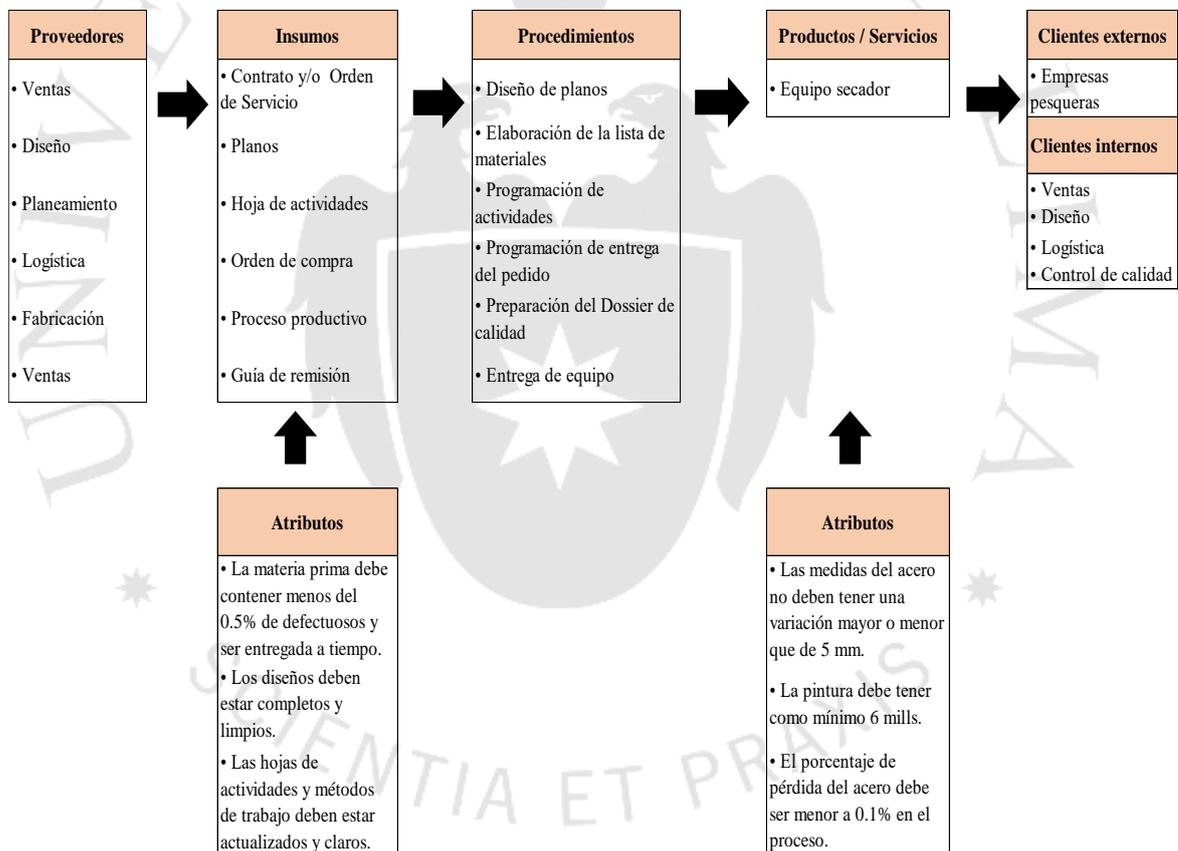
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio

Figura 3.1.

Caracterización del proceso de producción de la empresa IFM



Nota: IFM S.A.C. (2017). Elaboración propia.

3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos):

Tabla 3.1.

Indicadores de gestión

Indicador	Fórmula	Unidad	Meta	Resultados
Capacidad de producción anual	Producción / Tiempo	Equipo secador/año	Se espera aumentar un 40%, lo cual indica que si antes se producían 5 secadores por año, con la mejora se espera producir 7	Fabricar 7 secadores por año
Nivel de servicio	(Secadores entregados a tiempo / Total de secadores atendidos) x 100	%	Se espera alcanzar un 100%, es decir, entregar todos los secadores a tiempo y sin retrasos	Entregar el 100% de los secadores a tiempo al cliente
Crecimiento de ventas anual	(Ventas del periodo -ventas del periodo anterior / Ventas del periodo anterior) x 100	%	Se espera incrementar en un 40% en la variación de ventas anual	Se obtiene al fabricar 7 secadores por año

3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

3.2.1. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitando los resultados actuales

Para conocer las causas raíz del problema principal que es la inadecuada disposición de la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C, se escogió la metodología de Ishikawa, también conocida como diagrama Causa-Efecto o Espina de Pez.

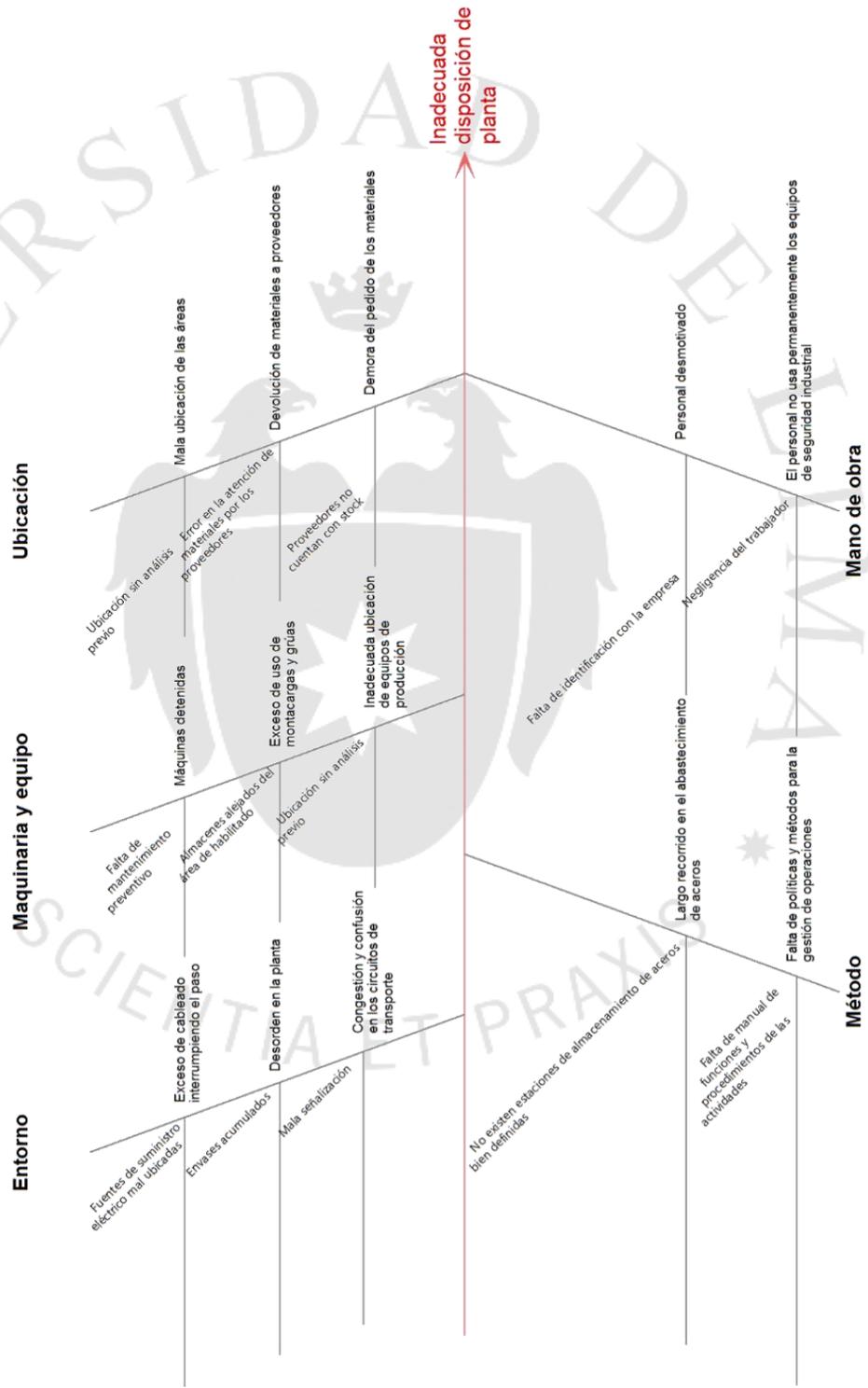
Cabe recalcar que la empresa emplea el sistema de producción *por trabajo*, también conocida como producción bajo pedido, el cual consiste en concentrar todos los esfuerzos en base a los proyectos que cierre el área comercial de la empresa.

Con respecto al tipo de disposición de planta actual, la empresa tiene una distribución *por proceso*, lo cual significa que el producto se mueve en base al proceso.

La Figura 3.2 muestra el detalle del Diagrama Causa-Efecto mencionado para el problema de la inadecuada disposición de planta.

Figura 3.2.

Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto



Luego de analizar el diagrama causa-efecto para el problema de la inadecuada disposición de planta, se utilizó la tabla de evaluación de causas para así jerarquizar las causas raíces y para lo cual se define la siguiente puntuación:

Tabla 3.2.

Puntuación

Impacto		Frecuencia	
Muy alto impacto	12	Muy frecuente	5
Alto impacto	9	Frecuente	3
Impacto medio	3	Poco frecuente	1
Bajo impacto	1		

Fuente: Bonilla; Díaz; Kleeberg (2013)

Se utilizarán las causas raíces del problema de la inadecuada disposición de planta para mostrar la evaluación de frecuencia e impacto en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3.

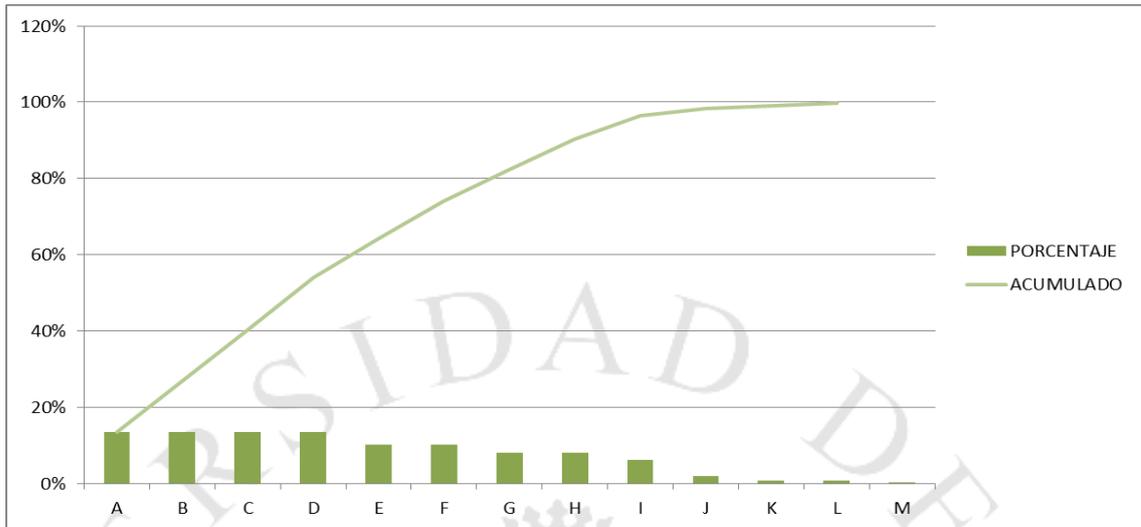
Causas raíz inadecuada disposición de planta

	Causas raíces	Frecuencia	Impacto	Efecto (F*I)
A	Mala ubicación de las áreas	5	12	60
B	Inadecuada ubicación de los equipos de producción	5	12	60
C	Congestión y confusión en los circuitos de transporte	5	12	60
D	Exceso de cableado interrumpiendo el paso	5	9	45
E	Desorden en la planta	5	9	45
F	Exceso de uso de montacargas y grúas	5	9	45
G	Demora del pedido de los materiales	3	12	36
H	Largo recorrido en el abastecimiento de aceros	3	12	36
I	El personal no usa permanentemente los equipos de seguridad industrial	3	3	9
J	Devolución de materiales a proveedores	1	9	9
K	Personal desmotivado	1	3	3
L	Máquinas detenidas	1	3	3
M	Falta de políticas y métodos para la gestión de operaciones	1	1	1

Seguidamente, luego de tener las puntuaciones de efecto por cada causa raíz, se jerarquiza por medio de un Diagrama de Pareto.

Figura 3.3.

Diagrama de Pareto de las causas a raíces Inadecuada disposición de planta



De acuerdo con el Diagrama de Pareto se deben analizar y plantear alternativas de solución para las primeras 3 causas raíces importantes y de esta forma poder diseñar soluciones para los problemas encontrados.

3.2.2. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.

Fortalezas

- F1. Amplia experiencia en el mercado.
- F2. Calidad garantizada de los trabajos.
- F3. IFM cuenta con máquinas de tecnología avanzada.
- F4. Excelente imagen frente a los clientes.
- F5. Posicionamiento de la marca dentro del mercado.
- F6. Precios competitivos.
- F7. Mano de obra calificada.
- F8. Mantiene buen reconocimiento en el sector bancario.
- F9. Énfasis en el servicio (otorgamiento de crédito y despacho oportuno).

Debilidades

- D1. Costos de producción elevados.
- D2. Existencia de tiempos muertos en la producción.
- D3. Deficiencia de atención por parte de algunos proveedores que no son puntuales con las entregas.
- D4. Demora en los pagos de adelantos por parte de algunos clientes.
- D5. Falta de mantenimiento preventivo a las maquinarias.
- D6. Poca publicidad de los productos.
- D7. Ausencia de un plan de marketing.

Tabla 3.4.

Matriz de evaluación de factores internos EFI

Factores críticos del éxito	Peso	Calificación	Ponderado
Fortalezas			
F1. Amplia experiencia en el mercado.	0.11	4	0.44
F2. Calidad garantizada de los trabajos.	0.10	4	0.40
F3. IFM cuenta con máquinas de tecnología avanzada.	0.10	4	0.40
F4. Excelente imagen frente a los clientes.	0.10	4	0.40
F5. Posicionamiento de la marca dentro del mercado.	0.07	4	0.28
F6. Precios competitivos.	0.03	3	0.09
F7. Mano de obra calificada.	0.03	3	0.09
F8. Mantiene buen reconocimiento en el sector bancario.	0.04	4	0.16
F9. Énfasis en el servicio (otorgamiento de crédito y despacho oportuno).	0.04	3	0.12
Debilidades			
D1. Costos de producción elevados.	0.05	2	0.10
D2. Existencia de tiempos muertos en la producción.	0.05	1	0.05
D3. Deficiencia de atención por parte de algunos proveedores que no son puntuales con las entregas.	0.06	1	0.06
D4. Demora en los pagos de adelantos por parte de algunos clientes.	0.03	2	0.06
D5. Falta de mantenimiento preventivo a las maquinarias.	0.05	2	0.10
D6. Poca publicidad de los productos.	0.02	1	0.02
D7. Ausencia de un plan de marketing.	0.02	1	0.02
TOTAL	1		2.79

Tabla 3.5.

Calificación

Debilidad mayor	1
Debilidad menor	2
Fuerza menor	3
Fuerza mayor	4

De la matriz EFI de la Tabla 3.4 se obtiene como resultado 2.79; el cual indica que la empresa mantiene una posición interna fuerte como organización.

CAPÍTULO IV. DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada

En cuanto a los problemas relacionados a la *Inadecuada disposición de planta* se presentan las siguientes alternativas de solución.

Problema 1: Mala ubicación de áreas

Este problema ocasiona demoras en el proceso de producción debido a las largas distancias empleadas en el recorrido.

Las soluciones propuestas son:

- A. Evaluar el DOP de fabricación de secadores y de esa manera poder ubicar las áreas de manera secuencial.
- B. Redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.
- C. Emplear la matriz distancia para reducir el recorrido entre áreas.

Problema 2: Inadecuada ubicación de los equipos de producción

Esta inadecuada disposición de equipos se encuentra generando actualmente cuello de botella en el proceso de producción, así como también accidentes por un mal uso del área.

Las soluciones propuestas son:

- A. Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción.
- B. Trasladar la planta a un espacio más amplio.
- C. Acondicionar las zonas de trabajo acorde con la distribución de equipos.

Problema 3: Congestión y confusión en los circuitos de transporte

Este problema produce desorden en los circuitos de los medios de acarreo debido a una mala señalización.

Las soluciones propuestas son:

- A. Señalizar los pasillos y todo lugar necesario dentro de la planta para el tránsito seguro del personal.
- B. Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multi-recorrido.
- C. Programar los despachos de equipos fabricados y recepción de materiales para evitar congestión de camiones.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Se analizarán las posibles soluciones planteadas anteriormente en base a tres factores importantes. Entre ellos tenemos los siguientes:

- **Costo de solución:** Factor importante ya que se debe evaluar si la empresa cuenta con los recursos financieros.
- **Incremento de productividad:** Es muy importante, ya que se toma en cuenta el efecto positivo que generará en la capacidad de producción de la empresa.
- **Tiempo estimado de implementación:** Este factor determina la duración de los procedimientos, pruebas de la solución a ser implementadas.

En la Tabla 4.1 se muestra el puntaje de cada factor.

Tabla 4.1.

Puntaje de factores

Estado	Calificación
Excelente	6
Bueno	4
Deficiente	2

A continuación, se realizará un análisis de confrontación para determinar la importancia de cada factor.

Tabla 4.2.

Ponderación enfrentamiento de factores

1	El factor es más importante que el factor con el cual es comparado
0	El factor es menos importante que el factor con el cual es comparado
1	En caso de importancia equivalente

Tabla 4.3.

Enfrentamiento de factores

Factor de proceso	1	2	3	Conteo	Ponderación (%)
1 Costo de solución	■	0	1	1	25%
2 Incremento de productividad	1	■	1	2	50%
3 Tiempo de implementación	1	0	■	1	25%
TOTAL				4	100%

Una vez halladas las ponderaciones de cada factor, se procede a realizar el análisis de ranking de factores para los problemas planteados.

A continuación, se presentan los problemas relacionados a la *Inadecuada disposición de planta* con sus respectivas alternativas de solución y su ranking de factores para poder seleccionar así la mejor solución.

Problema 1: Mala ubicación de las áreas

- A. Evaluar el DOP de fabricación de secadores y de esa manera poder ubicar las áreas de manera secuencial.
- B. Redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.

C. Emplear la matriz distancia para reducir el recorrido entre áreas.

Tabla 4.4.

Ranking de factores problema 1

Factor de proceso	Ponderación (%)	A		B		C	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1 Costo de solución	25%	4	1	4	1	4	1
2 Incremento de productividad	50%	4	2	6	3	4	2
3 Tiempo de implementación	25%	2	0.5	4	1	4	1
TOTAL		3.5		5		4	

La mejor solución es redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.

Problema 2: Inadecuada ubicación de los equipos de producción

- A. Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción.
- B. Trasladar la planta a un espacio más amplio.
- C. Acondicionar las zonas de trabajo acorde con la distribución de equipos.

Tabla 4.5.

Ranking de factores problema 2

Factor de proceso	Ponderación (%)	A		B		C	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1 Costo de solución	25%	4	1	2	0.5	4	1
2 Incremento de productividad	50%	6	3	4	2	2	1
3 Tiempo de implementación	25%	4	1	2	0.5	4	1
TOTAL		5		3		3	

La mejor solución es hacer una redistribución del espacio físico en referencia al proceso principal de producción.

Problema 3: Congestión y confusión en los circuitos de transporte

- A. Señalizar los pasillos y todo lugar necesario dentro de la planta para el tránsito seguro del personal.
- B. Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multi-recorrido.
- C. Programar los despachos de equipos fabricados y recepción de materiales para evitar congestión de camiones.

Tabla 4.6.

Ranking de factores problema 3

Factor de proceso	Ponderación (%)	A		B		C	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
1 Costo de solución	25%	4	1	4	1	4	1
2 Incremento de productividad	50%	2	1	6	3	2	1
3 Tiempo de implementación	25%	4	1	4	1	4	1
TOTAL		3		5		3	

La mejor solución es implementar un recorrido para los medios de acarreo (montacargas, grúas y camiones grúa) mediante un diagrama multi-recorrido.

4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución

Problema 1: Mala ubicación de las áreas

Solución: Redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.

Los pasos a seguir se detallan a continuación:

- a. Identificar los elementos estáticos, móviles y la cantidad de operarios de todas las áreas involucradas en el proceso de producción.
- b. Tomar las medidas de los elementos estáticos y móviles.
- c. Calcular por medio del Método de Guerchet el área requerida para cada zona de producción y el área total.

- d. Hacer un diagrama relacional para determinar la redistribución de las áreas.
- e. Plantear una distribución compacta por medio de un diagrama relacional de espacios.
- f. Informar a la Gerencia General de los resultados obtenidos.

Diagrama de Guerchet:

Esta herramienta se utilizará para calcular los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Se identificó el número total de operarios y equipos de acarreo “elementos móviles”, maquinaria y equipo llamado “elementos estáticos”.

Para cada elemento que se distribuirá, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales.

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

Donde:

St = superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie gravitacional

Se = superficie de evolución

n = número de elementos móviles o estáticos

N = Número de lados

A continuación, se detalla el Diagrama de Guerchet en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7.

Análisis de Guerchet

Elementos	Zona	Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	h (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)	ss ⁿ h	ss ⁿ	St por área
Estáticos	Arenado y pintado	Compresora diesel	1	2	2.50	1.80	1.70	4.50	9.00	12.83	26.33	7.65	4.50	62.00
	Arenado y pintado	Compresora eléctrica	1	2	1.80	1.20	1.50	2.16	4.32	6.16	12.64	3.24	2.16	
	Arenado y pintado	Máquina de pintar	1	2	1.10	3.00	0.50	3.30	6.60	9.41	19.31	1.65	3.30	
	Arenado y pintado	Botella de arenar	1	2	-	-	1.50	0.64	1.27	1.81	3.72	0.95	0.64	287.89
	Calderería	Máquina de oxocorte	6	1	2.20	3.50	1.50	7.70	7.70	14.64	180.23	69.30	46.20	
	Calderería	Mesas de trabajo de calderería	6	2	2.00	1.00	0.60	2.00	4.00	5.70	70.22	7.20	12.00	
	Calderería	Bomba de pruebas hidrostáticas	2	1	1.60	3.00	0.60	4.80	4.80	9.12	37.45	5.76	9.60	
	Habilitado	Mandrinadora	1	3	3.00	3.00	2.80	9.00	27.00	34.22	70.22	25.20	9.00	
	Habilitado	Mesa de corte automática (CNC)	2	2	9.84	3.00	0.60	29.52	59.04	84.18	345.47	35.42	59.04	
	Habilitado	Rola electro-mecánica	1	2	5.07	1.20	1.30	6.08	12.17	17.35	35.60	7.91	6.08	
	Habilitado	Rola hidráulica	1	2	5.00	1.70	2.50	8.50	17.00	24.24	49.74	21.25	8.50	
	Habilitado	Plegadora para trabajos livianos	1	2	3.42	0.95	1.80	3.25	6.50	9.26	19.01	5.85	3.25	
	Habilitado	Cizalla de 3 metros	1	2	3.75	1.20	1.80	4.50	9.00	12.83	26.33	8.10	4.50	
	Habilitado	Cizalla de 6 metros	1	2	7.00	2.00	2.50	14.00	28.00	39.92	81.92	35.00	14.00	
	Habilitado	Plegadora de 3 metros	1	2	4.00	1.18	1.80	4.72	9.44	13.46	27.62	8.50	4.72	
	Habilitado	Sierra eléctrica	1	2	1.00	1.00	1.10	1.00	2.00	2.85	5.85	1.10	1.00	
	Habilitado	Plegadora de 6 metros	1	2	6.96	1.68	1.80	11.69	23.39	33.34	68.42	21.05	11.69	
	Habilitado	Cepillo	1	2	2.50	2.00	1.20	5.00	10.00	14.26	29.26	6.00	5.00	
	Maestranza	Taladro 1	1	2	2.40	1.90	1.90	4.56	9.12	13.00	26.68	8.66	4.56	
Maestranza	Taladro 2	1	2	2.80	2.45	2.10	6.86	13.72	19.56	40.14	14.41	6.86		
Maestranza	Torno 1	1	2	3.10	1.55	1.30	4.81	9.61	13.70	28.12	6.25	4.81		
Maestranza	Torno 2	1	2	6.10	2.60	1.40	15.86	31.72	45.22	92.80	22.20	15.86		
Maestranza	Torno 3	1	2	5.40	2.40	1.10	12.96	25.92	36.96	75.84	14.26	12.96		
Maestranza	Torno 4	1	2	2.70	2.05	1.10	5.54	11.07	15.78	32.39	6.09	5.54		
Maestranza	Fresadora	1	2	2.45	3.10	1.40	7.60	15.19	21.66	44.44	10.63	7.60		
Soldadura	Máquina de soldar de arco sumergido	7	1	1.50	2.10	0.60	3.15	3.15	5.99	86.02	13.23	22.05		
Soldadura	Máquina de soldar de arco eléctrico	15	4	1.20	1.90	0.50	2.28	9.12	10.84	333.53	17.10	34.20		
Soldadura	Máquina de arco Mig Mag	8	4	0.80	0.40	0.50	0.32	1.28	1.52	24.97	1.28	2.56		
Soldadura	Mesas de trabajo de soldadura	6	2	1.70	0.80	0.45	1.36	2.72	3.88	47.75	3.67	8.16		
Móviles		Montacarga	8	-	2.00	1.30	1.80	2.60	-	-	20.80	37.44	20.80	
		Grúa	3	-	8.00	2.50	3.00	20.00	-	-	60.00	180.00	60.00	
		Camión grúa	2	-	7.00	2.20	2.10	15.40	-	-	30.80	64.68	30.80	
		Operario	110	-	-	-	1.65	0.50	-	-	-	90.75	55.00	
Área método Guerchet =											2.053.61 m ²			

Con los datos hallados en el cuadro anterior, ahora se halla el Coeficiente de Evolución (K).

hee	=	$\frac{388.91}{330.33}$	=	1.18
hem	=	$\frac{372.87}{166.60}$	=	2.24
k	=	0.9505		

A las áreas de Guerchet halladas por zonas, se le deben sumar las otras áreas de la empresa, tales como se muestran a continuación:

<i>Áreas (m2)</i>	
Área de arenado y pintado según Guerchet	62.00
Terreno para arenado	150.00
Terreno para pintado	100.00
Área de arenado y pintado	312.00
Área de calderería según Guerchet	287.89
Zona de trabajo de calderería	540.00
Área de calderería	827.89
Área de habilitado según Guerchet	730.18
Área de maestranza según Guerchet	369.67
Área de soldadura según Guerchet	492.27
Elementos móviles según Guerchet	111.60
Almacén general de insumos y consumibles	51.04
Almacén de aceros	126.06
Almacén de gases	10.75
Almacén de pintura	21.60
Almacén de productos terminados	270.96
Comedor	112.64
Servicios higiénicos	41.49
Zona administrativa	142.98
Taller eléctrico	20.98
Taller mecánico	36.00
Pañol de herramientas	61.05
Estacionamiento	79.79
Garita	16.50
Patio de maniobras	1,496.65
Área total en m2 =	5,332.10

La empresa actualmente cuenta con un área de 6,500.00 metros cuadrados y el área total utilizando el método de Guerchet es de 5,332.10 metros cuadrados. Con estos resultados se puede concluir que IFM cuenta con el área suficiente para cubrir futuras ampliaciones.

Diagrama relacional:

Esta herramienta se utilizará para reubicar las áreas del proceso de producción de la mejor manera.

Se comienza con la construcción de la tabla relacional, la cual se apoya en dos elementos básicos:

- Tabla de valor de proximidad.
- Lista de razones o motivos.

Cada casilla representa la intersección de dos áreas, a su vez cada casilla está dividida horizontalmente en dos; la parte superior representa el valor de aproximación y la parte inferior nos indica las razones que han inducido a elegir ese valor.

La escala de valores para la proximidad de las actividades queda indicada por las letras A,E,I,O,U,X; donde cada una de ellas tiene un valor indicado en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8.

Escala de valores de proximidad

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Nota: Díaz; Jarufe; Noriega (2013)

La lista de razones o motivos quedan indicadas mediante códigos, donde cada una de ellas tiene el siguiente valor.

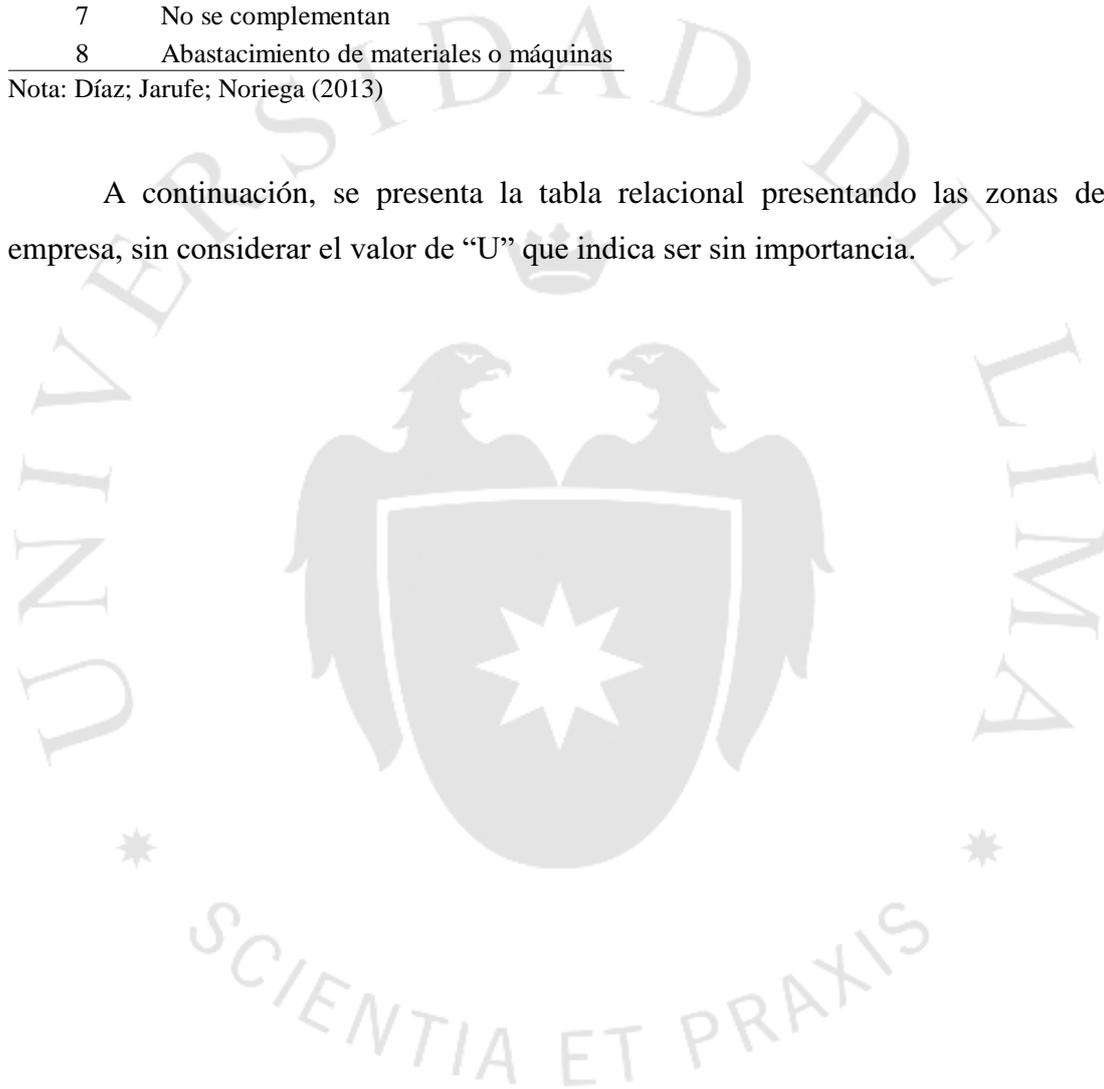
Tabla 4.9.

Relación de motivos

Código	Motivos
1	Generación de polvo
2	Tiempo de traslado del trabajador
3	Por secuencia de operaciones
4	Generación de ruido
5	Generación de gases tóxicos y daña la vista
6	Servicios en común
7	No se complementan
8	Abastacimiento de materiales o máquinas

Nota: Díaz; Jarufe; Noriega (2013)

A continuación, se presenta la tabla relacional presentando las zonas de la empresa, sin considerar el valor de “U” que indica ser sin importancia.



Conclusión: Tomando como base la tabla relacional, tendremos los siguientes valores de proximidad.

Tabla 4.10.

Valores de proximidad

A : (2,6) (4,8) (6,9) (10,18)

E : (1,6) (1,8) (1,12) (2,7) (2,8) (2,9) (3,6) (3,9) (3,12) (5,8) (6,7) (6,8) (7,8) (7,9) (7,10) (7,12) (8,9) (8,12) (10,11) (11,12) (13,14) (14,17) (12,18) (11,18) (9,18)

I : (1,2) (1,3) (1,7) (1,9) (1,11) (1,14) (2,3) (2,10) (3,5) (3,7) (4,5) (4,7) (5,9) (5,12) (6,10) (6,12) (6,14) (7,11) (7,14) (8,14) (8,16) (9,10) (9,11) (9,12) (9,14) (9,16) (10,12) (10,14) (10,16) (11,14) (11,16) (12,14) (12,16) (13,16) (13,17) (14,15) (14,16) (15,16) (15,17) (7,18) (6,18)

O : (1,4) (1,5) (1,10) (1,15) (1,17) (2,4) (2,5) (2,11) (2,12) (2,16) (2,17) (3,10) (4,6) (4,7) (4,9) (4,10) (4,11) (5,6) (5,10) (5,11) (5,14) (5,16) (5,17) (6,16) (6,17) (7,16) (7,17) (8,10) (8,11) (8,17) (9,13) (9,17) (10,17) (11,17) (12,17) (16,17)

X : (3,4) (3,11) (3,13) (3,14) (3,15) (3,16) (3,17) (4,12) (4,13) (5,13) (6,11) (8,13)

Para culminar con el desarrollo del diagrama relacional, se señalará previamente el conjunto de símbolos para la identificación de las actividades y otro cuadro que indica la proximidad relativa de las actividades y la intensidad relativa del recorrido de los productos.

Figura 4.2.

Símbolos de identificación de actividades

Símbolo	Color	Actividad
	Rojo	Operación (Montaje o submontaje)
	Verde	Operación, proceso o fabricación
	Amarillo	Transporte
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control
	Azul	Servicios
	Pardo	Administración

Nota: Díaz; Jarufe; Noriega (2013)

Tabla 4.11.

Códigos de las proximidades

Código	Proximidad	Color	N° de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinario	Azul	1 recta
U	Sin importancia	---	---
X	No deseable	Plomo	1 zig-zag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zig-zag

Nota: Díaz; Jarufe; Noriega (2013)

A continuación, se presenta el diagrama relacional, tomando en cuenta sólo las líneas correspondientes a los códigos A, E y X.

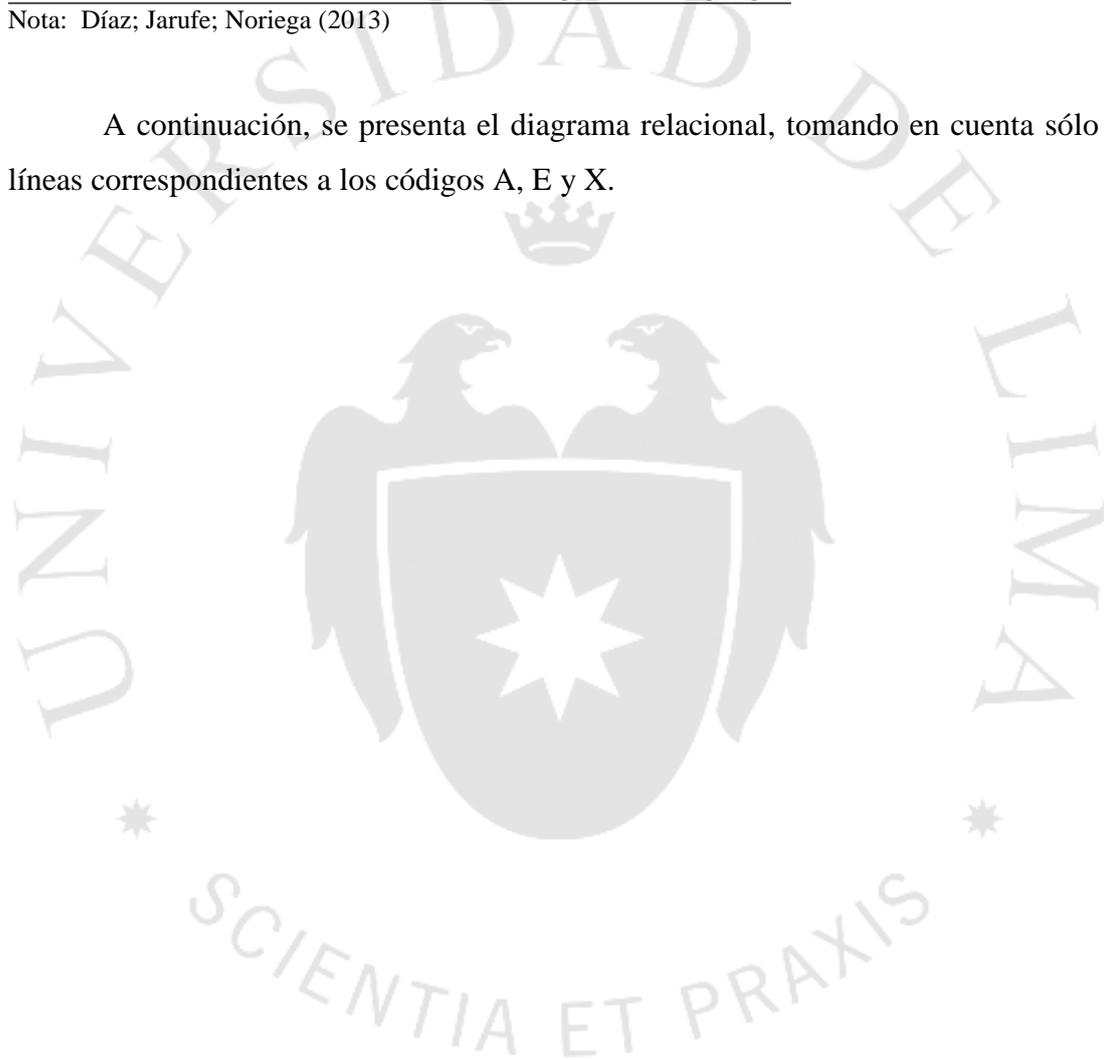
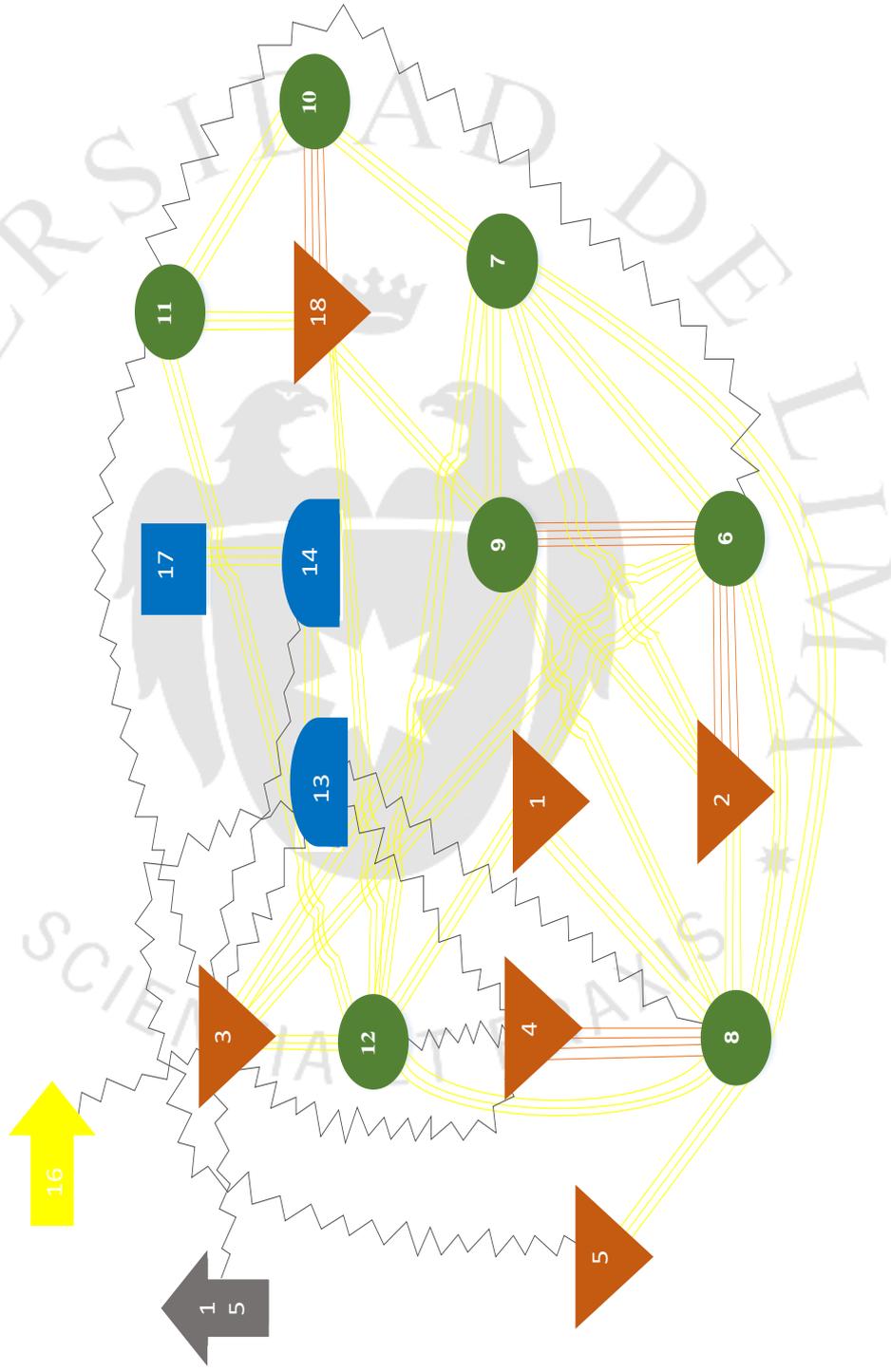


Figura 4.3.

Diagrama relacional



Conclusión: El diagrama relacional mostrado en la Figura 4.3 presenta la ubicación relativa de las áreas de trabajo de la empresa IFM.

A continuación, se presenta la disposición actual de la empresa IFM y la propuesta de la mejora mediante una disposición compacta por medio de un diagrama relacional de espacios.

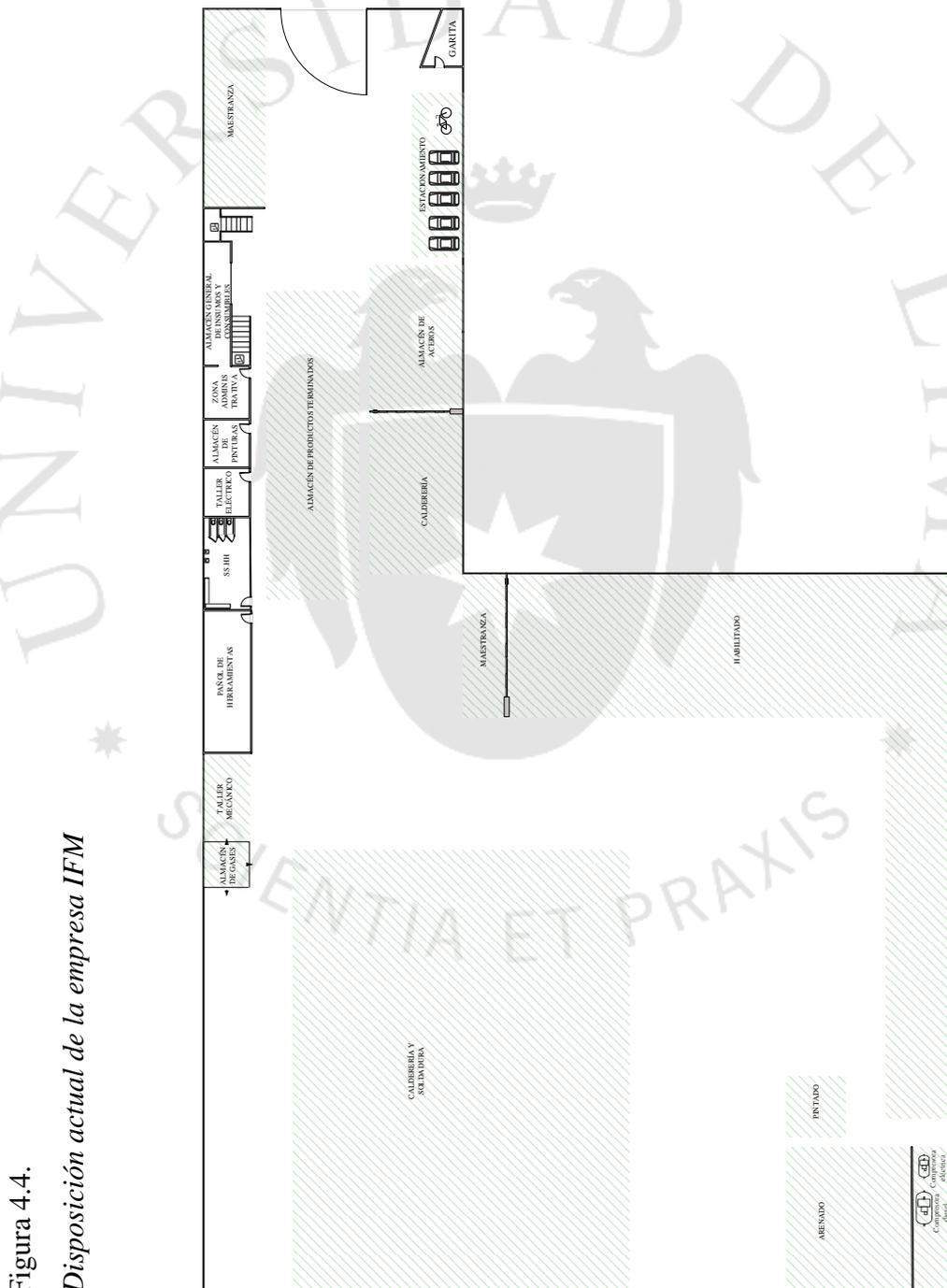


Figura 4.4.
Disposición actual de la empresa IFM

Figura 4.5.

Diagrama relacional de espacios del primer piso

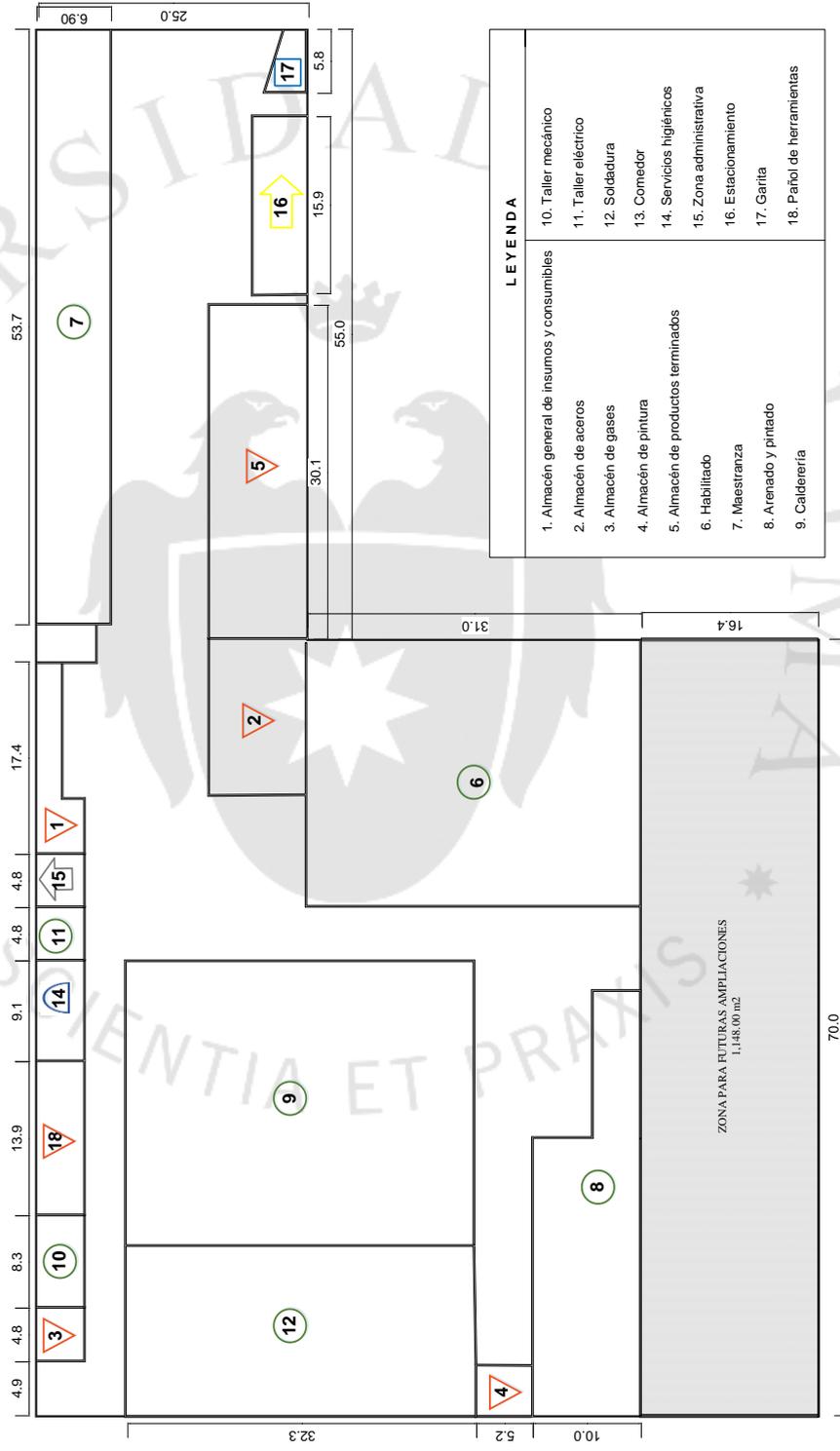
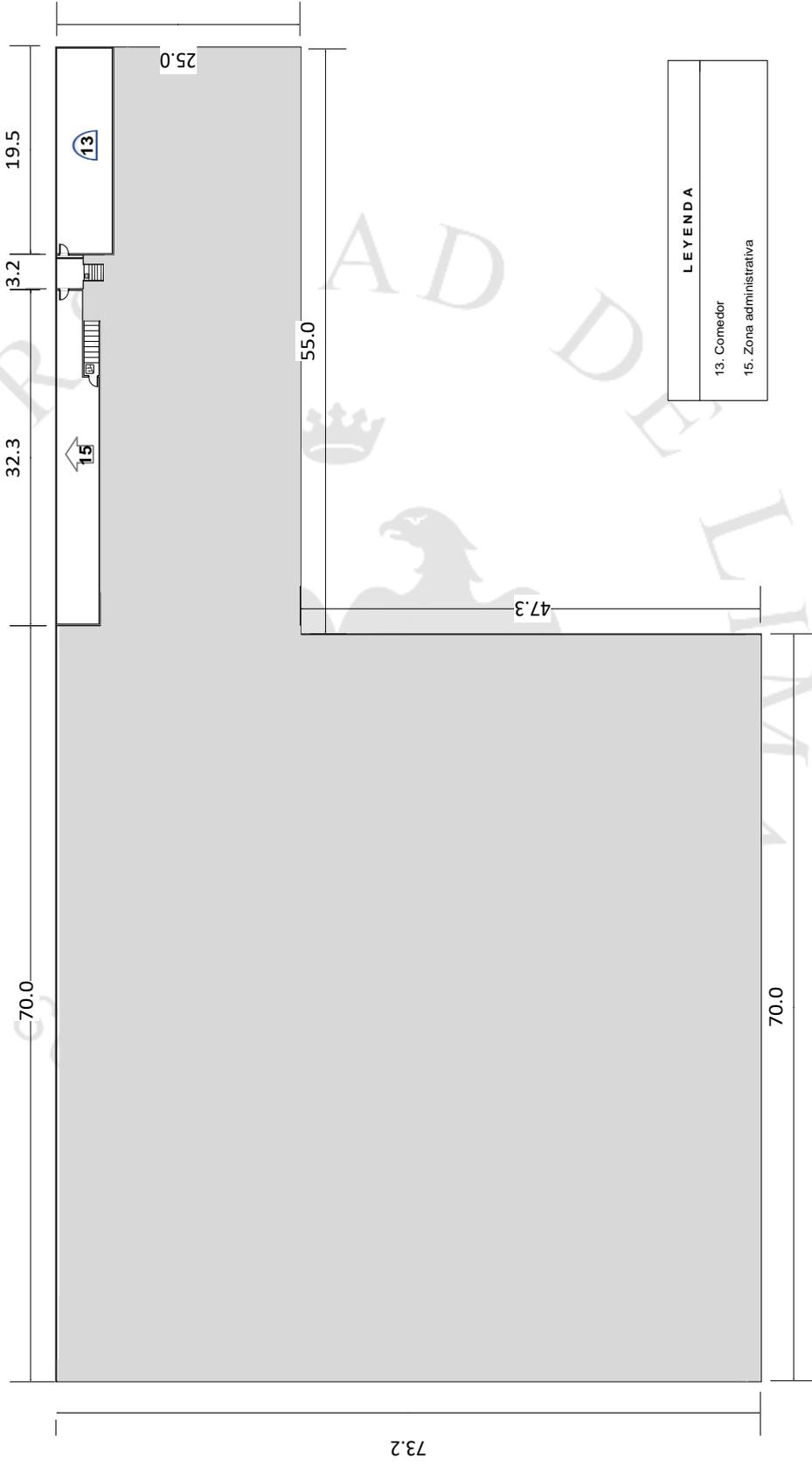


Figura 4.6.

Diagrama relacional de espacios del segundo piso



Con el método empleado, las áreas de producción se han redimensionado y reubicado, tal como se muestran en las Figuras 4.5 y 4.6.

Problema 2: Inadecuada ubicación de los equipos de producción

Solución: Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción.

Los pasos a seguir se detallan a continuación:

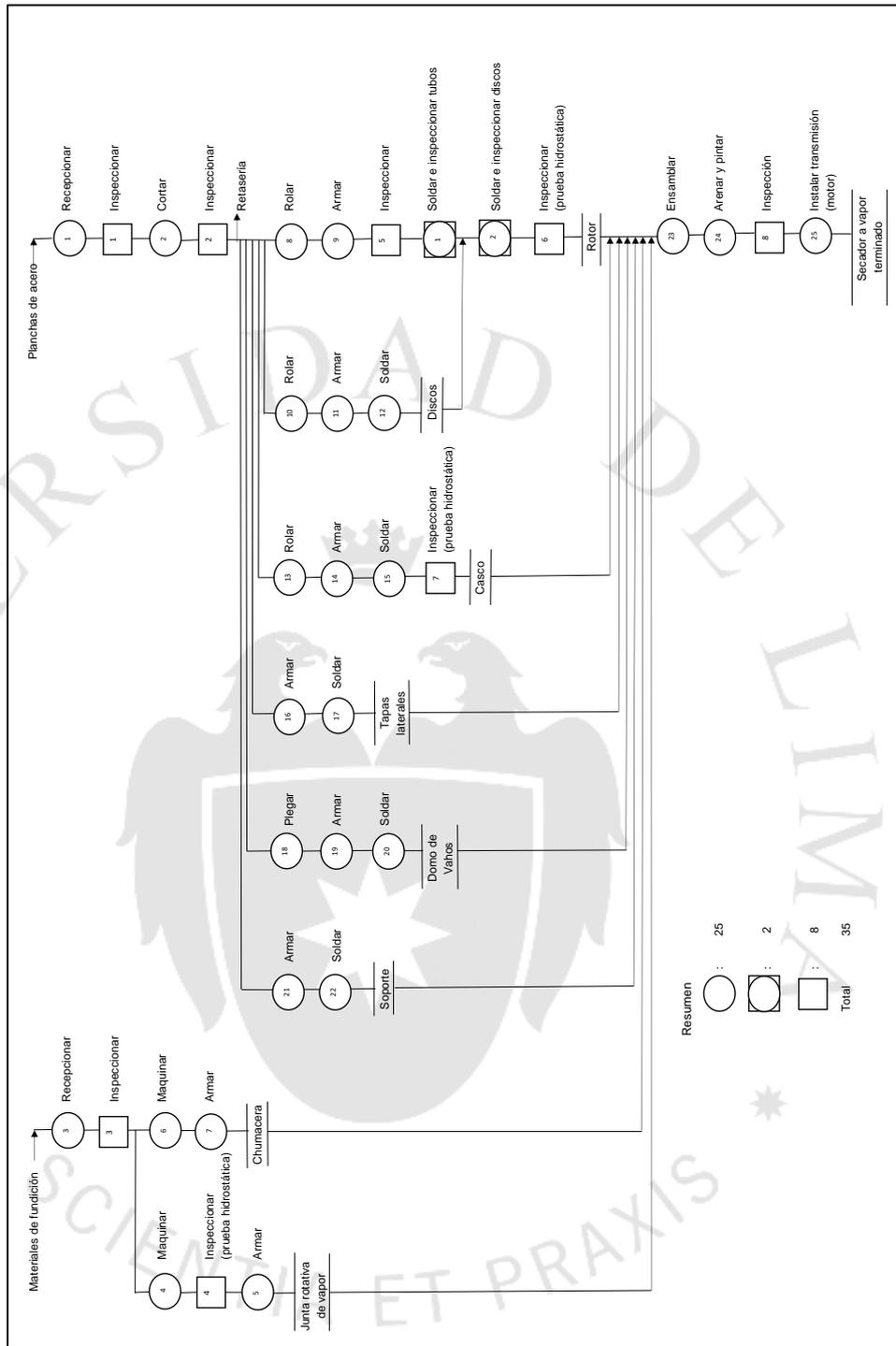
- a. Plantear la secuencia del principal proceso de producción por medio de un DOP.
- b. Identificar el recorrido de materiales por proceso.
- c. Realizar un diagrama de recorrido.
- d. Demostrar la factibilidad de la solución mediante un análisis matricial.

Tomando como referencia el proceso de la fabricación de un secador (Anexo 1), se podrá realizar la secuencia de actividades para llevar a cabo el DOP y el diagrama de recorrido.

A continuación, se presenta el DOP del principal proceso de fabricación de la Empresa IFM.

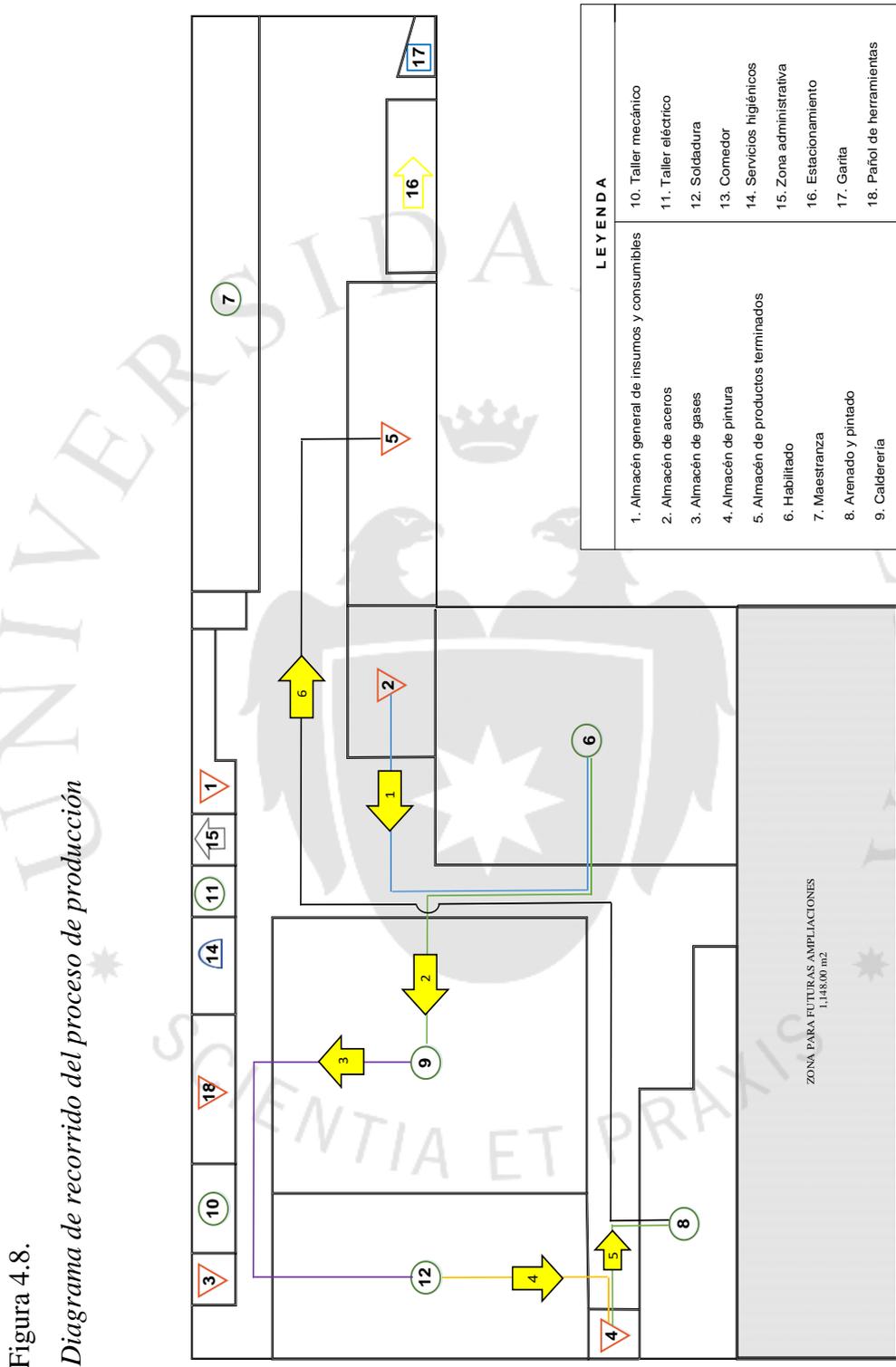
Figura 4.7.

Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de un secador.



Tomando como base la información de un diagrama de operaciones, se realizará el Diagrama de recorrido a través de un gráfico que nos muestre en qué área se realizan las actividades del proceso productivo sobre el plano de distribución de planta.

A continuación, se muestra el Diagrama de recorrido del proceso de producción de un secador.



Con el diagrama propuesto en la Figura 4.8 se demostró que realizando debidamente un diagrama de recorrido, se podrá acortar distancias y evitar la existencia de cruces e interrupciones en la fabricación del secador, el cual toma como referencia el proceso de producción principal de la empresa.

Para demostrar que esta solución es factible e incrementa la productividad, se elaborará un *análisis matricial*, el cual se muestra a continuación.

Seguidamente se indica la secuencia por áreas para la fabricación de un secador, con sus respectivos pesos en toneladas.

Tabla 4.12.

Peso en toneladas por proceso para la fabricación de un secador (situación actual)

Producto	Peso (toneladas)				
	H Habilitado	C Calderería	S Soldadura	A Arenado	P Pintado
Secador	66	60	60	65	65
% Merma	9.1%				

Figura 4.9.

Secuencia del proceso actual

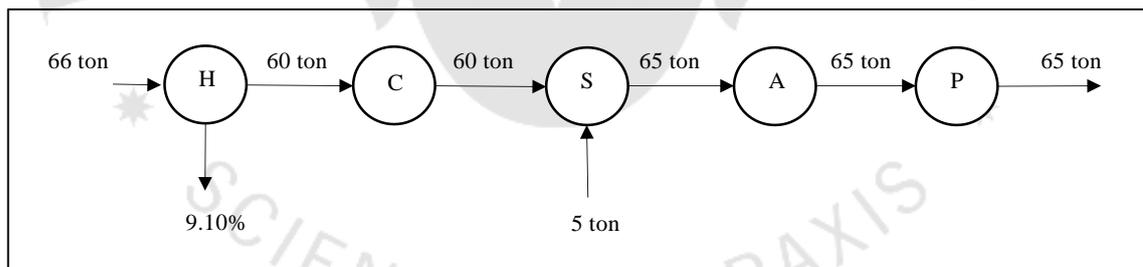


Figura 4.10.

Distancia entre procesos de la situación actual

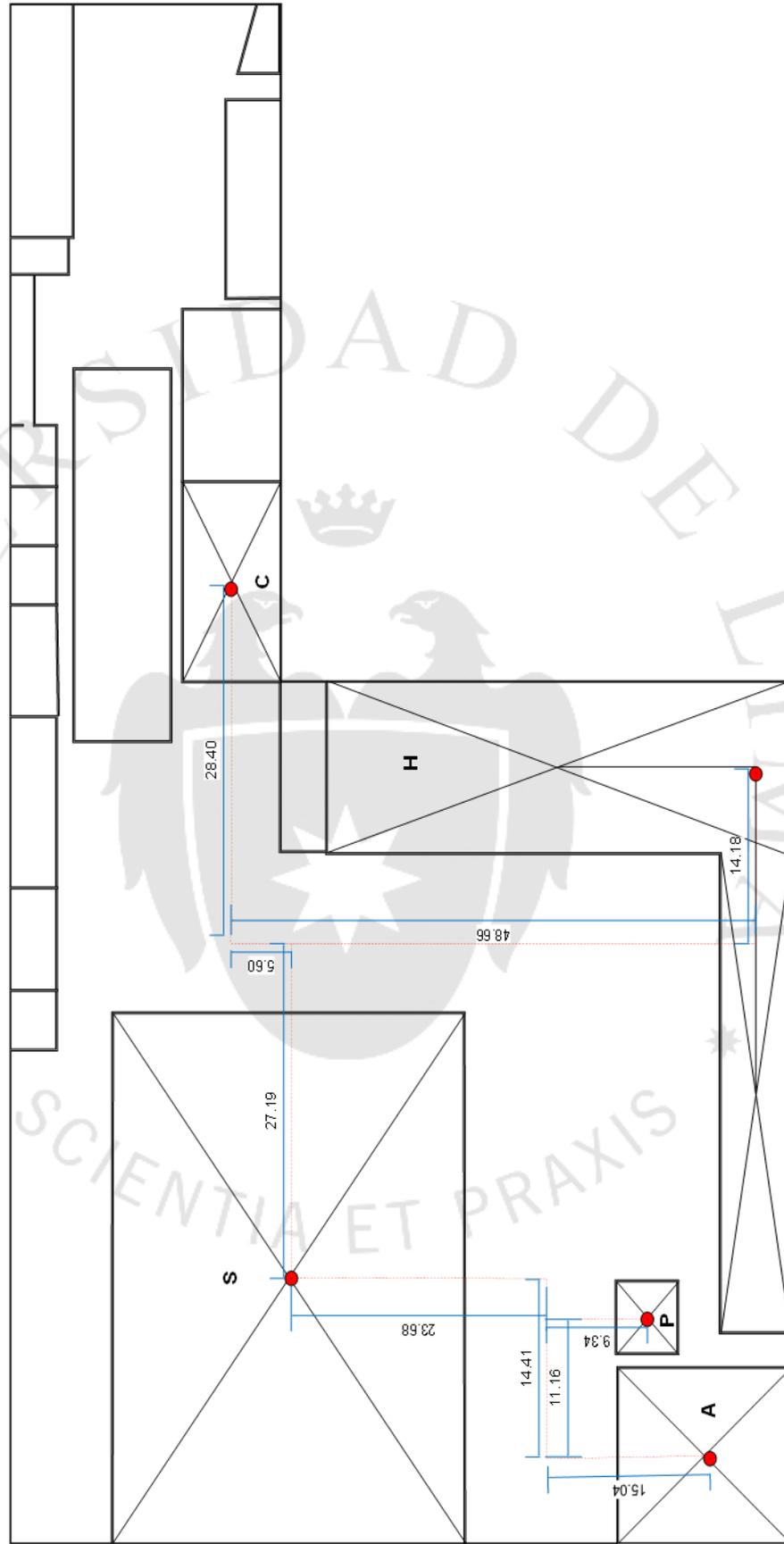


Tabla 4.13.

Matriz cantidad de la situación actual

	H	C	S	A	P
H		60			
C			60		
S				65	
A					65
P					

Tabla 4.14.

Matriz distancia de la situación actual

	H	C	S	A	P
H		91.24			
C			61.19		
S				53.13	
A					35.54
P					

Tomando como base la matriz cantidad y la matriz distancia, se obtiene la matriz esfuerzo, cuyo resultado es el producto de ambos.

Tabla 4.15.

Matriz esfuerzo de la situación actual

	H	C	S	A	P
H		5,474.40			
C			3,671.40		
S				3,453.45	
A					2,310.10
P					

Suma de esfuerzos de la situación actual 14,909.35 ton-m.

A continuación se presenta el cálculo para el esfuerzo de la *situación mejorada*, tomando como referencia la nueva distribución de planta que dieron como resultado el método Guerchet y al Diagrama relacional, mostrada en la solución del problema 1.

Tabla 4.16.

Peso en toneladas por proceso para la fabricación de un secador (situación mejorada)

Producto	Peso (toneladas)			
	H	C	S	AyP
	Habilitado	Calderería	Soldadura	Arenado y pintado
Secador	66	60	60	65
% Merma	9.1%			

Figura 4.11.

Secuencia del proceso mejorado

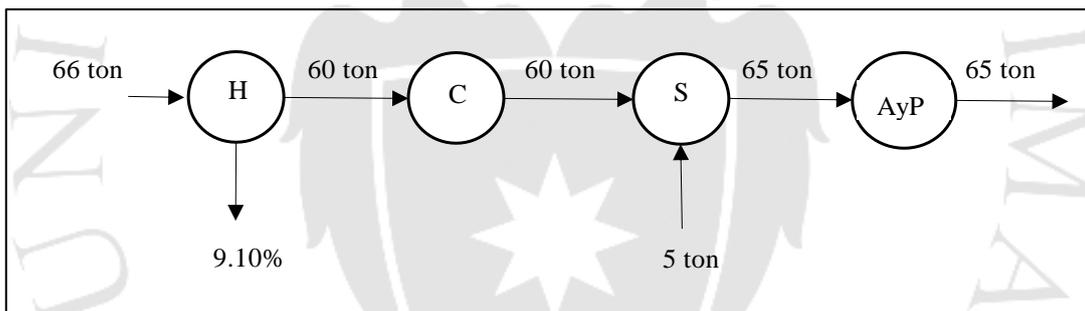


Figura 4.12.

Distancias entre procesos de la situación mejorada

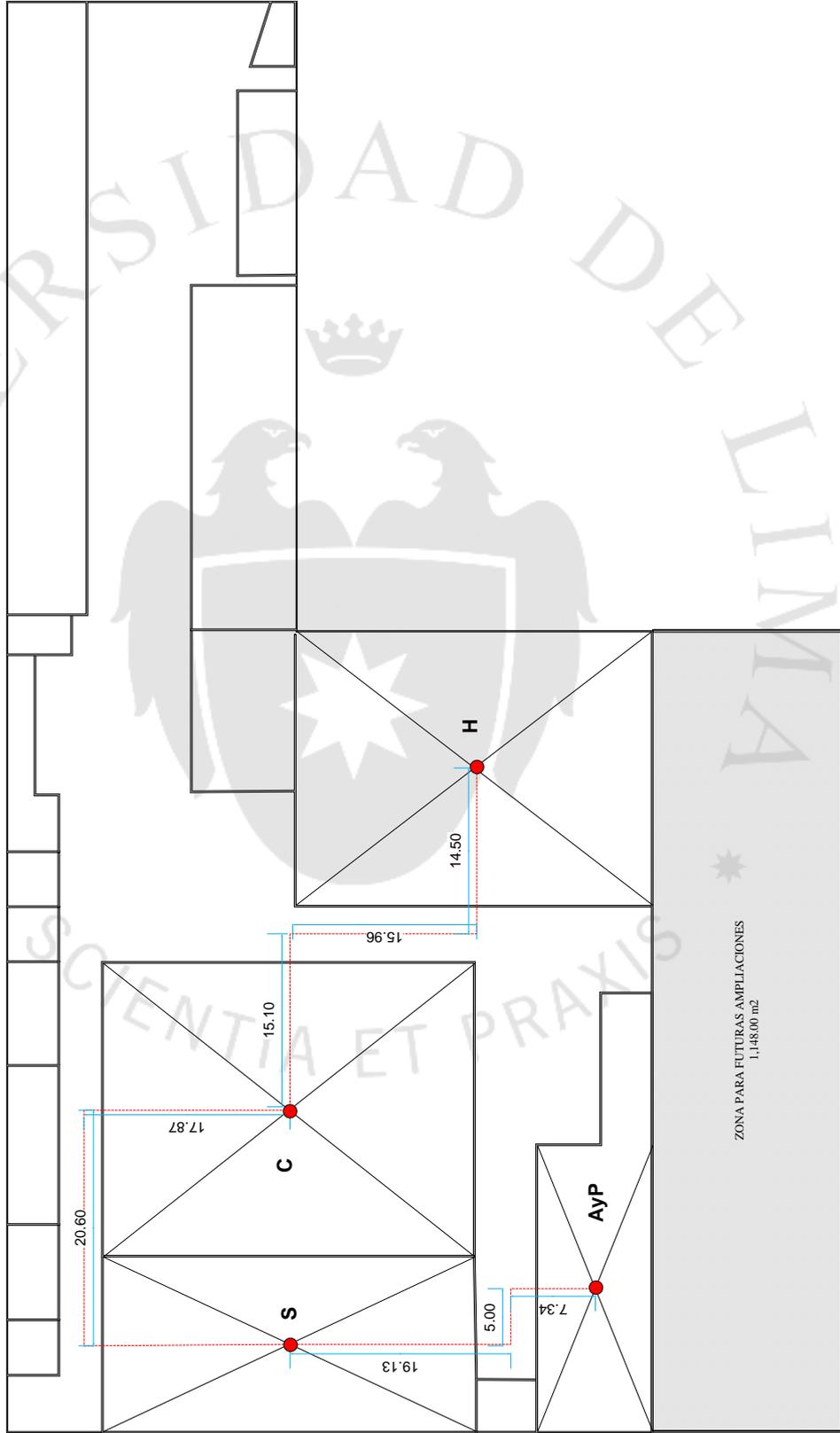


Tabla 4.17.

Matriz cantidad de la situación mejorada

	H	C	S	AyP
H		60		
C			60	
S				65
AyP				

Tabla 4.18.

Matriz distancia de la situación mejorada

	H	C	S	AyP
H		45.56		
C			56.34	
S				31.47
AyP				

Tomando como base la matriz cantidad y la matriz distancia, se obtiene la matriz esfuerzo, cuyo resultado es el producto de ambos.

Tabla 4.19.

Matriz esfuerzo de la situación mejorada

	H	C	S	AyP
H		2,733.60		
C			3,380.40	
S				2,045.55
AyP				

Suma de esfuerzos de la situación mejorada 8,159.55 ton-m.

Comparando la situación actual con la mejorada, se definirá la variación de la productividad, con cuyo resultado se demuestra la mejora de la situación con un aumento de la productividad en 82.72% tal como se muestra a continuación.

$$\Delta Pr = \frac{Esf1 - Esf2}{Esf2} \times 100$$

$$\Delta Pr = \frac{14,909.35 - 8,159.55}{8,159.55} \times 100 = 82.72 \%$$

Problema 3: Congestión y confusión en los circuitos de transporte

Solución: Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multi-recorrido.

Los pasos a seguir se detallan a continuación:

- Analizar el flujo de los medios de acarreo.
- Identificar el tipo de cada unidad móvil.
- Identificar la capacidad de carga de cada unidad móvil.
- Identificar los circuitos de movimientos.
- Diseñar una matriz multi-recorrido.

Figura 4.13.

Diagrama Multi-recorrido

Operación	Medio de acarreo			% de utilización
	Montacarga	Grúa	Camión Grúa	
a	Recepción de materia prima		1	62.5
b	Cortar	1	2	84.38
c	Rolar		3	62.5
d	Armar	2	4	84.38
e	Soldar	4	5	100
f	Maquinar	3	6	100
g	Ensamblar	5	7	100
h	Arenar y pintar		8	62.5
% de importancia o intensidad de recorrido		21.88	62.5	15.53

Con el diagrama multi-recorrido ya realizado, se pudo hallar la secuencia del procesamiento por cada medio acarreo. Estos datos se muestran en la Tabla 4.20 que se presenta a continuación.

Tabla 4.20.

Secuencia y capacidad

Medio de acarreo	Secuencia de procesamiento	Capacidad (kg)
Montacarga	b, d, f, e, g	7000
Grúa	a, b, c, d, e, f, g	20000
Camión grúa	e, g, f	5000
Total		32000

A continuación, se muestran los valores del porcentaje de importancia simple y de la utilización simple. Estos se hallaron tomando como referencia el diagrama de recorrido con su secuencia respectiva.

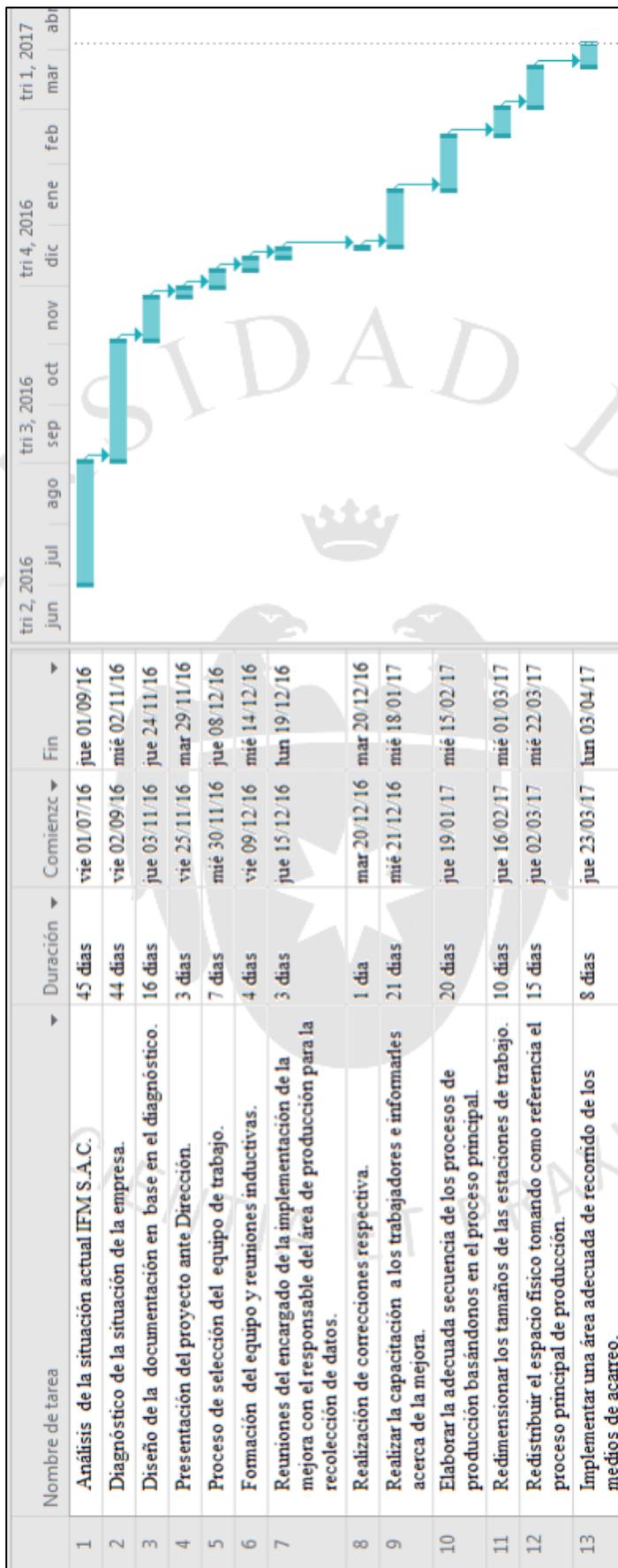
<u>% de importancia simple</u>	<u>% de utilización simple</u>
Montacarga = $\frac{7,000}{32,000} \times 100 = 21.88$	Proceso A = $(1 \times 62.50) = 62.50\%$
Grúa = $\frac{20,000}{32,000} \times 100 = 62.50$	Proceso B = $(1 \times 21.88) + (1 \times 62.5) = 84.38\%$
Camión grúa = $\frac{5,000}{32,000} \times 100 = 15.63$	Proceso C = $(1 \times 62.50) = 62.50\%$
	Proceso D = $(1 \times 21.88) + (1 \times 62.5) = 84.38\%$
	Proceso E = $(1 \times 21.88) + (1 \times 62.5) + (1 \times 15.63) = 100\%$
	Proceso F = $(1 \times 21.88) + (1 \times 62.5) + (1 \times 15.63) = 100\%$
	Proceso G = $(1 \times 21.88) + (1 \times 62.5) + (1 \times 15.63) = 100\%$
	Proceso H = $(1 \times 62.50) = 62.50\%$

Se puede concluir que la implementación del recorrido debería tomar como base el recorrido de la grúa, ya que es el que presenta mayor importancia (62.50%) y es el único medio de acarreo que no presenta retrocesos.

4.2.3. Priorización y programación de soluciones seleccionadas

Figura 4.14.

Carta Gantt de la programación de las soluciones seleccionadas



CAPÍTULO V. DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1. Ingeniería de la solución

Las herramientas de ingeniería utilizadas a lo largo del trabajo de investigación fueron las siguientes:

- **Matriz FODA:** Permite evaluar a la empresa desde un aspecto interno como externo, considerando diferentes factores clasificados como fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Una vez realizado, será la base para plantear estrategias que permitan formular las alternativas de solución y que serán la guía para la toma de decisiones en búsquedas de mejoras en los procesos.
- **Análisis factorial Klein:** Esta herramienta permite determinar la efectividad global de la empresa e identificar los procesos o áreas que presentan una efectividad menor.

La efectividad, representada por la letra E, es un valor porcentual obtenido en base a los siguientes valores:

a = muy adecuado = 1 punto

b = adecuado = ½ punto

c = poco adecuado = ¼ punto

E = efectividad del factor

n = número de elementos evaluados

- **Análisis producto-cantidad o P-Q:** Sirve de base para tomar decisiones referentes a la elección del tipo de producción y a la disposición de planta. Para ello se toma en cuenta los diferentes productos que se elaboran (P) y se les relaciona con la cantidad de producción (Q), en un periodo determinado de tiempo.
- **Gráfico P-Q:** Detecta las variedades de productos “de desplazamientos rápidos” y de “desplazamientos lentos”. Según la gráfica, los productos de la zona “M” pertenecen sólo a una o pocas familias de productos estandarizados en grandes

cantidades, en tanto que la zona “I” incluye a una variedad de familias o productos en cantidades intermedias y los que pertenecen a la zona “J” incluye a muchas familias o productos en poca cantidad.

- **Caracterización de procesos:** Consiste en la identificación de condiciones y/o elementos que hacen parte del proceso, tales como: ¿Quién lo hace?, ¿para quién o quiénes se hace?, ¿por qué se hace?, ¿cómo se hace?, ¿cuándo se hace?, ¿qué se requiere para hacerlo?
- **Ishikawa o diagrama Causa-Efecto:** Esta herramienta fue utilizada para identificar de una manera más gráfica las principales causas que estaban generando problemas de la distribución de planta
- **Ranking de factores:** Mediante el uso de esta herramienta, se jerarquizaron las principales causas raíces para cada proceso estudiado. Este resultado será de suma utilidad para proceder a desarrollar las distintas estrategias que permitirán plantear soluciones integrales dentro de IFM.
- **Diagrama de Gantt:** El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo determinado. Permite visualizar las actividades a realizar, la interdependencia entre ella y su planificación en el tiempo del proyecto.
- **Método Guerchet:** Por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Es necesario identificar el número total de equipos llamados “elementos estáticos” y el número total de operarios y el equipo de acarreo llamados “elementos móviles”. La utilización de este método de cálculo de áreas dará como resultado un valor referencial del área requerida.
- **Tabla relacional:** Es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad. Además de mostrar las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación adecuada.
- **Diagrama relacional de recorrido o actividades:** Es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos. En caso se tome como valor de proximidad la

intensidad de recorrido, el diagramado estará representando la necesidad de minimizar las distancias entre áreas de trabajo.

- **Diagrama relacional de espacios:** Se utiliza con la finalidad de visualizar gráficamente la distribución de las áreas, tomando como base su importancia de proximidad. Para ello, en el diagrama relacional de actividades se asignan las áreas correspondientes a cada actividad o sección.
- **Disposición ideal:** Representa una disposición compacta, se juntas las áreas asignadas a los departamentos, respetando las dimensiones de la propuesta inicial para cada área; asimismo se respetan las relaciones importantes.
- **Diagrama multi-recorrido:** Este diagrama representa la secuencia de actividades de varios medios de acarreo que se utilizan en una planta. La revisión del diagrama nos permite visualizar los posibles retrocesos en el transporte físico de materiales durante su elaboración.
- **Matriz de Leopold:** Es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto.

5.2. Planificación de la implementación de la solución

5.2.1. Determinación de objetivos y metas

Objetivos:

- Lograr el máximo rendimiento en las diferentes etapas de los procesos.
- Plantear mejoras para reducir el tiempo de producción y los costos de fabricación y así lograr incrementar la productividad.
- Evaluar las operaciones que se realizan en la empresa, mediante un DOP, para reconocer la secuencia del proceso y poder plasmarlo en la nueva propuesta de los planos.
- Mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores de la empresa mediante un área de producción más ordenada y segura.

Metas:

- Se espera aumentar un 40% en la capacidad de producción anual y así poder fabricar 7 secadores al año y ya no 5 como el año anterior.
- Se espera alcanzar un 100% en nivel de servicio, lo cual significa entregar todos los secadores a tiempo y sin retrasos.
- Se espera incrementar en un 40% la variación de ventas anual, es decir poder fabricar y vender 7 secadores por año.

5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Tabla 5.1.

Presupuesto de bienes y servicios

Área	Ítem	Problema	Solución	Requerimiento	Tiempo de implementación	Inversión
	1	Mala ubicación de las áreas	Redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.	Contratista a todo costo	10 días	S/. 56,000.00
Producción	2	Inadecuada ubicación de los equipos de producción	Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción.	Contratista a todo costo	40 días	S/. 54,500.00
	3	Congestión y confusión en los circuitos de transporte	Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multirecorrido.	Contratista a todo costo	10 días	S/. 53,000.00
						S/. 163,500.00

5.2.3. Cronograma de implementación de la solución

Tabla 5.2.

Carta Gantt de la programación de la implementación de la solución.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	ene	feb	mar	abr
1	Redimensionar los tamaños de las áreas y hacer una redistribución las estaciones de trabajo	10 días	vie 02/02/18	jue 15/02/18				
2	Señalización y zonificación de la nueva ubicación de las áreas de trabajo	10 días	vie 02/02/18	jue 15/02/18				
3	Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción	40 días	vie 16/02/18	jue 12/04/18				
4	Señalización y zonificación de cada área de trabajo	20 días	vie 16/02/18	jue 15/03/18				
5	Construcción y mantenimiento de techos a base calamina con estructura de acero para cada área de trabajo redimensionada	20 días	vie 16/03/18	jue 12/04/18				
6	Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multirecorrido	10 días	vie 13/04/18	jue 26/04/18				
7	Señalización del nuevo recorrido tomando como base el recorrido de la grúa	10 días	vie 13/04/18	jue 26/04/18				

Cabe recalcar que para la implementación de la solución no es necesario el alquiler de un taller temporal ya que el área de producción cuenta con 5000 metros cuadrados, espacio suficiente para realizar la mejora sin detener la producción en la misma planta.

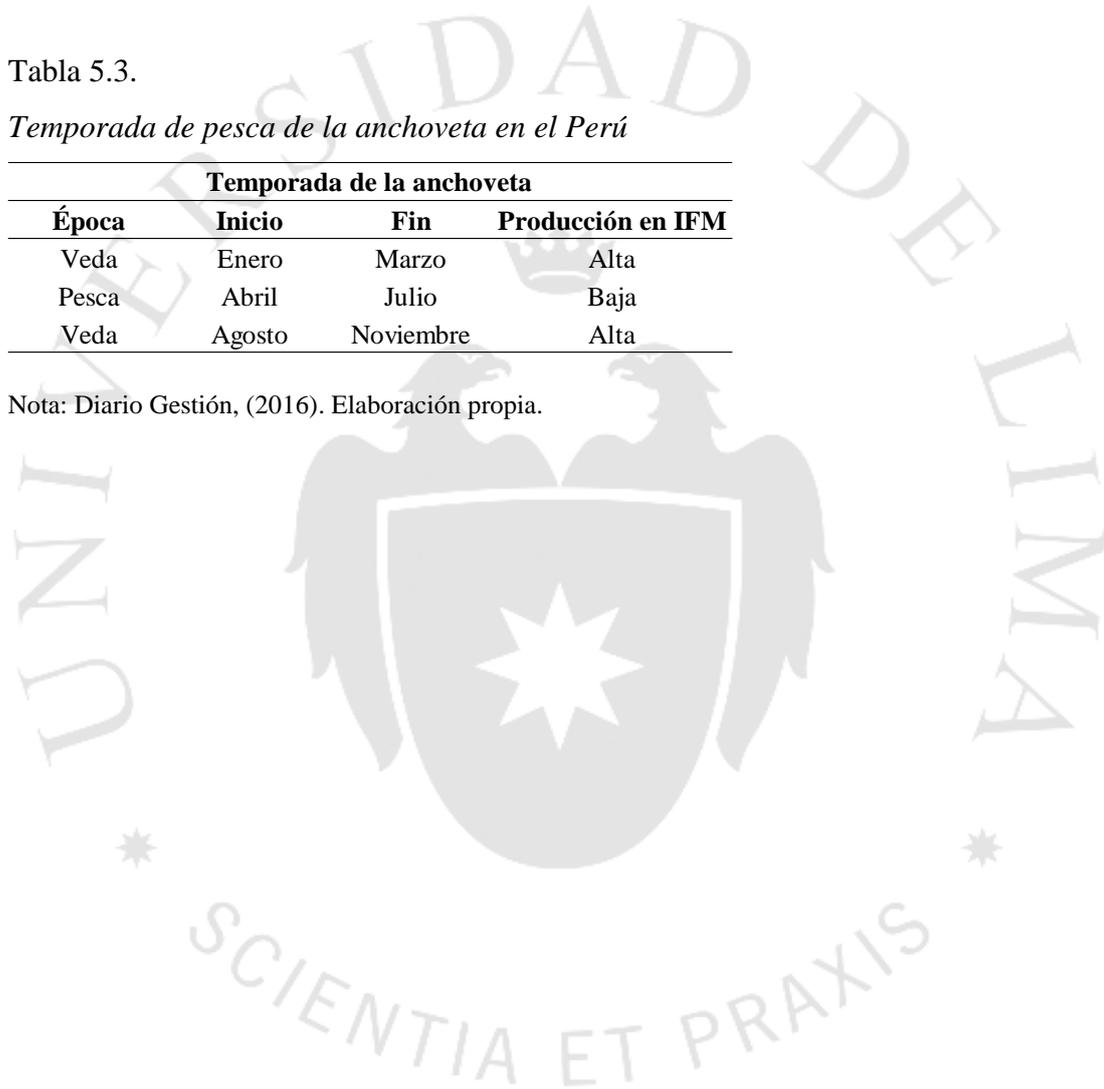
Estas mejoras se pueden realizar en temporada de pesca de anchoveta que para la empresa IFM representa época de baja producción. La temporada de pesca de la anchoveta es de abril a julio y se detalla a continuación en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3.

Temporada de pesca de la anchoveta en el Perú

Temporada de la anchoveta			
Época	Inicio	Fin	Producción en IFM
Veda	Enero	Marzo	Alta
Pesca	Abril	Julio	Baja
Veda	Agosto	Noviembre	Alta

Nota: Diario Gestión, (2016). Elaboración propia.



CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS ESPERADOS

6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución

Con el fin de cuantificar el impacto que podría originar la propuesta seleccionada, el trabajo presenta dos escenarios: el plano actual y el plano propuesto de la mejora, este último es el resultado del estudio y se ha obtenido tomando como base las herramientas necesarias de ingeniería y de disposición de planta y que llevada a cabo se lograrán cumplir de manera más efectiva los objetivos.

El plano actual de la empresa IFM S.A.C se planteó y llevó a cabo hace muchos años, tomando en cuenta una simple cercanía y conveniencia entre las áreas del proceso, pero sin los estudios previos que a estas alturas se requieren para hacer funcionar debidamente una empresa.

Es por ello que al ser llevado a cabo las soluciones propuestas que se presentan en el trabajo de investigación y tomando en cuenta el plano propuesto, se podrá lograr un incremento de la productividad por medio de una reducción de distancias entre procesos y del esfuerzo.

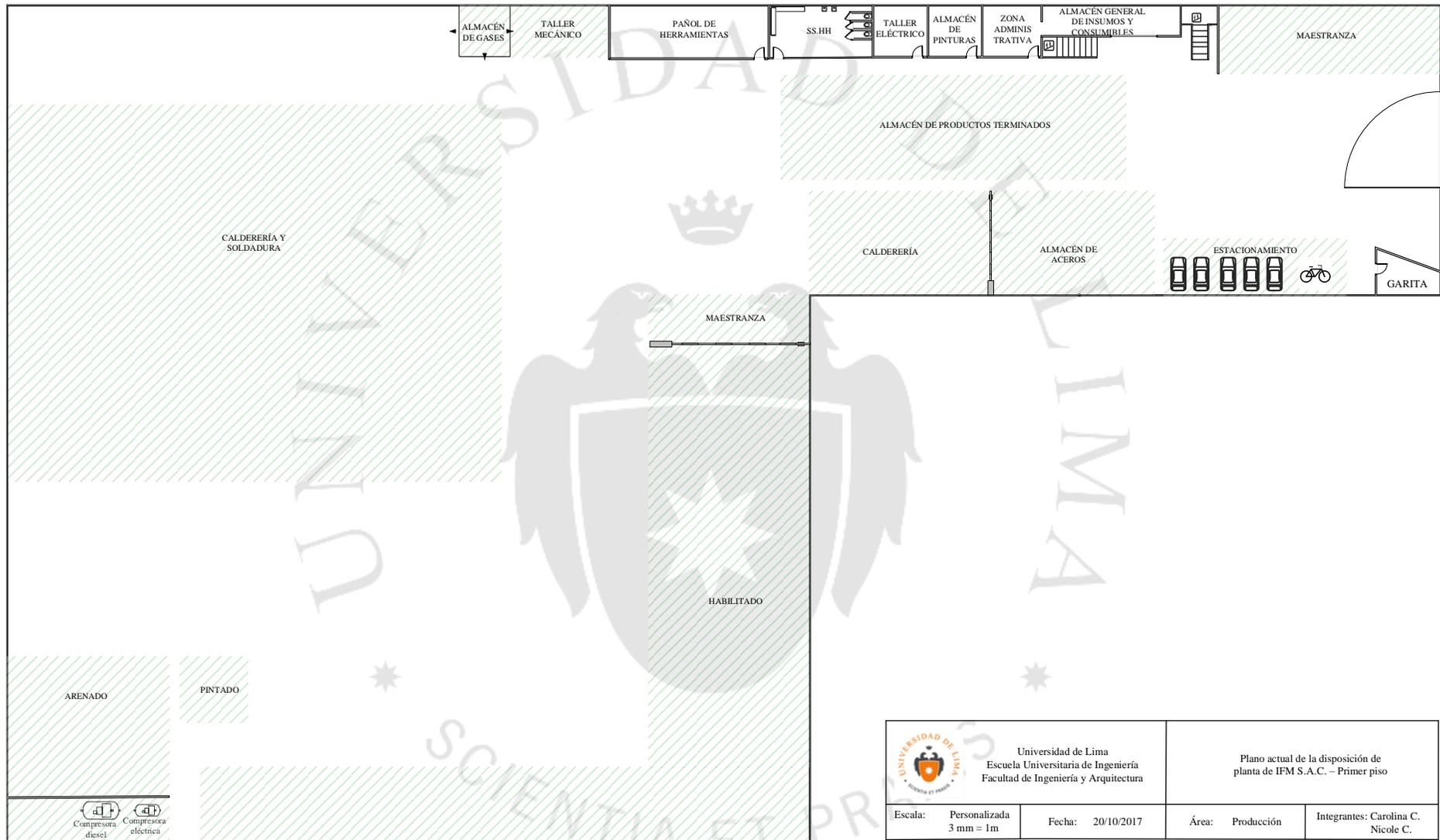
Ambos escenarios se presentan a continuación en las Figuras 6.1 y 6.2.

Figura 6.1.

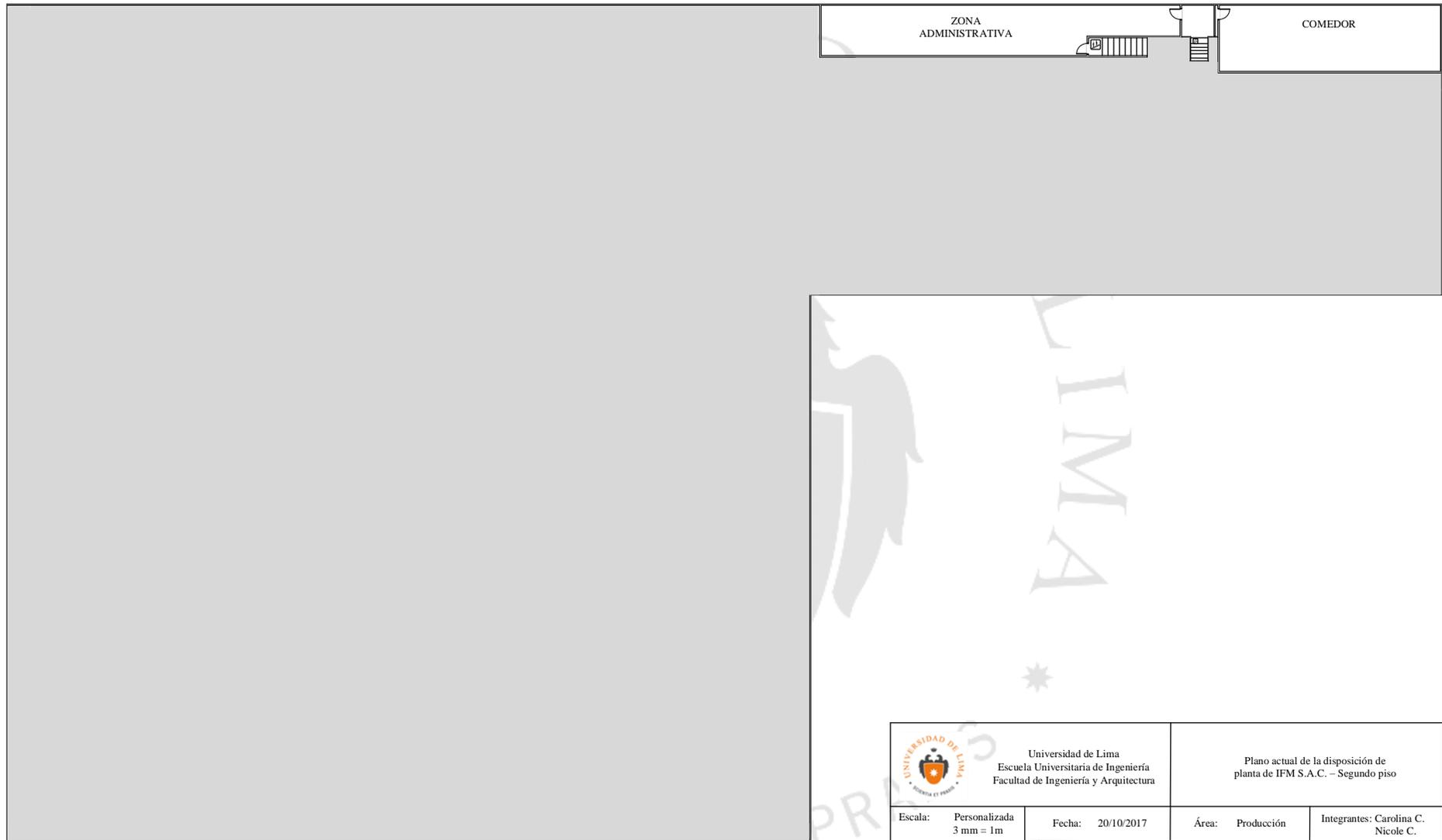
Plano actual de la empresa IFM – Primer y segundo piso

Figura 6.2.

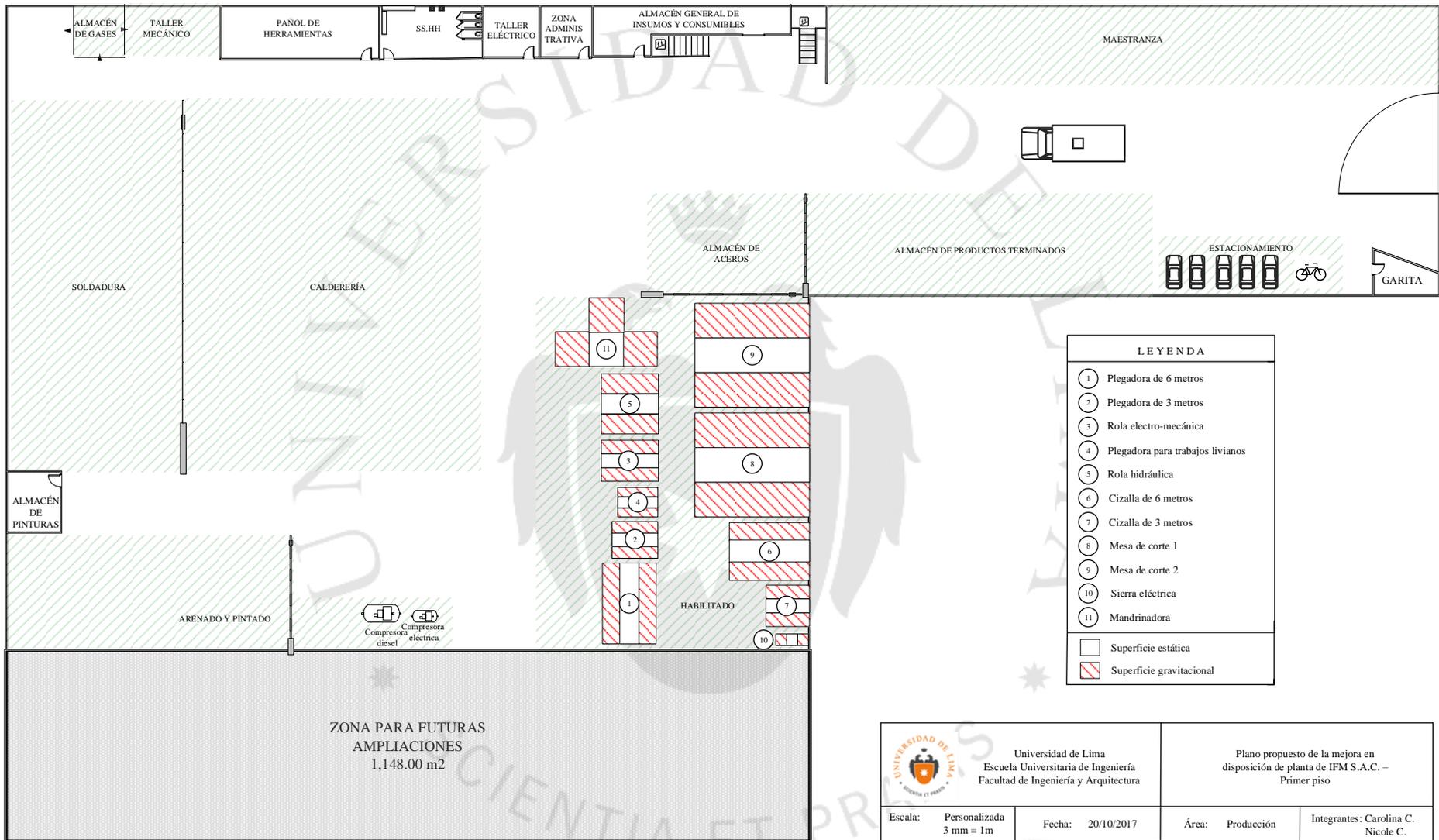
Plano propuesto de la empresa IFM – Primer y segundo piso

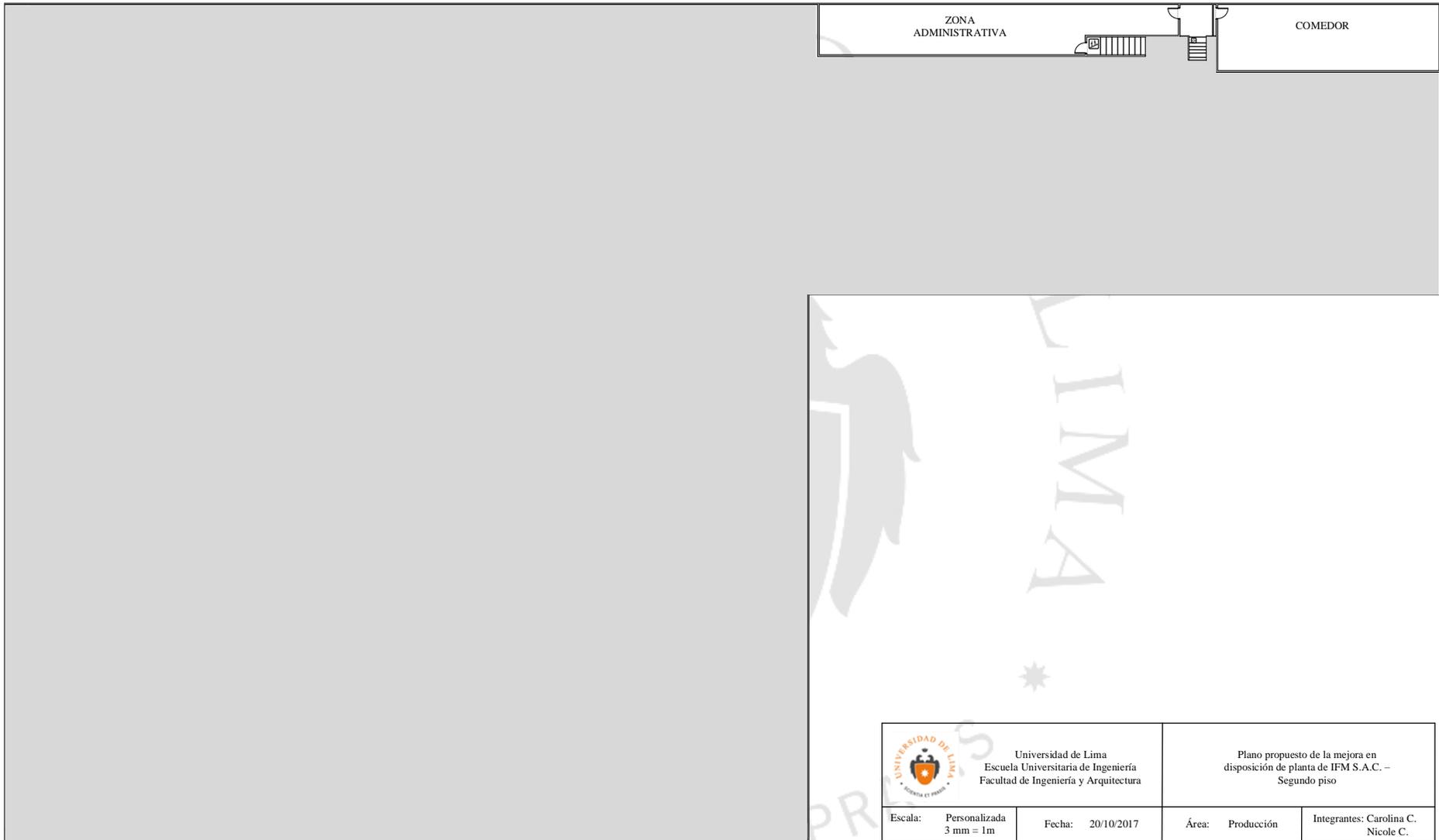


 Universidad de Lima Escuela Universitaria de Ingeniería Facultad de Ingeniería y Arquitectura		Plano actual de la disposición de planta de IFM S.A.C. – Primer piso	
Escala: Personalizada 3 mm = 1m	Fecha: 20/10/2017	Área: Producción	Integrantes: Carolina C. Nicole C.



		Universidad de Lima Escuela Universitaria de Ingeniería Facultad de Ingeniería y Arquitectura		Plano actual de la disposición de planta de IFM S.A.C. – Segundo piso	
Escala: Personalizada 3 mm = 1m	Fecha: 20/10/2017	Área: Producción	Integrantes: Carolina C. Nicole C.		





		Universidad de Lima Escuela Universitaria de Ingeniería Facultad de Ingeniería y Arquitectura		Plano propuesto de la mejora en disposición de planta de IFM S.A.C. – Segundo piso	
Escala: Personalizada 3 mm = 1m	Fecha: 20/10/2017	Área: Producción	Integrantes: Carolina C. Nicole C.		

6.2. Evaluación económica financiera de la solución

Los supuestos para la formulación de los presupuestos y su proyección se presentan a continuación:

6.2.1. Horizonte temporal de análisis, la moneda y la vida útil

- **Horizonte temporal de análisis**

El horizonte de evaluación será de 4 años, tiempo suficiente para poder evaluar la viabilidad económica del proyecto.

- **Moneda**

La moneda que se utilizará para evaluar y valorizar el proyecto de inversión será la moneda local en el Perú que es el nuevo sol, ya que el producto de la empresa está dirigido básicamente al mercado nacional en el corto plazo. Algunos insumos e inversiones del proyecto estarán en Dólares Americanos, pero se convertirán a moneda local con el tipo de cambio proyectado.

- **Vida útil**

La vida útil de los activos a aplicar será la que utiliza la SUNAT, para las obras físicas y los gastos pre-operativos (licencias, trámites) con una tasa de amortización de 3% anual que es lo que se emplea para instalaciones.

6.2.2. Compras

A continuación, se presentan los costos adicionales por fabricar dos secadores más por año, es decir, si se fabricaban 5 secadores anualmente, con la mejora se podrán fabricar 7 secadores.

Se ha proyectado todo al tipo de cambio ya que el costo por secador está calculado en dólares debido a que muchos de los materiales son comprados en esa moneda, por ejemplo, el acero.

Tabla 6.1.

Presupuesto de compras anual (soles)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Incremento Producción de secadores		2	2	2	2
Costo de Producción unitario de secador (Dólares)	119 689	119 689	119 689	119 689	119 689
Tipo de Cambio		3,27	3,43	3,50	3,50
Compras (Soles)		782 766	821 904	838 342	838 342

6.2.3. Presupuestos de gastos operativos

Se ha calculado el ahorro que la empresa va a tener por medio de la mejora en consumo de energía eléctrica y en los accidentes producidos por la mala disposición de planta. A continuación, se presentan estos cálculos.

Tabla 6.2.

Ahorro en energía eléctrica y accidentes

Actual		Propuesta			
Mes:	4,300.00	Mes:	3,762.50	Ahorro Anual 6,450.00	
Costo de accidentes					
Actual (último año)			Propuesta		
Tipo de accidente	Cantidad	Soles	Tipo de accidente	Cantidad	Soles
Accidentes leves por año	12	1,200.00	Accidentes leves por año	7	700.00
Accidentes medios por año	21	7,350.00	Accidentes medios por año	12	4,200.00
Accidentes grave por año	4	8,000.00	Accidentes grave por año	2	4,000.00
Total accidentes anual	30	16,550.00	Total accidentes anual	21	8,900.00
					Ahorro anual 7,650.00
Total ahorro Gastos Oper 14,100.00					

6.2.4. Inversión fija

Se calcula la inversión que se necesitará para llevar a cabo la mejora. El cálculo se muestra en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3.

Inversión fija

Área	Ítem	Problema	Solución	Requerimiento	Tiempo de implementación	Inversión
	1	Mala ubicación de las áreas	Redimensionar los tamaños de las estaciones de trabajo tomando como base el método Guerchet y hacer una redistribución de la planta utilizando el diagrama relacional.	Contratista a todo costo	10 días	S/. 56,000.00
Producción	2	Inadecuada ubicación de los equipos de producción	Redistribuir el espacio físico en referencia al proceso principal de producción.	Contratista a todo costo	40 días	S/. 54,500.00
	3	Congestión y confusión en los circuitos de transporte	Implementar un recorrido para los medios de acarreo mediante un diagrama multirecorrido.	Contratista a todo costo	10 días	S/. 53,000.00
						S/. 163,500.00

Tabla 6.4.

Presupuesto de inversiones

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVOS TANGIBLES	-	-	-	-	-
Total de Activos Fijos	-	-	-	-	-
INTANGIBLES	-	-	-	-	-
Gastos Preoperativos	-	-	-	-	-
Total intangibles	-	-	-	-	-
CAPITAL DE TRABAJO	163,500	-	-	-	-
Inversión Total	163,500	-	-	-	-

6.2.5. Estados financieros proyectados

Tabla 6.5.

Estado de Pérdidas y Ganancias

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas	978,458	1,027,380	1,047,928	1,047,928
Costo de Ventas	782,766	821,904	838,342	838,342
Utilidad Bruta (25%)	195,692	205,476	209,586	209,586
Depreciación	-4,905	-4,905	-4,905	-4,905
Gastos Operativos	14,100	14,100	14,100	14,100
Utilidad Operativa	204,887	214,671	218,781	218,781
Gastos Financieros	15,066	20,822	0	0
Utilidad antes de Impuestos	189,820	193,849	218,781	218,781
Impuesto a la renta	53,150	54,278	61,259	61,259
Utilidad Neta	136,671	139,571	157,522	157,522
Margen Bruto	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
Margen Operativo	20.94%	20.89%	20.88%	20.88%
Margen neto	13.97%	13.59%	15.03%	15.03%

6.2.6. Identificación y evaluación de alternativas de financiamiento (flujo de financiamiento neto)

Para evaluar las alternativas de financiamiento, primero se determinó que el proyecto será financiado en un 50% sobre el total de la inversión. Luego se hizo el cálculo del costo efectivo de la deuda según las alternativas que ofrecían algunos de los Bancos más importantes, para determinar la entidad financiera que ofreciera las mejores condiciones de crédito, y evaluando las variables más convenientes, se eligió financiarse con el banco BCP, pues tiene la menor tasa de costo efectivo anual. A continuación, se muestran los cálculos realizados.

Tabla 6.6.

Financiamiento

Inversión	100,00%	163 500
Deuda	50,00%	81 750
Capital Propio	50,00%	81 750

Tabla 6.7.

Préstamos ofrecidos por los principales Bancos de Lima

Tipo de Crédito	BCP	Interbank	Continental
	Crédito para medianas empresas	Crédito para medianas empresas	Crédito para medianas empresas
Monto Mínimo (Soles)	25,000	20,000	18,000
Plazo Máximo para empresas nuevas	2 años	2 años	2 años
Tasa de interés	25.00%	26.00%	26.00%
Periodicidad de Cuotas	Mensuales	Mensuales	Mensuales
Comisión por Portes y otros	S/. 15.00	S/. -	S/. 10.00

Tabla 6.8.

Cálculo del Costo Efectivo para la determinación del Préstamo Bancario a seleccionar

	BCP	Interbank	Continental
Cálculo del Costo efectivo			
Monto	81,750	81,750	81,750
Número de cuotas	24	24	24
TEM	1.8769%	1.9446%	1.9446%
Cuota	S/. 4,262.19	S/. 4,295.13	S/. 4,295.13
Cuota total	S/. 4,277.19	S/. 4,295.13	S/. 4,305.13
Costo Efectivo mensual	1.9078%	1.9446%	1.9651%
Costo Efectivo anual	25.45%	26.00%	26.30%

Tabla 6.9.

Préstamo de BCP

Monto Financiado	81,750
Interés Anual	25.45%
Interés Mensual	1.908%
Cuota Mensual	4,277

Tabla 6.10.

Cronograma anual

	0	1	2	Total
Prestamo	81,750			
Amortizacion		36,260	45,490	81,750
Interes		15,066	20,822	35,889
Cuota		51,326	51,326	102,652
Saldo		45,490	0	

6.3. Análisis del costo de oportunidad de capital o tasa de descuento pertinente

De acuerdo al esquema adoptado por el giro del negocio de la empresa IFM S.A.C y la necesidad de un financiamiento para el desarrollo del proyecto de inversión en un plazo inicial de 4 años, se usará como base el modelo CAPM ajustado a países emergentes que permite determinar la tasa de descuento apropiada.

El CAPM (Modelo de valoración de activos financieros) es un modelo que permite calcular el precio de un activo y un pasivo o una cartera de inversiones.

La tasa libre de riesgo se evaluará mediante los rendimientos de los bonos soberanos de los Estados Unidos que es un indicador que se viene utilizando como referencia para esta tasa debido a su precisión y exactitud. Es así que en este caso se empleará la tasa del 2.39%, la cual fue la tasa promedio de los Bonos del Tesoro Americano a 10 años.

En cuanto a la prima de riesgo se usará como base el informe publicado por el Profesor Answarth Damodaran, tomándose como referencia la evolución del SP 500, durante los años indicados, siendo el promedio del período 5.69%.

Como la inversión es realizada en Perú, se le agregará el Country Risk Premium publicado por el Profesor Damodaran, en este caso esa prima es de 1.71%

Del ICESI se ha obtenido beta del sector actualizado a Diciembre del 2016, y al no haber un sector de metalmecánica, se usará el del sector de Ingeniería y construcción que es el que más se ajusta a las características de la empresa. En este caso el valor es de 0.45 y se apalancará con la estructura de financiamiento y los impuestos de la empresa, lo que da un resultado de 1.17. Al aplicar la fórmula del modelo CAPM ajustado a los países emergentes, arroja un costo de oportunidad del capital propio (COK) de 10.757%.

A continuación, se muestran los cálculos y las fuentes de donde se ha extraído los datos, así como la fórmula utilizada.

Tabla 6.11.

Costo de oportunidad COK

Tasa libre de riesgo	2,39%	rf	https://www.bloomberg.com/quote/USGG10YR:IND
Prima de riesgo (Mercado maduro)	5,69%	rm-rf	www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/ctryprem.xls
Beta sectorial (bo)	0,45		<u>ICESI</u>
Beta apalancado	1,17	beta	Elaboración propia
Riesgo País	1,71%	riesgo país	www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/ctryprem.xls
Costo de Oportunidad (Cok) 10.757%		$rf + (rm-rf) * beta + \text{Riesgo país}$	

Este dato se utilizará para la evaluación financiera.

Para realizar la *evaluación económica* se empleará como tasa de descuento el WACC o Costo promedio ponderado de Capital, donde se debe considerar los costos ponderados del financiamiento bancario o la deuda (25.45%) y el costo del capital Propio (cok) 10.757%. Para ello se debe tener en cuenta que el financiamiento bancario tiene un escudo fiscal que hace que su costo sea más barato. El cálculo del Wacc se muestra en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12.

Cálculo del Costo de Capital o WACC

	Estructura	Costo	Impuestos	Ponderado
Deuda	50.00%	25.45%	28%	9.164%
Capital	50.00%	10.757%		5.379%
WACC				14.54%

6.3.1. Flujo de caja proyectado y análisis de rentabilidad

Flujo de caja para el análisis de la inversión (flujo de caja libre) y flujo de caja financiero (separando las decisiones de inversión y de financiamiento).

Para evaluar la decisión de inversión se usará el Flujo de Caja Libre, descontando el flujo con la tasa de descuento apropiado, en este caso el Wacc. Se considerará el

proyecto financiado al 100% con capital propio. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 6.13.

Flujo de Caja Proyectado

Descripción	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Incremento de Ventas		978,458	1,027,380	1,047,928	1,047,928
Ahorro de Gastos Operativos		14,100	14,100	14,100	14,100
Total Ingresos		992,558	1,041,480	1,062,028	1,062,028
Egresos					
Pago de compras		782,766	821,904	838,342	838,342
Pago de Imp renta		53,150	54,278	61,259	61,259
Total Egresos		835,916	876,182	899,601	899,601
Flujo Operativo (FEN)		156,642	165,298	162,427	162,427
- Activo fijo		-	-	-	-
- Intangibles		-	-	-	-
- Capital de trabajo	(163,500)	-	-	-	-
Flujo de Inversiones	(163,500)	-	-	-	-
Flujo de caja económico o flujo de caja libre (FCL)	(163,500)	156,642	165,298	162,427	162,427

Flujo de financiamiento	Flujo de financia	Flujo de finan	Flujo de finan	Flujo de finan	Flujo de finan
- Ingresos por préstamo	81,750				
- Amortización		(36,260)	(45,490)	-	-
- Interés		(15,066)	(20,822)	-	-
+ Escudo tributario por intereses		4,520	6,247	-	-
Total flujo de financiamiento (FFN)	81,750	(46,806)	(60,066)	-	-
Flujo financiero o de accionistas (FCF)	(81,750)	109,835	105,233	162,427	162,427

Según la evaluación, es necesario llevar la inversión adelante ya que los indicadores de rentabilidad son ampliamente favorables.

6.3.2. Análisis de la rentabilidad de la inversión, costo del financiamiento y de la rentabilidad de los accionistas: curso de acción a tomar

En este caso se evalúa si es conveniente o no el financiamiento del proyecto. Para ello se debe construir el flujo de Caja financiero o de los accionistas para ver si es conveniente la financiación del proyecto. Para hallar el VANF y la TIRF se empleará como tasa de descuento el COK.

Luego de evaluar los flujos del accionista se observa que tanto el VANF como la TIRF son mayores a los hallados, por lo que el curso de acción a seguir será el de financiar el proyecto con la estructura propuesta y los costos de financiamiento obtenido.

- **Valor actual neto (VAN)**

El Valor Actual Neto (VAN) es una herramienta de análisis que permite calcular la rentabilidad obtenida del proyecto. Se busca obtener un VAN mayor a cero, lo cual indica que el inversionista está ganando más de lo esperado. Para este caso, contamos con dos tipos de VAN, el primero es descontado a la tasa si todo el capital fuera del accionista y el segundo con la tasa de descuento financiera.

Tabla 6.14.

Evaluación económica

	0	1	2	3	4
Flujo de caja económico o flujo de caja libre (FCL)	-163,500	156,642	165,298	162,427	162,427
WACC		14.54%			
VANE		301,689.88			
TIRE		90.57%			

Tabla 6.15.

Evaluación Financiera

	0	1	2	3	4
Flujo financiero o de accionistas (FCF)	-81,750	109,835	105,233	162,427	162,427
COK		10.76%			
VANF		330,687.89			
TIRF		138.15%			

6.4. Análisis del impacto social y ambiental de la solución

Impacto social:

El impacto social que genera la implementación ejecutada se ha visto reflejado en los siguientes puntos:

- Cambio en actitudes del personal: El personal se muestra más motivado, con alto compromiso con la empresa.
- Mejora en la organización de trabajo: Con las medidas de la implementación tomadas, se ha podido observar que los procesos de trabajo están mejor organizados, más concisos y detallados.

- Mejora de relaciones verticales: Los empleados con cargos más altos se encuentran dispuestos a escuchar opiniones y recomendaciones del personal de las distintas áreas de la empresa.
- Difusión de implementación de mejora: Por la mejora vista en la disposición de planta, las demás áreas se encuentran dispuestas a adaptarse a los resultados generados.

Impacto ambiental:

IFM S.A.C actualmente cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental, pues se tiene un alto conocimiento de la situación actual en el país con respecto a la contaminación. Esta empresa tiene un gran compromiso con el medio ambiente ya que todos los equipos que producen están fabricados con una alta tecnología y en base a una ingeniería de diseño que no contamina.

Es importante realizar una evaluación de impacto ambiental ya que constituye una fuente de información y consulta acerca de las implicancias del proyecto de mejora. Además, permite la identificación e incremento de los aspectos ambientales favorables del proyecto, así como los que perjudican el ambiente.

A continuación, se presenta la Tabla 6.16 donde se muestra la Matriz Leopold para la evaluación ambiental.

Tabla 6.16.

Matriz de Leopold

	Proceso de producción										Etapa de implementación de mejora				Etapa de cierre de la empresa				Evaluación	
	Cortar	Rolar	Soldar	Arenar	Pintar	Plegar	Maquinar	Creación de los puntos de conexión	Instalación del cableado	Redistribución de equipos	Retiro de las máquinas	Derrumbe de paredes	Demolición de pisos							
Suelo	Contaminación de suelo				-4	5	-2	4	-5	5	-5	5	-5	5	-6	5	-5	4	-35	35
	Vertido de efluentes				-5	7			-4	5									-9	12
	Residuos peligrosos: trapos con grasa y aceites residuales	-5							-4	5									-9	10
Agua	Contaminación de aguas				-5	6													-5	6
	Emisión de gases			-6	5														-6	5
Aire	Composición	-5	-1	-5	-9	-3	-1	2	6	6									-24	28
	Generación de polvo	-2	-4	-2	-2	2	2	2	2	2	3	-4	-6	-6	-8	-8	-8	9	-29	27
Procesos	Ruidos	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-59	57
	Árboles																			
Flora	Eliminación de cobertura vegetal																			
	Alteración del hábitat de la fauna														-4	4	-6	6	-10	10
Fauna	Empleo																			
															-5	4	-5	5	-10	9
Socioeconómico																				
Evaluación		-12	-5	-13	-11	-2	-5	-15	-9	-11	-18	-13	-32	-33	12	28				
		13	5	12	9	26	8	18	11	9	15	12	28	33						

La matriz de Leopold es una herramienta de gran utilidad para la evaluación del impacto ambiental y proporciona información relevante para saber cuáles son las actividades que contaminan más en el proceso y qué factores ambientales son los más afectados.

Después de aplicar la Matriz de Leopold, se pudo observar que las actividades que más contaminan son el derrumbe de paredes y la demolición de pisos.



CONCLUSIONES

A continuación, se muestran las conclusiones a las que se llegaron, luego de haber realizado el presente trabajo de investigación:

- Ha quedado establecido que la disposición de planta es la integración de factores como: maquinaria, material, hombre, movimiento, edificio, espera, servicio, medio ambiente y cambio, los cuales trabajan en una gran unidad operativa conjuntamente con eficiencia, elevando así al máximo la productividad.
- Para el estudio de la mejora se tomó como referencia el proceso de producción del equipo secador por ser el más fabricado, llegando a representar el 41% de las ventas totales, en cantidad de equipos, en los últimos tres años.
- El uso de indicadores de gestión permite tener un panorama claro de cómo se encuentra la empresa en aspectos tales como: ventas, costos de producción, utilidad, tiempos de producción, eficiencia, etc.
- De ser implementada la mejora, la producción de secadores aumentará de 5 a 7 unidades por año, cuyo resultado se demuestra mediante una proyección.
- La empresa actualmente cuenta con un área de 6 500,00 metros cuadrados y el área teórica obtenida por medio del método de Guerchet es de 5 332,10 metros cuadrados. Con estos resultados se puede concluir que IFM cuenta con el área suficiente para manejar su labor actual y para cubrir futuras ampliaciones.
- Mediante el método Guerchet, se ha redimensionado cada área de trabajo para de esa manera hacer un mejor uso del espacio físico.
- La implementación del recorrido de los medios de acarreo debe tomar como base el recorrido de la grúa, ya que según el análisis del diagrama multi-recorrido, éste representa el de mayor importancia.
- Se acortarán las distancias y se evitarán los cruces en el recorrido de los productos en proceso, por medio de la implementación de la mejora, la cual toma como referencia el proceso de producción del secador.
- De ser implementada la disposición de planta propuesta, la empresa aumentará su productividad en un 82,72%, el cual se demuestra mediante un análisis matricial

de la situación actual y mejorada, donde se consideran las cantidades, distancias entre áreas de trabajo y el esfuerzo.

- Los resultados obtenidos en el presente trabajo, podrán ser utilizados a futuro por la empresa para lograr incrementar su productividad, así como también para realizar un aprovechamiento eficiente de sus oportunidades y para reforzar sus fortalezas.
- La inversión total para la implementación de las tres soluciones propuestas es de S/ 163 500.00



RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las recomendaciones, las cuales deberán ser tomadas en cuenta por los gerentes de la empresa:

- En caso la empresa, en un futuro, requiera redimensionar el área de alguna estación de trabajo o toda la empresa, se debe efectuar tomando como base el método Guerchet para así poder hacer un uso adecuado del espacio físico.
- Se recomienda a la empresa realizar una revisión de los indicadores de gestión planteados en el trabajo de investigación cada cierto tiempo, para de esa manera poder medir y controlar el desempeño y funcionamiento correcto de la planta.
- Suponiendo que la empresa, en un futuro, requiera modificar las dimensiones de algún(as) área(s) o de toda la empresa, se debe efectuar un análisis matricial para medir la factibilidad del nuevo cambio por medio del cálculo de la productividad que da como resultado este análisis.
- Para una futura redistribución de toda la planta o de alguna estación de trabajo que requiera la empresa, se recomienda efectuarla mediante un análisis relacional, para así encontrar las ubicaciones adecuadas.
- No se debe caer en el error de considerar únicamente como objetivo de la disposición de planta, el incremento de la productividad. Es también importante enfocar la propuesta de mejora al bienestar del trabajador, es decir, mejorar su nivel de vida y sus condiciones de trabajo.

REFERENCIAS

- Anaya, J. (2006). *Logística integral; la gestión operativa de la empresa*. España, Madrid: ESIC.
- Bonilla, E.; Díaz, B.; Kleeberg, F.; Noriega, M. (2012). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*. 1ra Edición. Perú, Lima: Universidad de Lima.
- Díaz, B.; Jarufe, B.; Noriega, M. (2013). *Disposición de planta*. 2da Edición. Perú, Lima: Universidad de Lima.
- Instituto nacional de estadística e informática (2016). Recuperado de <http://www.inei.gob.pe>
- Machuca Lorca, Irene. (2005) “*Logística de almacenamiento, gestión y control de stock*”. Chile, Santiago de Chile: LEXIS NEXIS.
- Sowell, T. (2013). *Economía básica: Un manual de economía escrito desde el sentido común*. Barcelona: Deusto.
- Ocam, Y. [ocamyury]. (2013, mayo 6). *Tutorial Visio planos de planta* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pGm4vcBlrDA>
- Salazar, B., (2017). *Diseño y distribución en planta*. Colombia: *Ingeniería industrial online*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>



Anexo 1: Proceso de fabricación de un secador a vapor

El proceso de fabricación de un *Secador a Vapor* se inicia con la recepción de la materia prima (planchas A-36, planchas inoxidable, perfiles estructurales), el cual luego de ser recibido, es verificado por el departamento de Control de Calidad, realizadas por un asistente con la ayuda de un medidor de espesores por ultrasonido (Marca: SIUI Modelo: CTS – 30A), a su vez se inspecciona el certificado de calidad y la calidad del material. Una vez realizada la inspección se almacena el material en el almacén de materia prima, el operador se encarga de clasificar el material según su tipo y espesor. Seguidamente se inicia la trazabilidad del equipo.

Posteriormente se traslada las planchas a las cizallas para cortes rectos o a las mesas de corte CNC, donde el operador tiene un USB proporcionado por el área de Ingeniería para que efectúe los cortes en forma automática. En el USB se encuentran los despieces de todos los elementos curvos e irregulares a cortar.

Cabe mencionar que con este proceso de corte se elimina el trazado de las piezas sobre las planchas como era anteriormente.

El área de control de calidad verifica las dimensiones de las piezas habilitadas y continúa con la trazabilidad para preparar el dossier de calidad que se le entrega al cliente.

El área de corte cuenta con diferentes tipos de proceso (corte con oxicorte, corte con plasma, corte con cizalla) teniendo cada uno su operador. Para elegir el tipo de corte a utilizar se toman en cuenta; el tipo de plancha, tipo de espesor, tipo de corte; una vez seleccionado el tipo de corte a utilizar, se cortan las piezas trazadas las cuales son verificadas por el área de Control de Calidad.

En conclusión, los cortes rectos se realizan en la cizalla hasta un espesor de 12.7 mm y longitud de corte de 6 mts y las piezas curvas e irregulares se realizan en las maquinas CNC hasta espesores de 200 mm en planchas estructurales al carbono, generalmente en calidad ASTM A36.

Seguidamente se traslada las piezas cortadas a la zona de armado donde se arman los componentes (conjunto de piezas), que son: rotor, casco y helicoides, transmisión (catalina), soportes, domo de vahos, tapas, chumaceras, junta Johnson y ejes. Cada componente será armado por un maestro calderero y un operario calderero.

Según el tipo de componente se evalúa la necesidad de plegar y rolar las planchas siendo los componentes que necesitan de esta área los siguientes: domo de vahos, casco y rotor, el proceso de plegado y rolado es realizado por un operador y un ayudante respectivamente. Del mismo modo los componentes como: tapas, chumaceras, junta Johnson y ejes son trasladadas al área de Mecanizado en donde se realiza el proceso de torneado, taladrado en general (radial, magnético y manual), escariado, mandrinado, cepillado, fresado y aserrado.

El área de mecanizado cuenta con cuatro tornos, un cepillo, dos taladros radiales, una mandrinadora y una fresadora. Contando cada máquina con su respectivo operador.

Una vez armado cada uno de los diferentes componentes se trasladan al área de soldadura, donde el Jefe del taller analiza que proceso de soldadura a utilizar según el tipo de pieza y la utilización que la misma va a tener, los diferentes tipos de soldadura son los siguientes: SAW (arco sumergido), FCAW (tubular para aceros al carbono e inoxidable) proceso, SMAW (electrodo para aceros al carbono e inoxidable), GMAW (sólido para aceros al carbono e inoxidable), una vez seleccionado el proceso de soldadura se inicia el soldado de cada uno de los componentes para lo cual el área de soldadura cuenta con un total de nueve soldadores quienes son distribuidos según sus habilidades y competencias.

Una vez iniciado el proceso de soldadura el área de Control de Calidad realiza una inspección visual durante y después del proceso.

Por consiguiente se trasladan los componentes al área de ensamble realizada por un maestro calderero, un operario calderero y un operador de grúa; una vez ensambladas las piezas el equipo (conjunto de componentes) es trasladado al área de arenado y pintado, contando dicha área con un maestro arenador, un botellero, y un pintor. Terminado el proceso de pintura, el área de Control de Calidad verifica que el espesor de la pintura cumpla con los requisitos dados según La Norma. De cumplirse con los requisitos solicitados el equipo es traslado a la zona de Productos Terminados en donde se coloca una placa con los datos del equipo. Solo quedando a la espera del transporte.

Anexo 2: Valores de Beta del sector para hallar el COK

CLASIFICACIÓN GICS

The Global Industry Classification Standard (GICS®) was developed by MSCI, a premier independent provider of global indexes and benchmark-related products and services, and Standard & Poor's (S&P), an independent international financial data and investment

Beta Sectorial	Promedio simple de las Betas desapalancadas
Promedio Beta apalancado	Promedio simple de las Betas apalancadas
COMPONENTES	Número de empresas que se utilizan para el cálculo
#N/A	Acciones que no fueron calculadas por falta de datos
DESCARTADO (DISCARDIED)	Los Betas menores a 0,05 y mayores a 5 no se consideran para el cálculo de promedio de los Betas para los sectores
ACTIVO (ACTIVE)	Empresas consideradas para calcular el Beta por sector
ENTRADA VACÍA (EMPTY INPUT)	Entrada vacía



Fuentes de datos primarios: Thomson Reuters

ÍNDICE .SPBLPGPT ¿P Lima General Index

GICS Industry Group	GICS Industry	GICS Sub-Industry	Promedio de BETA apalancado	BETA SECTORIAL	COMPONENTES	ACTUALIZACIÓN
Banks	Banks	Diversified Banks	0.74	0.11	3	12/12/2016
Banks	Total Banks		0.74	0.11	3	12/12/2016
Total Banks			0.74	0.11	3	12/12/2016
Energy	Oil, Gas & Consumable Fuels	Oil & Gas Refining & Marketing	1.36	0.91	1	12/12/2016
Energy	Total Oil, Gas & Consumable Fuels		1.36	0.91	1	12/12/2016
Total Energy			1.36	0.91	1	12/12/2016
Food & Staples Retailing	Food & Staples Retailing	Hypermarkets & Super Centers	0.53	0.20	1	12/12/2016
Food & Staples Retailing	Total Food & Staples Retailing		0.53	0.20	1	12/12/2016
Total Food & Staples Retailing			0.53	0.20	1	12/12/2016
Food, Beverage & Tobacco	Food Products	Packaged Foods & Meats	0.92	0.62	2	12/12/2016
Food, Beverage & Tobacco	Total Food Products		0.92	0.62	2	12/12/2016
Total Food, Beverage & Tobacco			0.92	0.62	2	12/12/2016
Materials	Metals & Mining	Steel	0.99	0.20	2	12/12/2016
Materials	Metals & Mining	Diversified Metals & Mining	1.23	0.96	4	12/12/2016
Materials	Metals & Mining	Gold	1.58	2.59	1	12/12/2016
Materials	Metals & Mining	Copper	1.12	0.96	2	12/12/2016
Materials	Total Metals & Mining		1.19	0.97	9	12/12/2016
Materials	Construction Materials	Construction Materials	0.75	0.63	2	12/12/2016
Materials	Total Construction Materials		0.75	0.63	2	12/12/2016
Total Materials			1.11	0.91	11	12/12/2016
Utilities	Electric Utilities	Electric Utilities	0.41	0.31	1	12/12/2016
Utilities	Total Electric Utilities		0.41	0.31	1	12/12/2016
Utilities	Independent Power and Renewable Electricity Producers	Independent Power Producers & Energy Traders	0.32	0.27	1	12/12/2016
Utilities	Independent Power and Renewable Electricity Producers	Renewable Electricity	0.57	0.48	1	12/12/2016
Utilities	Total Independent Power and Renewable Electricity Producers		0.45	0.37	2	12/12/2016
Total Utilities			0.44	0.35	3	12/12/2016
Capital Goods	Construction & Engineering	Construction & Engineering	1.11	0.45	1	12/12/2016
Capital Goods	Total Construction & Engineering		1.11	0.45	1	12/12/2016
Capital Goods	Trading Companies & Distributors	Trading Companies & Distributors	0.84	0.40	1	12/12/2016
Capital Goods	Total Trading Companies & Distributors		0.84	0.40	1	12/12/2016
Total Capital Goods			0.97	0.43	2	12/12/2016
Real Estate	Real Estate Management & Development	Diversified Real Estate Activities	0.52	0.24	1	12/12/2016
Real Estate	Total Real Estate Management & Development		0.52	0.24	1	12/12/2016
Total Real Estate			0.52	0.24	1	12/12/2016

Anexo 3: Datos adicionales para hallar el COK

<i>Abu Dhabi</i>	390	Aa2	Adj. Default Spread	Prima de riesgo	Riesgo país	Tasa de imp. Corporativa	Región
Perú	189.1	A3	1.39%	7.40%	1.71%	28.00%	Central and South America
Suriname	5.2	B1	5.20%	12.09%	6.40%	34.50%	Central and South America
Uruguay	53.4	Baa2	2.20%	8.40%	2.71%	25.00%	Central and South America
Venezuela	250	Caa3	11.55%	19.90%	14.21%	34.00%	Central and South America
Canada	1550.3	Aaa	0.00%	5.69%	0.00%	26.50%	North America
United States	18038.6	Aaa	0.00%	5.69%	0.00%	40.00%	North America
North America	19588.9		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Anexo 4: Máquinas y equipos más importantes de la Empresa IFM S.A.C

- Plegadora de 6 metros:



Fuente: Elaboración propia

- **Plegadora de 3 metros:**



Fuente: Elaboración propia

- **Rola electro-mecánica:**



Fuente: Elaboración propia

- **Plegadora para trabajos livianos:**



Fuente: Elaboración propia

- **Rola hidráulica:**



Fuente: Elaboración propia

- **Cizalla de 6 metros:**



Fuente: Elaboración propia

- **Cizalla de 3 metros:**



Fuente: Elaboración propia

- **Mesa de corte 1:**



Fuente: Elaboración propia

- **Mesa de corte 2:**



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Relación de materiales para la fabricación de un Secador Rotadisco de 380 m²

Ítem	PLANCHAS- PLATINAS	Cantidad	Unidad	Calidad
1	Plancha de 16 x 1500 x 6000	8	Pzas.	A36
2	Plancha de 12 x 1500 x 6000	7	Pzas.	A36
3	Plancha de 19 x 1500 x 6000	1	Pzas.	A36
4	Plancha de 25 x 2400 x 6000	1	Pzas.	A36
5	Plancha de 25 x 1500 x 6000	1	Pzas.	A36
6	Plancha de 50 x 1500 x 6000	1	Pzas.	A36
7	Plancha de 6 x 1500 x 6000	3	Pzas.	A36
8	Plancha de 8 x 1500 x 6000	63	Pzas.	A36
9	Plancha de 3 x 1500 x 6000	2	Pzas.	A36
10	Plancha de 6 x 50 x 6000	37	Pzas.	A36
11	Plancha de 3 x 1500 x 6000	10	Pzas.	C-304
Ítem	SISTEMA DE TRAMPEO TORNILLO	Cantidad	Unidad	Calidad
12	Trampa tipo flotador High capacity (HC),conexión 2" NTP, presión 125 PSI	1	Pzas.	Nicholson
13	Filtro para vapor tipo "Y" Ø 2"	1	Pzas.	Spence
14	Válvula de la bola cuerpo de bronce Ø 2", sello teflón forzado para vapor	3	Pzas.	Apollo
15	Válvula check de disco Ø 2"	1	Pzas.	Spence
16	Válvula de la bola cuerpo de bronce 1", para purgar filtro se 2 "	1	Pzas.	Apollo Genera
17	Visor de condensado de Ø 2", cuerpo: acero zincado, doble mirilla	1	Pzas.	Vapor
Ítem	SISTEMA DE TRAMPEO CHAQUETAS	Cantidad	Unidad	Calidad
18	Trampa tipo flotador FTE-14-10 , conexión 1" NTP, presión 145 PSI	2	Pzas.	Nicholson
19	Filtro para vapor tipo "Y" Ø 1"	2	Pzas.	Spence
20	Válvula de la bola cuerpo de bronce,Ø1", para vapor	6	Pzas.	Apollo
21	Válvula check de disco Ø 1"	2	Pzas.	Kuhner
22	Válvula de la bola cuerpo de bronce Ø 3/8", para purgar filtro se 1 "	2	Pzas.	Apollo
23	Visor de condensado de Ø 1", cuerpo de bronce	1	Pzas.	Sarco
Ítem	ACCESORIOS	Cantidad	Unidad	Calidad
24	Reduccion de Ø 5" a Ø 4"	1	Pzas.	A53
25	Codo de Ø 2" x 90° sch-40	3	Und.	A53
26	Codo de Ø 4" x 90° sch-40	2	Und.	A53
27	Caps de Ø 4" sch-40	2	Und.	A53
Ítem	BARRAS	Cantidad	Unidad	Calidad
28	Barra redonda inox. Ø 1 1/2 x 1500	1	Pzas.	C-304

29	Barra redonda inox. Ø 1" x 20'	1	Pzas.	C-304
30	Barra redonda inox. Ø 3/4" x 20'	1	Pzas.	C-304
31	Barra redonda inox. Ø 1/2" x 20'	59	Pzas.	SAE-1020

Ítem	BRIDAS	Cantidad	Unidad	Calidad
32	BRIDA Ø 2" 150 PSI, ANSI B16.5	6	Pzas.	A36
33	BRIDA Ø 4" 150 PSI, ANSI B16.5	6	Pzas.	A36
34	BRIDA Ø 1" 150 PSI, ANSI B16.5	24	Pzas.	A36

Ítem	TUBOS	Cantidad	Unidad	Calidad
35	TUBO de Ø 1 1/2" x 20' sch-40	7	Pzas.	A53
36	TUBO de Ø 4" x 20' sch-40	2	Pzas.	A53
37	TUBO de Ø 2" x 20' sch-40	2	Pzas.	A53

Ítem	RODAMIENTO Y CHUMACERAS	Cantidad	Unidad	Calidad
38	Soporte de pie SD 3052	2	Pzas.	IFM
39	Rodamiento 23052 cck/w33/c3	2	Pzas.	FAG
40	Manguito de desmontaje AOH 3052	2	Pzas.	FAG

Ítem	ELEMENTOS DE TRANSICION	Cantidad	Unidad	Calidad
41	Reductor de ejes paralelos: MC3PLSF08 DE 150 hp, reducción: 24.4305. Posición de eje= 1-4, factor de servicio mecánico: 2.86	1	Pzas.	SEW
42	Acoplamiento hidráulico con cámara de retardo 150HP con acopl. Flex.	1	Pzas.	ROTOFLUID
43	Motor eléctrico de 250 hp, 220 v/440 V, 1780 rpm, 60 Hz.	1	Pzas.	SIEMENS

Ítem	ACCESORIOS PARA VAPOR	Cantidad	Unidad	Calidad
44	Válvula de Ø 4" de globo, 150 psi	1	Pzas.	NIAGARA
45	Válvula de Ø 4" de globo, 150 psi	1	Pzas.	NIAGARA
46	Junta flexible de Ø 4" x 36"	1	Pzas.	
47	Junta flexible de Ø 2" x 24"	1	Pzas.	
48	Junta rotativa de vapor de Ø 5"	1	Pzas.	IFM
49	Junta rotativa de vapor de Ø 1 1/2"	1	Pzas.	IFM
50	Manómetro para vapor con glicerina Ø 4", rango 0-150 psi, conexión 1/4"	4	Pzas.	
51	Tubo sifón Ø 1/4" NPT 90°	4	Pzas.	Fe negro
52	Tubo sifón Ø 1/4" NPT 180°	4	Pzas.	Fe negro

Ítem	OTROS MATERIALES	Cantidad	Unidad	Calidad
53	Plancha de 32 x 1500 x 6000(stock)	3	Pzas.	A36
54	Puntas de acero lado transmisión y vapor (fundición salinas)	2	Pzas.	SAE-1045
55	Barra redonda de Ø 1 1/4" x 20' (perno de anclaje)	2	Pzas.	SAE-1045
56	Barra redonda de Ø 1" x 20' (barra de anclaje)	1	Pzas.	SAE-1045

Fuente: IFM S.A.C. (2015)

MEJORA EN LA DISPOSICIÓN DE PLANTA DE LA EMPRESA IFM S.A.C.

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	0 %	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.ulima.edu.pe Fuente de Internet	4 %
2	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	1 %
5	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
6	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %