



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA METALFRIO.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Willian Saúl Nicolalde Chuga

Tutor:

MSc. Sarmiento Ortiz Fabián Alberto

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Willian Saúl Nicolalde Chuga, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA METALFRIO”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, al día 3 del mes de marzo del 2023, firmo conforme:

Autor: Willian Saúl Nicolalde Chuga



Firma:

Número de Cédula: 1726338666

Dirección: Pichincha, Quito Pedro Muñoz y Pasaje los Girasoles

Correo Electrónico: saulwnicolalde@hotmail.com

Teléfono: 0992819684

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA METALFRIO” presentado por Willian Saúl Nicolalde Chuga, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 03 de marzo del 2023

.....
MSc. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, “MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA METALFRIO”, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, del 2022



.....
Willian Saúl Nicolalde Chuga

1726338666

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA METALFRIO”, previo a la obtención del Título

de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito,01 de febrero de 2022

.....

Ing. Blanca Liliana Topón MSc.

LECTORA

.....

Ing. Jaqueline Villacís MSc.

LECTORA

DEDICATORIA

“Dedicó esta tesis primero a Dios por ayudarme llegar a donde estoy, a mi padre, a mi madre, a mi Hermano que son mi fortaleza e inspiración en mi vida, gracias por el apoyo para conseguir mis sueños, también a todas aquellas personas que me dieron su soporte y me acompañaron en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres y familiares que son mi inspiración y orgullo de cada día.

Agradezco Ing. Fabian Sarmiento tutor de Tesis por creer en mí y apoyarme con su conocimiento y confianza en la realización del proyecto.

Índice de contenido

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de Anexos	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
CAPÍTULO II.....	9
INGENIERÍA DEL PROYECTO	9
Diagnóstico de la situación actual de la empresa	9
Actividades del personal de Metalfrio.	15
Proceso de producción	16
Descripción General de las Áreas de la Empresa.....	19
Diagrama de recorrido.....	33
Cursograma analítico del Proceso	35
Área de estudio	41
MODELO OPERATIVO.....	42
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	43
Análisis de áreas y puestos de trabajo requeridas	43
Metodología SLP.....	44
Estimación de recorrido actual (Diagrama de recorrido)	45

Análisis de operaciones del sistema actual propuesto.....	46
Propuesta Rediseño Layout Final.....	47
CAPÍTULO III	48
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	48
Análisis de áreas y puestos de trabajo requeridas	48
Análisis de metodología SLP	58
Evaluación de interacciones mediante el programa CORELAP	60
Recorrido del material propuesto por Corelap	65
Análisis de operaciones del sistema actual propuesto.....	67
RESULTADOS ESPERADOS	72
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	73
ANÁLISIS DE COSTOS.	77
COSTO REDISEÑO	77
COSTO IMPLMETACIÓN.....	79
COSTO TOTAL.....	81
CAPÍTULO IV	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
Conclusiones	83
Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

Índice de tablas

Tabla 1 Distribución de empresas de la industria metalmecánica y del empleo - Año 2016..	2
Tabla 2 Equipos que intervienen en el área de materia prima e insumos.....	19
Tabla 3 Distribución de personal del área de Bodega de materia prima e insumos	20
Tabla 4 Equipos que intervienen en el área de corte y dobles.....	24
Tabla 5 Distribución de personal área de corte y dobles.....	25
Tabla 6 Equipos que intervienen en el área de suelda y ensamble.....	26
Tabla 7 Máquinas que intervienen en el área de suelda y ensamble.....	31
Tabla 8 Distribución de personal del área de suelda y ensamble	32
Tabla 9 Distancia de recorrido en el proceso	34
Tabla 10 Cursograma analítico vertical mixto	35
Tabla 11 Matriz de recorridos	38
Tabla 12 Área requerida del área de bodega de materia prima e insumo.....	50
Tabla 13 Área requerida del área de corte y dobles	52
Tabla 14 Área requerida del área de suelda y ensamble.....	54
Tabla 15 Área requerida de máquinas utilizadas.....	56
Tabla 16 Áreas requeridas por departamentos	57
Tabla 17 Fases SLP (Systematic Layout Planning).....	59
Tabla 18 Distancia recorrida en el proceso	67
Tabla 19 Cursograma analítico layout actual	68
Tabla 20 RESULTADOS PROPUESTA	73
Tabla 21 Matriz de actividades.....	74
Tabla 22 Costo de personal de rediseño	77
Tabla 23 COSTO REDISEÑO	78
Tabla 24 Costo de personal para adecuación.....	80
Tabla 25 Costo implementación	81
Tabla 26 Costo total del proyecto.....	82

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación Metalfrio	9
Figura 2 Equipos vendidos en el año 2010-2021	10
Figura 3 Indicadores distribución deficiente	11
Figura 4 Diseño de planta año 2015	13
Figura 5 Organigrama de Metalfrio.....	14
Figura 6 Productos vendidos en el año 2021-2022.....	17
Figura 7 Etapas del proceso Vertical Mixto	18
Figura 8 Evidencia del área de bodega de materia prima.....	21
Figura 9 Evidencia del área de bodega de perfiles.	22
Figura 10 Evidencia del área de bodega de insumos.....	23
Figura 11 Evidencia de peligro en la empresa del área de corte y confección.....	25
Figura 12 Evidencia de la zona 1 del área de suelda y ensamble	28
Figura 13 Evidencia de la zona 2 del área de suelda y ensamble	29
Figura 14 Evidencia de la zona 3 del área de suelda y ensamble	30
Figura 15 Evidencia de taladro pedestal.....	31
Figura 16 Evidencia de taladro y compresor	32
Figura 17 Diagrama de recorrido distribución de planta actual	33
Figura 18 Fases SLP	45
Figura 19 Símbolo cursograma Analítico.....	47
Figura 20 Fase N° 1 Corelap	61
Figura 21 Fase N°2 Corelap	62
Figura 22 Fase N°3 Corelap	63
Figura 23 Fase N° 4 Corelap	64
Figura 24 Layout propuesto mediante el programa corelap	66
Figura 25 Propuesta Layout final	71

Índice de Anexos

Anexo A Recolección de datos equipos producidos en el año 2010-2021	87
Anexo B Check List distribución deficiente Formato semanal.....	88
Anexo C Hoja de recolección de datos equipos vendidos	90
Anexo D Cotización de materiales(implementación)	91

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA METALFRIO”

AUTOR: Willian Saúl Nicolalde Chuga

TUTOR: MSc. Fabian Alberto Sarmiento Ortiz

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la empresa Metalmecánica Metalfrío .En la cual se desarrolló un estudio de un rediseño de la distribución de planta (Layout) del área de producción de la empresa, tomando el equipo vertical mixto para el levantamiento de información del tiempo y desplazamiento del material en los procesos ,se realizó la aplicación de un cursograma analítico el cual demostró el tiempo de fabricación del producto de 61 horas : 01 minutos: 16 segundos entre operaciones , transportes, esperas y revisión, por lo que se ejecutó un estudio para una nueva redistribución en el área de producción utilizando la metodología Layout SLP, Además se efectuó un diagrama de recorrido donde se identificó los recorridos innecesarios en el proceso de fabricación del equipo vertical Mixto, para finalmente por medio del software CORELAP se evaluó la relación y desplazamientos de cada área obteniendo el nuevo rediseño de la planta , la cual redujo 8:horas 29: minutos 35:segundos los tiempos de operación y transporte así mejorando el flujo de desplazamiento de materiales; además se obtuvo un aumento de productividad de 11% en la fabricación del producto. Las mejoras conseguidas con el rediseño distribución de planta fue la disminución del tiempo de producción del vertical mixto, seguridad en las operaciones que realizan los trabajadores, mejora de la utilización del activos y recursos de la empresa, cumplimiento de los tiempos de entrega y calidad de sus productos.

DESCRIPTORES: Distribución de planta, Layout (SLP), Producción

UNIVERSITY INDOAMERICA

FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION

CARRERA INDUSTRIAL ENGINEERING

THEME: "IMPROVEMENT OF THE PLANT LAYOUT IN THE PRODUCTION AREA OF THE METALFRIO COMPANY".

AUTOR: Chuga Willian Saúl Nicolalde

TUTOR: MSc. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz

ABSTRACT

This research was carried out in the company Metalmechanics Metalfrio. In which a study of a redesign of the plant distribution (Layout) of the production area of the company was developed, taking the mixed vertical equipment for the collection of information of the time and displacement of the material in the processes, the application of an analytical flowchart was made which showed the manufacturing time of the product of 61 hours: 01 min: 16 seconds between operations, transports, waiting and review, so a study was executed for a new redistribution in the production area using the methodology Layout SLP, In addition a path diagram was made where unnecessary routes were identified in the manufacturing process of the Mixed vertical equipment, to finally through the CORELAP software was evaluated the relationship and displacements of each area obtaining the new redesign of the plant, which reduced 8: hours 29:minutes 35:seconds the operation and transport times thus improving the flow of material displacement; in addition an increase in productivity of 11% was obtained in the manufacture of the product. The improvements achieved with the plant layout redesign were the reduction of the production time of the mixed vertical, safety in the operations performed by the workers, improvement in the use of the company's assets and resources, compliance with the delivery times and quality of its products.

DESCRIPTORS: Plant layout, Layout (SLP), Production

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El comercio Internacional de productos metalmecánicos supera los 11 billones de dólares anuales, representando más del 30 % del total mundial, en base a las estadísticas de UNCTAD2. En este sentido, las economías exportadoras más importantes son China, los países de la Unión Europea (más de un 50 % de las exportaciones del bloque se concentran en Alemania, Francia, Italia y Países Bajos), los países de NAFTA (con Estados Unidos liderando el bloque), Corea y Japón. En el ámbito regional, los países con mayor influencia en el comercio global metalmecánico son México y Brasil (Nación, 2019).

A nivel mundial las exportaciones aumentaron en la industria metalmecánica, en la actualidad presenciamos a un mercado más globalizado y competitivo, Entre los países más desarrollados en la rama metalmecánica se encuentran los Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España. Estos países mantienen filiales multinacionales en varias naciones para la importación de las maquinarias y la puesta en marcha de su tecnología de vanguardia para un mayor desarrollo industrial. (posada, 2020). Esta industria se encuentra articulada con diferentes ramas industriales, y los países en desarrollo industrial avanzando cuentan con un sector metalmecánico consolidado. Para conseguirlo se necesita un adecuado manejo de los activos de la empresa y es imprescindible formar una correcta distribución de planta que cumpla con los lineamientos adecuados para una Planta industrial (CESAR LENGUA, 2019).

Para (Nación, 2019) en Argentina la industria metalmeccánica reúne más de 24.000 establecimientos productivos distribuidos principalmente entre Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Mendoza, Entre Ríos y San Luis. Las primeras tres provincias concentran el 90 % del universo de firmas metalmeccánico. Casi en su totalidad se trata de pequeñas y medianas empresas de capital nacional (88 %).

Con respecto a la distribución de las empresas del sector, en cada sub-sector 3, casi el 70 % de los establecimientos productivos se concentran en la fabricación de productos elaborados de metal, productos metálicos para uso estructural y otros productos, fabricación de partes, piezas, accesorios para vehículos automotores, motores y carrocerías y producción de maquinaria y equipos de uso general. La industria metalmeccánica representa casi el 20% del empleo industrial, implicando más de 300.000 ocupados en forma directa. Esto la convierte en la segunda industria más generadora de empleo después del sector de alimentos y bebidas (Nación, 2019).

Tabla1

Distribución de empresas de la industria metalmeccánica y del empleo - Año 2016

SUB-SECTOR	PORCENTAJES DE EMPRESAS POR SUB-SECTOR	PORCENTAJE DE EMPLEO POR SUB-SECTOR
Productos elaborados de metal	28,90%	19,20%
Productos metálicos para uso estructural y otros productos	18,80%	18,60%
Autopartes, carrocerías	9,80%	12,90%
Maquinaria y equipos de uso general	9,60%	11,60%
Aparatos eléctricos	7,00%	8,30%
Servicio de trabajo de metales y tratamiento y revestimiento	5,50%	6,80%
Maquinaria de uso especial	4,30%	4,60%
Instrumentos médicos, ópticos y de precisión	3,70%	4,30%

Maquinaria agropecuaria	3,30%	3,70%
Aparatos de usos doméstico	3,20%	3,40%
Fundición de hierro, acero y metales no ferrosos	2,80%	3,40%
Equipos de transporte	2,60%	3,00%
Tubos válvulas y otros componentes electrónicos	0,40%	0,30%
Total	100,00%	100,00%

Nota: En la Tabla1 se puede observar los sub -sectores de producción de la industria metalmecánica.

Elaborado por: (ADIMRA)

La necesidad de expandirse de las industrias latinoamericanas y fortalecer la presencia de su marca en los mercados ha hecho que muchas empresas enfoquen sus esfuerzos en la mejora de las plantas industriales (industries, 2021). Por lo tanto, una mejora en la distribución de planta se convierte en una herramienta importante para un correcto funcionamiento en la planta de producción de la empresa, al obtener un ordenamiento físico de vital importancia para el movimiento del material, almacenamiento y buena distribución de puestos de trabajo. Una adecuada distribución de planta tiene como fin garantizar la seguridad del personal y la eficiencia en cada uno de los procesos que intervienen durante la fabricación, para que estos se realicen con los más altos estándares de calidad y mayor efectividad dentro de los procesos, eliminando los indicadores de distribución deficiente dentro de los procesos productivos (Ávila, 2021).

Dentro de esta necesidad de cambio se encuentra la empresa Metalfrio ubicada en la ciudad de Quito sector Cotocollao, la empresa se dedica a la fabricación y mantenimiento de equipos gastronómicos, es el principal fabricante de varios restaurantes, supermercados y carnicerías de gran importancia en el sector gastronómico. La organización fue consiguiendo un aumento considerable de ventas y fabricación de sus equipos, lo que ha provocado que la

empresa tenga un diseño de planta empírico generando una inadecuada distribución de los sitios trabajo, almacenamiento y ruta de transporte de materiales, debido a la desorganización de los espacios productivos existen demoras en proceso de producción de los equipos lo que provoca retrasos y pérdida de futuros negocios.

El principal objetivo de la investigación es la rediseño y organización física de los espacios que forman parte del proceso productivo mediante la mejora de la distribución de planta de la empresa, Así rediseñando entornos de trabajo productivos y seguros con el fin de fortalecer el desarrollo de la empresa y que obtenga una mejora para responder las necesidades del sector gastronómico nacional.

ANTECEDENTES

La Empresa Metalfrio fue fundada en el año 2000, se encuentra ubicada en el sector de Cotacollao en el Distrito Metropolitano de Quito y se dedica a la producción y mantenimiento de equipos gastronómicos, en el año 2015 se realizó un Diseño de planta que actualmente está desactualizado han existido cambios muy significativos en la infraestructura de la empresa y en los puestos de trabajo con la probabilidad de un acondicionamiento inadecuado en la disposición del sitio de trabajo, la empresa está ingresando amplio mercado laboral pero desconoce los métodos que se debe aplicar para un correcto uso de sus espacios. El tipo de distribución que encontramos en la empresa de estudio es de tipo distribución por proceso o función, Metalfrio fabrica una amplia gama de productos que requieren la utilización de una misma maquinaria, herramientas e insumos, que se producen en un volumen pequeño.

Industrias Metalfrio requiere urgentemente contar con una mejora de la distribución de planta con el fin de precautelar la seguridad de los operarios , consolidar una eficiente productividad y la calidad de sus productos, y así se pueda obtener un mayor bienestar y motivación en los empleados, al examinar la situación de la organización y los requerimientos de la empresa, existe la necesidad en la organización la mejora de la distribución de planta industrial, actualmente existen varios problemas en las operaciones diarias de la empresa, la desorganización y los recorridos innecesarios son los más notorios. Es fundamental contar con un plan de mejora de la distribución de planta, aplicando metodologías vigentes que mejoren la actual distribución y organización en la parte productiva de la empresa.

El estudio realizado por, en la Universidad privada del norte titulado: ““INFLUENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SPOOLS DE LA EMPRESA METALMECÁNICA”, se planteó el objetivo principal de determinar la correlación e influencia que existe de la disposición de planta (DP) en la productividad en la fabricación de spool en una empresa metalmecánica, buscando mejoras en el proceso de producción de la empresa. Para la realización del estudio, la autora aplicó como herramienta de mejora System Layout Planning (SLP), así como algunas herramientas de manufactura esbelta como 5 S, Kanban, Jidoka y Andon para combinarlos tratando de mitigar dichas causas principales. Este trabajo concluye con una evaluación técnica y económica mostrando los resultados del impacto de aplicar estas herramientas, se obtuvo así un incremento del 92% con respecto al actual (993 m²) en la utilización efectiva de espacios de la planta gracias a una nueva DP., en cuanto a la productividad del área de spool en general se incrementó en un 13%, en la sección de ensamble se incrementó en un 9%, en la sección de soldadura la productividad experimenta un incremento del 13%, en la sección de QC la productividad se elevó en un 14% (geronimo, 2017).

Por su parte (avila, 2021). presentó su estudio de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador titulado: “Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de una empresa metalmecánica de la ciudad de Guayaquil”, el cual planteó como objetivos realizar un analizar y presentar una propuesta de rediseño de la distribución de planta. A partir de una investigación de campo y del Método del Índice de desempeño del Layout (IDL) se busca evaluar el desempeño de la distribución espacial actual de las instalaciones y conocer los principales problemas existentes en cuanto a los factores que influyen en la producción como operaciones de los trabajadores, ubicación de centros de actividad y equipos, mismas que estén configuradas de manera que permitan el flujo lineal del proceso, buscando así optimizar la producción. Así finalizar el estudio se obtiene beneficios con la nueva distribución que fueron reducción de tiempo en las operaciones, seguridad en las actividades que realizan los trabajadores, mejora de la utilidad y el uso de recursos humanos y materiales cumpliendo estándares de seguridad y calidad.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de la realización de la presente investigación, es que la misma constituye un aporte significativo para la empresa METALFRIO y el área operativa, actualmente mejorar la distribución de planta es algo fundamental dentro de la gestión empresarial, por lo que es imprescindible para que la organización pueda mantener su eficiencia y lograr un ambiente adecuado para el desarrollo de sus procesos, además de mejorar las actividades cotidianas de los trabajadores y obtener más seguridad en la fabricación de su producto .

Al realizar la mejora de distribución de planta genera un gran impacto en METALFRIO, porque con lleva el diseño de (LAYOUT) que se usará para establecer las mejoras en Metalfrio generando un mejor desplazamiento de materiales, desplazamiento de los trabajadores, reducción de costos de producción, aumento en la producción, disminución de accidentes y una óptima utilización de espacios físicos de la planta.

Así mismo la mejora de distribución de planta será de mucha utilidad para que la empresa pueda llevar un mínimo porcentaje de error entre las operaciones creando un buen ambiente laboral y generando un máximo aprovechamiento de sus recursos.

La mejora de distribución de planta beneficiará a todos los trabajadores y a la empresa logrando que haya una mejora en la planta industrial ya que es un instrumento indispensable para distribuir y organizar cada puesto de trabajo logrando reducir los movimientos innecesarios, costos, accidentes y pérdida de materia prima.

El proyecto que se realizara en METALFRIO se considera factible porque cuenta con la predisposición de autoridades y los operarios para el desarrollo de la mejora de la distribución de planta, cumpliendo de muy buena manera con los objetivos planteados.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de redistribución de planta aplicando metodologías de layout para disminuir el tiempo de entrega de los productos en la empresa METALFRIO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la empresa mediante un análisis crítico y un cursograma analítico para identificar flujo de materiales y distribución actual de la planta.
- Determinar la ruta de desplazamiento de materiales que intervienen en el proceso de fabricación de equipos gastronómicos mediante diagrama recorrido para eliminación de actividades no agregadores de valor.
- Rediseñar el layout de la planta mediante la metodología SLP para disminuir el tiempo de entrega de los productos fabricados en la empresa METALFRÍO.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La empresa “Metalfrío se encuentra ubicada en la calle manta Oe4-382 y Pasaje los girasoles sector Cotocollao” (QUITO-ECUADOR), como se muestra en la Figura 1, Metalfrío es una empresa industrial dedicada a las de actividades de tipo servicio. Tiene como principal objetivo realizar trabajos de fabricación – producción, reparación y mantenimiento de equipos gastronómicos, desarrollada de acuerdo a las necesidades de los clientes del sector hotelero, restaurantes, supermercados, carnicerías. Registrada en la SRI con RUC (Registro Único de Contribuyente) número 1708450901001.

Metalfrío fue fundada en el año 2000 empieza sus actividades como una empresa familiar con el pasar del tiempo Metalfrío fue aumentando su capacidad de producción originando un aumento de la fabricación de equipos, como se muestra en la Figura 2

Figura 1

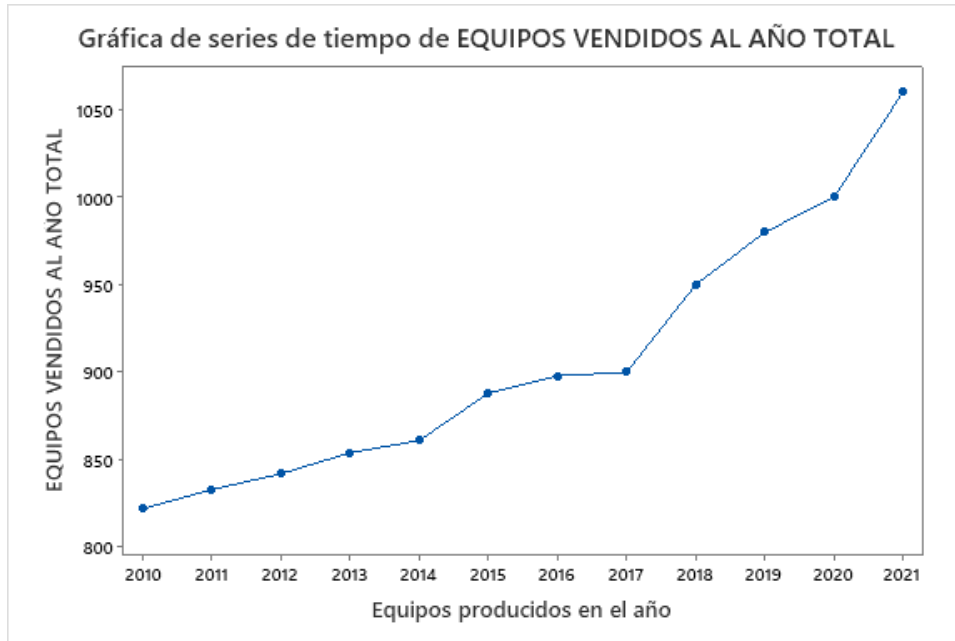
Ubicación Metalfrío



NOTA: La Figura 1 representa la ubicación actual de Metalfrío. (Googlemaps, 2022)

Figura 2

Equipos vendidos en el año 2010-2021



NOTA: La Figura 2 se puede observar la tendencia de los datos en el tiempo desde 2010 a 2021, donde muestra los equipos producidos en el año.

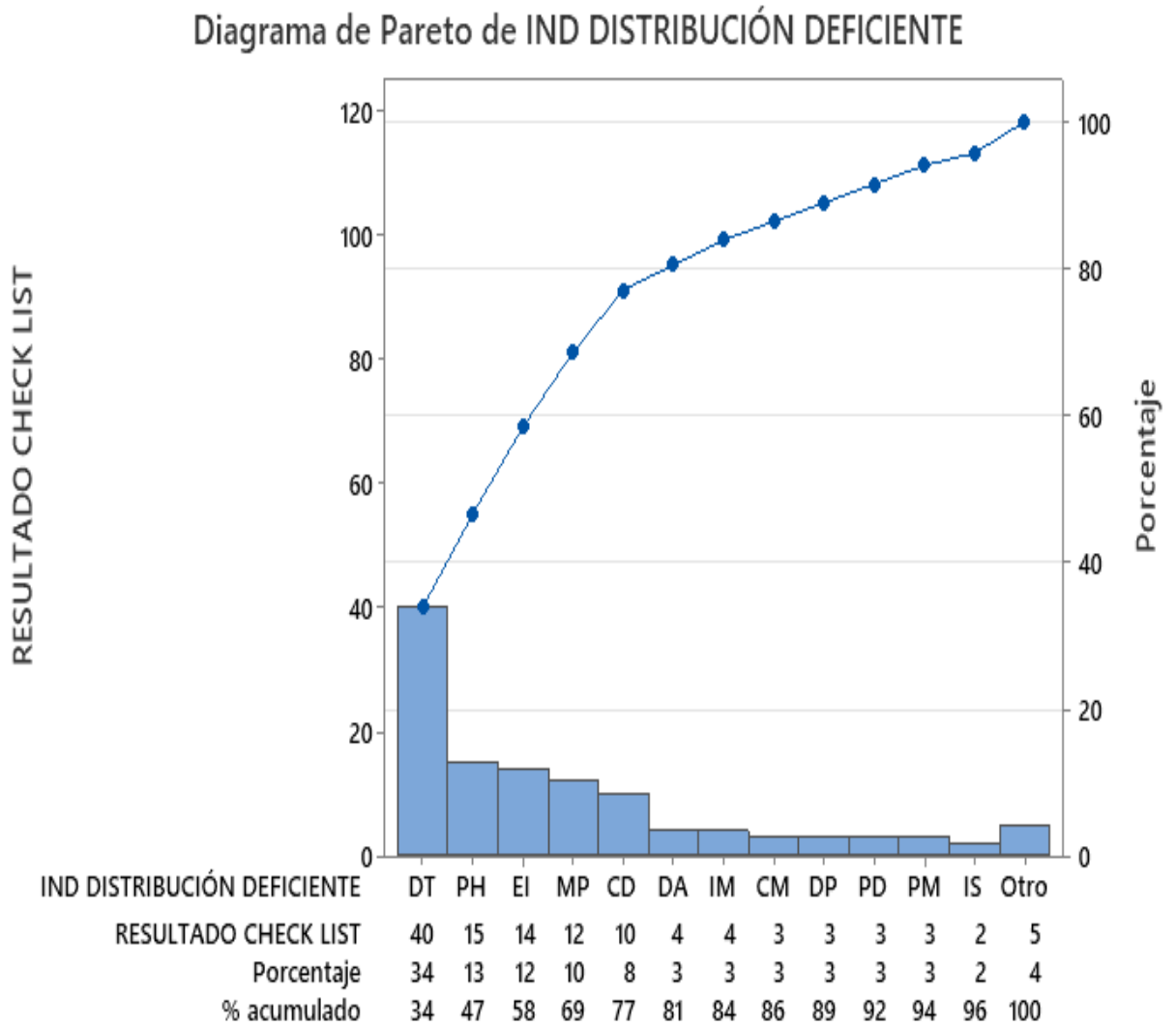
Elaborado por: El investigador

Metalfrio dispone de un área 600m², está conformada por un espacio gerencial, administrativo, área de stock y en el área de la fábrica se encuentra: producción, almacenamiento materia prima, bodega de insumos, bodega equipos terminados, como se muestra en la Figura 4. En la planta actual de la empresa se han localizado diferentes factores para que exista una distribución deficiente, al realizar un recorrido en las principales áreas se observó que los factores que afectan a la planta son, como se muestra en la Figura 3 en el diagrama de Pareto se puede observar que el 80% de problemas encontrados son disposición inadecuada de los centro de trabajo, indisposición de equipos y herramientas, excesivos movimientos innecesarios, material botado en el piso, congestión en las rutas desplazamiento, por lo que es necesario una mejora distribución

de planta que englobe un direccionamiento estratégico, orientado al cumplimiento de características adecuadas para una correcta distribución de planta.

Figura 3

Indicadores distribución deficiente



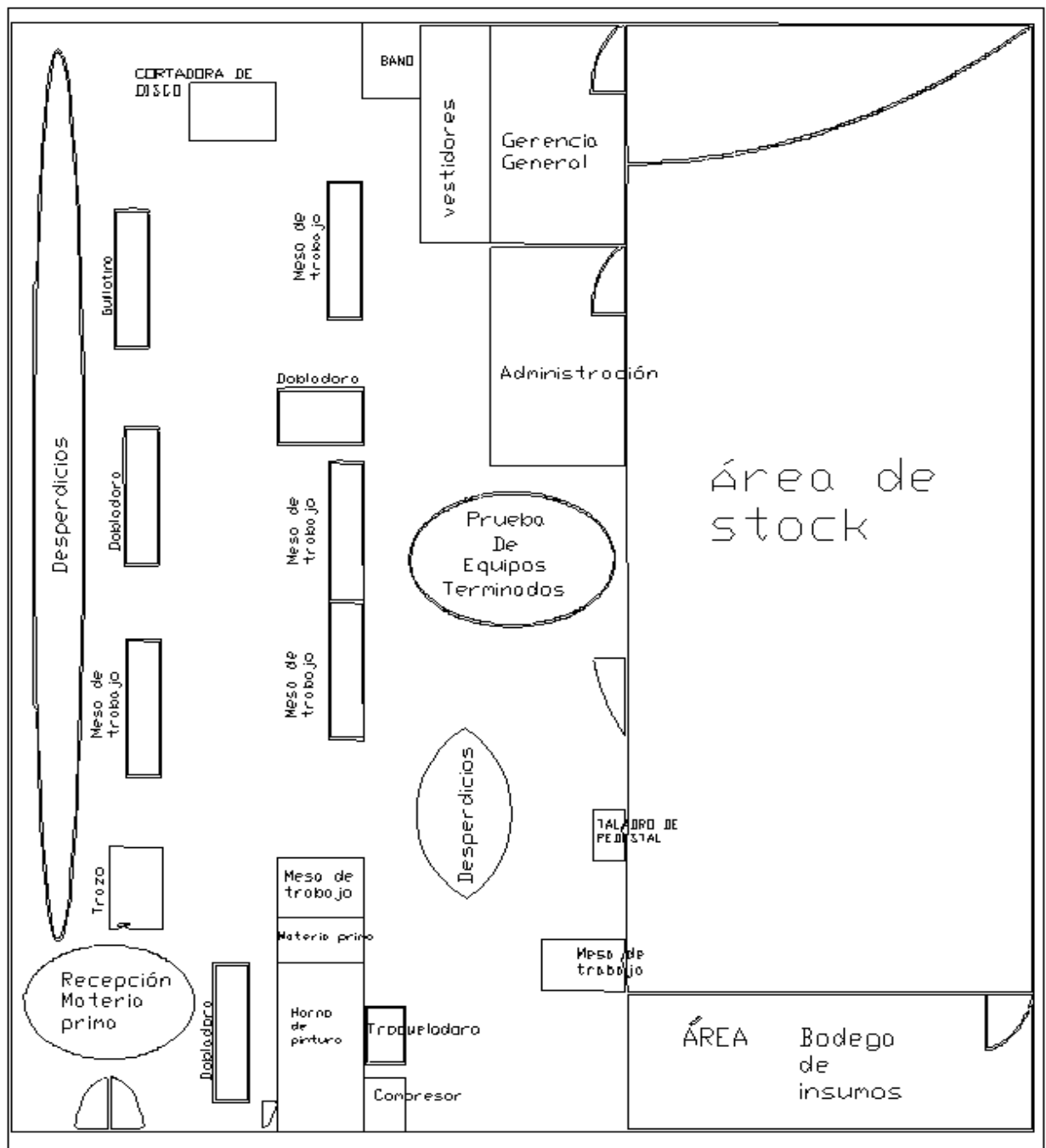
INDICADOR DISTRIBUCIÓN DEFICIENTE	CODIGO
• disposición inadecuada del centro del trabajo	DT
• Indisposición de equipos-herramientas	PH
• excesivos movimientos innecesarios	EI
• material botado en el piso	MP
• congestión en rutas de desplazamiento	CD
• daños en los materiales almacenados	DA
• interrupciones por daño de maquinas	IM
• pérdida o rotura de materiales	PM
• congestión de materiales	CM
• producción desorganizada	PD
• operarios calificados mueven materiales	OM
• demoras en los despachos del producto	DP
• inventarios insuficientes	IS
• quejas por espacio insuficiente	QI
• pérdida de materiales	PS
• acumulación del producto terminado	AT
• demoras proveedores	DP

NOTA: La Figura 3 representa los problemas encontrados en una distribución deficiente de planta.

Elaborado por: El investigador.

Figura 4

Diseño de planta año 2015

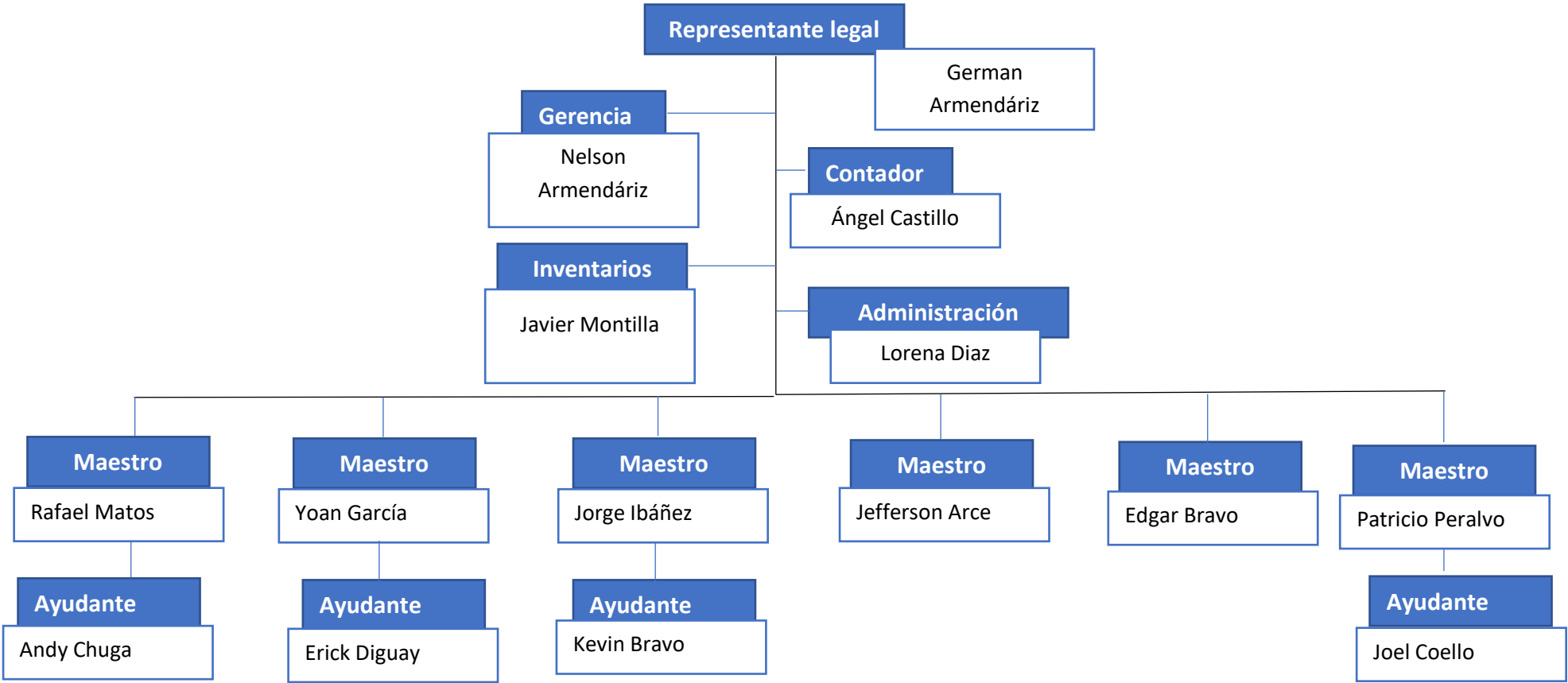


NOTA: La Figura 4 representa diseño de planta actual en Metalfrio, Donde se encuentran distribuidas las áreas de producción desde el inicio hasta el final del proceso del producto.

Elaborado por: El investigador

Figura 5

Organigrama de Metalfrío



Actividades del personal de Metalfrio.

- Gerente general.
Negociaciones generales de la empresa y manejo financiero. (Actividad)
 - Contrata al personal.
 - Negociaciones con proveedores.
 - Revisa los equipos producidos.
 - Entrega de equipos.
 - Mantenimiento.
 - Revisión de garantía de equipos.

- Representantes.
Estar al frente de la organización ante cualquier eventualidad que se presente. (Actividad)
 - Cobrar facturas.
 - Entrega de equipos.
 - Recepción de pedidos.
 - Pago al personal.
 - Recepción de materia prima.

- Contador.
Llevar las finanzas de la organización.
 - Contabilidad.
 - Llevar egresos
 - Llevar ingresos.
 - Libro diario.

- Administración.
Llevar la logística de la empresa. (Actividad)
 - Realizar ventas.
 - Realizar Facturas.
 - Limpieza del Almacén y equipos.
 - Ordenar y registrar facturas.
 - Atender llamadas de los clientes.

- Inventarios.
Actualización de inventario de equipos producidos. (Actividad)
 - Llevar inventario del stock
 - Control de herramientas
 - Control de insumos
 - Entrega de materiales a maestros y oficiales.

- Maestro.
 - Construcción de equipos bajo las órdenes de trabajo. (Actividad)**
 - Recibir y cuidar los equipos, elementos y herramientas para realizar las actividades encomendadas.
 - Realizar la instalación de los sistemas que requiera el equipo.
 - Inspeccionar las tareas realizadas en el transcurso del desarrollo de la actividad.
 - Dar instrucciones al ayudante.

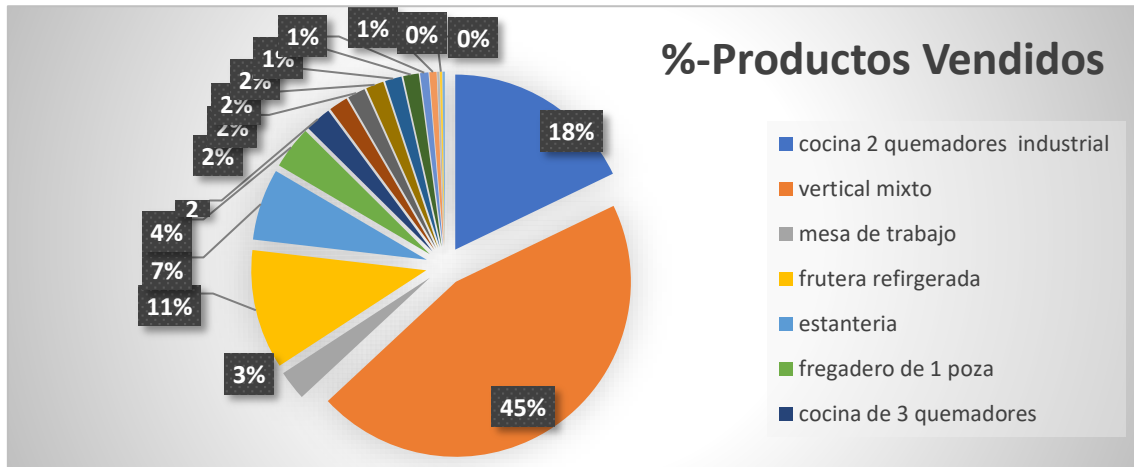
- Ayudante.
 - Dar soporte a al maestro en las tareas a realizar. (Actividad)**
 - Medir
 - Doblar.
 - Soldar.
 - Acabados de los equipos realizados.
 - Limpieza del área de trabajo.

Proceso de producción

Para esta investigación se ha elegido, Vertical mixto, ya que ha obtenido más del 45% de las ventas de los productos más significativos de la empresa en el periodo de enero a octubre del 2022 como se muestra en Figura 6 , en el diagrama de Pastel muestra la cantidad de productos fabricados más importantes y su prioridad para la oportunidad de mejora; el 45% de productos fabricados fueron encontrados en el equipo concluyendo que el principal producto a estudiar es Vertical Mixto, información dada por la administración de la empresa. Un Vertical mixto es una pieza metálica, conformada por diversos accesorios como pueden ser motor enfriador, condensador, cañería, empaques, llantas, luces led, entre las principales. Estas componentes al unirse todas forman un sistema de refrigeración-congelación que son utilizados en la industria para mantener productos sólidos y líquidos en Restaurantes, Hoteles, Carnicerías, supermercados etc.

Figura 6

Productos vendidos en el año 2021-2022

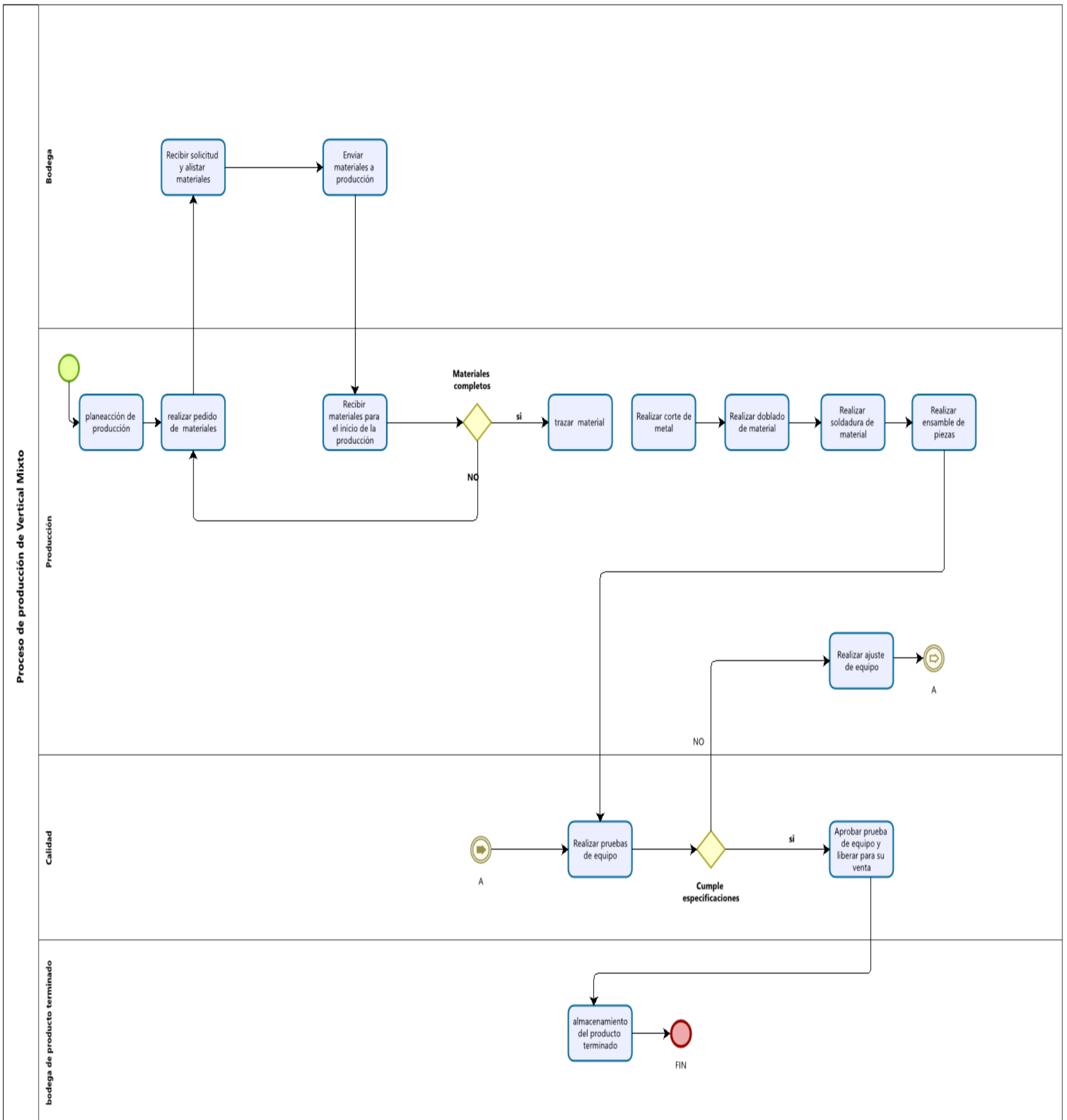


NOTA: La Figura 6 representa los Equipos más representativos y porcentaje de ventas de los equipos fabricados en Metalfrio año 2021-2022.

Elaborado por: El investigador

El proceso de producción de un Vertical mixto consiste en recibir la factura de compra del cliente, luego esto pasa por el área de planeación del producto, quien especifica detalles del nuevo equipo definiendo medidas y características específicas que deberá tener el equipo en fabricación, paralelamente el área de inventarios es el encargado en facilitar los insumos necesarios para fabricar y desarrollar el equipo Vertical Mixto. una vez realizado lo anterior la Administración entrega la orden de trabajo con detalles específicos, Al recibir la orden y la materia prima completa inicia el proceso de trazo del material con medidas específicas. Seguidamente el operario es el encargado en llevar el material al área de corte, después de terminar los cortes, el operario traslada las piezas al área de dobles. Al tener todas las piezas cortadas y dobladas el operario traslada el material al área de ensamble y suelda, una vez concluido el ensamble del equipo es trasladado área de pruebas, aquí se verifica especificaciones y funcionamiento del equipo terminado, por último, el equipo fabricado es llevado al área de stock.

Figura 7
Etapas del proceso Vertical Mixto



NOTA: La Figura 7 representa las etapas de proceso de elaboración Vertical Mixto y las acciones que se deben cumplir para tener el producto final.

Elaborado por: El investigador.

Descripción General de las Áreas de la Empresa

Área de materia prima e insumos.

- **Descripción**

El área de materia prima e insumos, es la encargada de almacenar y dotar los materiales necesarios para de fabricación de los diferentes equipos producidos en la empresa.

- **Ubicación**

El área de materia prima e insumos se localiza en la zona inferior lado derecho de la planta y en la zona inferior intermedio, está ubicado junto a las áreas de stock y del área de producción.

- **Equipos**

Tabla 2

Equipos que intervienen en el área de materia prima e insumos

Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación	Cantidad	Superficie utilizada m ²
Estructura para almacenar laminas	1,36	2,50	1,60	1	1	3,40
Estructura para almacenar perfiles 1	7,00	0,55	2	1	1	3,85
Estructura para almacenar perfiles 2	7,00	0,55	2	1	1	3,85
Estructura para almacenar vidrio	2,30	1,10	1,55	1	1	2,53
Estantería 1	1,16	0,37	2,05	1	1	0,43
Estantería 2	0,8	0,35	1,07	1	1	0,28
Estantería 3	1,00	0,35	2,00	1	1	0,35

Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación	Cantidad	Superficie utilizada m ²
Estantería 4	1,00	0,40	1,36	1	1	0,40
Estantería 5	1,10	0,45	2,4	1	1	0,50
Estantería 6	1,00	0,40	2,00	1	1	0,40
Estantería 7	1,00	0,3	1,97	1	1	0,30
Estantería 8	1,20	0,36	2,00	1	1	0,43
Estantería 9	1,30	0,36	2,00	1	1	0,47
Estantería 10	1,00	0,50	2,36	1	2	0,50
Área Total Utilizada m²						15,15

NOTA: En la Tabla 2 determinamos la cantidad de equipos que intervienen en el área de materia prima e insumos, de esta manera identificamos el área total utilizada en el departamento.

- **Personal**

En la Tabla 3 se identifica la distribución de los operadores con sus cargos de trabajo.

Tabla 3

Distribución de personal del área de Bodega de materia prima e insumos

ÁREA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS						
Cargo	Horario			Genero	Cantidad	
Operario de inventarios	8am	-	5-30pm	Masculino	1	
TOTAL						1

NOTA: Esta Tabla 3 muestra cual es la cantidad de operarios que se encuentra conformada el Área de Bodega de materia prima e insumos dentro de la organización.

Figura 8

Evidencia del área de bodega de materia prima



NOTA: La Figura 8 representa como se encuentra actualmente una parte del espacio de almacenamiento de láminas de acero sin una organización, señalización de espacio y sin la seguridad necesaria para los trabajadores.

Perfiles

Este es el segundo material más importante de la empresa ya que por medio de los perfiles las bases y la estructura se unen para el armado final, este material se divide en varios tipos. Actualmente la empresa posee un sistema de almacenaje para perfiles, ubicado en el área de producción.

Figura 9

Evidencia del área de bodega de perfiles.



NOTA: La Figura 9 se observa perfiles cuadrados y redondos guardadas en áreas sin señalización ni espacio adecuado, generando acumulación de desperdicios y un problema en el flujo de materiales.

Bodega de Insumos

Para que la producción pueda operar normalmente se necesita de insumos y componentes necesarios para cada proceso, este tipo de insumos se guardan en este almacén principal, el operador debe desplazarle a la zona para que le provean de los componentes necesarios para terminar el producto final.

Figura 10

Evidencia del área de bodega de insumos.



NOTA: La Figura 10 representa el estado actual del almacén de insumos donde se puede evidenciar materiales y herramientas en desorden. Los estantes del almacén se encuentran sin señalización y adecuación para un flujo adecuado.

Área de Corte y Dobles.

- **Descripción**

En el Área de Corte y dobles, es donde el operario se encarga de cortar de acuerdo a la medida de los equipos pedidos por los clientes, pasando al proceso de dobles las piezas de acero se van dando forma para ensamblar el producto final.

- **Ubicación**

El área del corte y dobles se localiza en la zona izquierda de la planta desde el lado inferior al superior, está ubicado en la parte izquierda al lado del área de suelda y ensamble.

- **Maquinaria**

Tabla 4

Equipos que intervienen en el área de corte y dobles.

Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación	Cantidad	Superficie utilizada m ²
Mesa trabajo	2,00	1,00	0,96	1	1	2,00
Prensa hidráulica	0,60	0,60	1,50	2	1	0,36
Cizalla	1,52	1,80	2,00	1	1	2,74
Dobladora de metal manual (recta)	2,80	1,40	1,35	1	1	3,92
Dobladora de metal manual (curva)	2,80	0,60	2,00	1	1	1,68
Disco de corte	0,3	0,50	1,40	1	1	0,15
Mesa de corte tubos	4,80	0,75	1,00	1	1	3,60
Área Total Utilizada m²						14,45

NOTA: En la Tabla 4 determinamos la cantidad de equipos que intervienen en el área de Corte y dobles, de esta manera identificamos el área total utilizada en el departamento antes de la mejora de la distribución de planta.

- **Personal**

En la Tabla 5 se muestra la distribución del personal con sus cargos y horarios de trabajo.

Tabla 5

Distribución de personal área de corte y dobles.

AREA DE CORTE Y DOBLES			
Cargo	Horario	Género	Cantidad
Máquinas de corte	8am - 5-30pm	Masculino	1
Máquina de dobles	8am - 5-30pm	Masculino	2
TOTAL			3

NOTA: Esta Tabla 5 muestra cómo se encuentra actualmente conformada el área de corte y dobles dentro de la organización.

Figura 11

Evidencia de peligro en la empresa del área de corte y confección



NOTA: La Figura 11 representa como se encuentra actualmente el área de corte y dobles, se puede apreciar algunas de los problemas de ubicación y señalización en las máquinas, al observar la zona de corte de material se pudo evidenciar que existe gran cantidad de desperdicios botados en el suelo sin un adecuado manejo las cuales originan un peligro de desplazamiento del operador.

Elaborador por: Investigador.

Área de suelda y ensamble.

- **Descripción**

El área donde se encuentra las máquinas y Equipos que permiten el desarrollo y ensamble del producto fabricado final.

- **Ubicación**

El área de suelda y ensamble se encuentra en la mitad de la planta desde la zona inferior hasta la superior, está ubicado en la parte izquierda del área de stock y materia prima.

- **Equipos**

Tabla 6

Equipos que intervienen en el área de suelda y ensamble.

	Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación	Cantidad	Superficie utilizada m ²
Zona 1	Mesa trabajo 1	2,00	1,00	0,96	2	1	2,00
	Suelda mig	0,30	0,95	0,80	1	1	0,29
	Suelda tig	0,10	0,37	0,25	1	1	0,04
	Tanque argón	0,30	0,30	1,45	1	2	0,09
Zona 2	Mesa trabajo 2	1,80	0,95	1,00	2	1	1,71
	Mesa de trabajo 3	2,37	1,23	0,95	2	1	2,92
	Mig BP	0,32	0,50	1,15	1	1	0,16
	Mig Miller	0,45	1,00	1,17	1	1	0,45
	Suelda 220 Bp	0,33	0,80	1,50	1	1	0,26
	Loker herramientas	0,84	0,65	2,00	1	1	0,55
Zona 3	Mesa de trabajo 4	2,3	1,30	0,95	2	1	2,99
	Percha de herramientas 1	1,4	0,30	2	1	1	0,42
	Mesa de trabajo 5	2,23	1,12	0,94	2	1	2,50
	Loker herramientas 2	0,84	0,65	2,25	1	1	0,55
	Mesa de trabajo 5	2,24	1,22	0,9	2	1	2,73
	Tanque de argón	0,23	0,23	1,45	2	1	0,05

Mesa de trabajo 6	2	0,80	0,96	1	1	1,60
Suelda tig	0,2	0,50	0,35	1	1	0,10
Mesa de trabajo 7	2	0,80	0,95	2	1	1,60
Suelda mig Lincoln	0,5	1,00	1,4	1	1	0,50
Mesa de trabajo 8	2,4	1,26	0,94	2	1	3,02
Suelda Lincoln 2	0,9	0,40	0,8	1	1	0,36
Suelda Lincoln 3	0,45	0,65	1,45	1	1	0,29
Área Total Utilizada					2,41	
Zona 1 m²						
Área Total Utilizada					6,05	
Zona 2 m²						
Área Total Utilizada					16,72	
Zona 3 m²						

NOTA: En la Tabla 6 determinamos la cantidad de equipos que intervienen en el área de suelda y ensamble se puede identificar que existen 3 zonas de suelda y ensamble ocupando la mayor cantidad de área utilizada la zona 3 ya que cuenta con más personal trabajando la zona.

Figura 12

Evidencia de la zona 1 del área de suelda y ensamble



NOTA: La Figura 12 representa como está actualmente la zona de suelda y ensamble se puede evidenciar que no existe ninguna señalización del espacio que deben ocupar los equipos utilizados.

Figura 13

Evidencia de la zona 2 del área de suelda y ensamble



NOTA: La Figura 13 representa como está actualmente la Zona de suelda y ensamble 2 se puede evidenciar que no existe ninguna señalización del espacio que deben ocupar los equipos utilizados para el proceso de fabricación del equipo.

Figura 14

Evidencia de la zona 3 del área de suelda y ensamble



NOTA: La Figura 14 representa como está actualmente la zona de suelda y ensamble 3 se puede observar que existe desorganización en los puestos de trabajo y una falta de señalización, adecuación del área establecida para el proceso de fabricación.

- **Máquinas**

En este proceso se utiliza diversos tipos de máquinas que intervienen en proceso fabricación del equipo Tabla 7.

Tabla 7

Máquinas que intervienen en el área de suelda y ensamble.

Máquinas	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación	Cantidad	Superficie utilizada m ²
Taladro pedestal 1	0,30	0,6	1,20	1	1	0,18
Taladro de pedestal 2	0,30	0,6	1,20	1	1	0,18
Suelda laser	0,72	1,5	1,45	1	1	1,08
Troquel 1	0,65	1,00	1,90	1	1	0,65
Compresor	0,85	0,5	1,80	2	1	0,425
Área Total Utilizada m²						2,52

NOTA: En la Tabla 7 determinamos la cantidad de Máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, estas máquinas se encuentran en el área suelda y ensamble, de esta manera identificamos el área total utilizada por las maquinas en el área.

Figura 15

Evidencia de taladro pedestal



NOTA: La Figura 15 se evidencia que el taladro de pedestal de la empresa está ubicado de forma inadecuada y existen objetos que no deberían ocupar el lugar de la herramienta.

Figura 16

Evidencia de taladro y compresor



NOTA: La Figura 16 se observa que el troquel y el compresor están ubicados de forma incorrecta evidenciándose una adecuada disposición de área de las máquinas.

- **Personal**

En la Tabla 8 se muestra la distribución del personal en el área de suelda y ensamble.

Tabla 8

Distribución de personal del área de suelda y ensamble

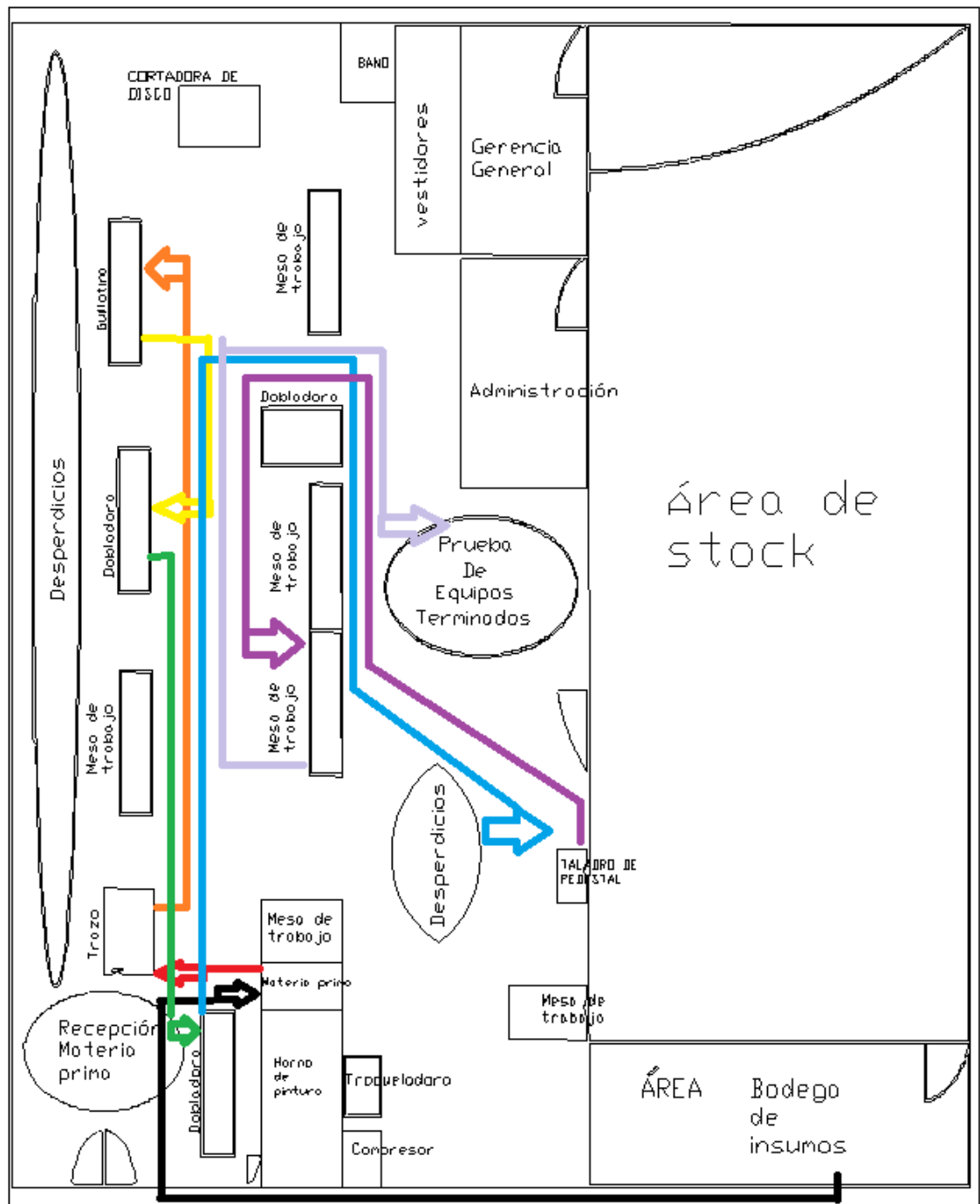
ÁREA SUELDA Y ENSAMBLE			
Cargo	Horario	Género	Cantidad
Operario Suelda-Ensamble	8am - 5-30pm	Masculino	7
TOTAL			7

NOTA: Esta Tabla 8 muestra cómo se encuentra actualmente conformada el área de Suelda y ensamble en la empresa Metalfrio.

Diagrama de recorrido

Figura 17

Diagrama de recorrido distribución de planta actual



NOTA: La Figura 17 se observa el diagrama de recorrido en la planta actual del proceso de fabricación del vertical mixto desde que empieza el proceso de fabricación hasta que termina proceso acabando con el producto final.

Tabla 9

Distancia de recorrido en el proceso

Área de Partida	Área de Destino	Distancia (metros)
Área de bodega de insumos	Área de bodega materia prima	18,87
Área de bodega materia prima	Área de trazos-corte	3,2
Área de trazos	Área de corte	15,8
Área de corte	Área de dobles	4,20
Área de dobles	Área de dobles ovalado	12,9
Área de dobles ovalado	Maquinaria	19,05
Maquinaria	Área de suelda y ensamble	14,9
Área de suelda y ensamble	Área de equipos terminados	11,69
La distancia total de transporte entre operaciones dentro del proceso de fabricación de vertical mixto.		<u>100,61</u>

NOTA: Esta Tabla 9 muestra cómo se encuentra actualmente es el recorrido de materiales de área a área en el cual debe trasladar el operador para la fabricación del producto desde el inicio hasta el final del proceso.

Cursograma analítico del Proceso

Tabla 10

Cursograma analítico vertical mixto

cursograma analítico						METALFRIO	
Diagrama Num:1		Hoja Núm 1		Resumen			
Objeto:Vertical mixto		Actividad		Actual	Propuesta	Diferencia	
Actividad: Proceso de ensamble Vertical mixto		Operación		57:47:49			
Método: Actual/Propuesto		Transporte		0:34:28			
Lugar: PLANTA PRODUCCIÓN METALFRIO		Espera		0:00:00			
Operario (s): Patricio Peralvo		Inspección		2:26:17			
Fecha:16-11-2022		Almacenamiento		0:12:42			
Fecha:24-11-2022		Distancia (m)		267,8			
Aprobado por:		Total		61:01:16			
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones
Revisión de medidas	PASO 1	1	0:10:57		○	●	
Traslado área de materia prima	PASO 2	1	0:00:58	13,3	□	●	
Toma materia prima	PASO 3	4	0:04:05		□	●	
Traslado área de trazos	PASO 4	4	0:01:59	10,4	□	●	
Señala y traza laminas de acero	PASO 5	4	0:17:04		□	●	
Transporte de laminas a cortadora de metal	PASO 6	4	0:02:30	3,7	□	●	
Alista cortadora	PASO 7	1	0:05:34		□	●	
Corta laminas de acero	PASO 8	4	0:41:45		□	●	
Traslado a mesa de trabajo €	PASO 9	4	0:01:37	7,6	□	●	
Traza y corta con tijera Laminas de acero	PASO 10	4	0:26:07		□	●	
Traslado dobladora	PASO 11	4	0:02:55	7,6	□	●	
Cambia muelas de dobladora	PASO 12	1	0:20:10		□	●	
Dobla laminas de Acero	PASO 13	4	0:59:29		□	●	
Traslado área de ensamble	PASO 14	4	0:02:44	7,6	□	●	
Junta de piezas dobladas con playo de presión	PASO 15	4	0:22:30		□	●	
Suelda y une partes del equipo	PASO 16	1	0:48:11		□	●	
Traslado bodega materia prima perfiles	PASO 17	1	0:00:48	13,4	□	●	
Busca Perfil	PASO 18	2	0:34:00		□	●	
Corta Perfiles	PASO 19	1	0:33:18		□	●	
Traslado área de ensamble	PASO 20	4	0:02:22	13,4	□	●	
Suelda partes de base del equipo	PASO 21	2	0:19:16		□	●	
Pinta base del equipo	PASO 22	1	0:04:25		□	●	
Suelda llantas a base del equipo	PASO 23	4	0:14:51		□	●	
Pule estructura de acero	PASO 24	1	0:15:06		□	●	
Coloca estructura en la base	PASO 25	1	0:05:29		□	●	
Suelda base en estructura	PASO 26	1	0:19:34		□	●	
Instalacion de aislamiento	PASO 27	2	0:33:22		□	●	
Traslado bodega de materia prima	PASO 28	1	0:00:54	16,2	□	●	
Toma materia prima	PASO 29	1	0:06:35		□	●	
Traslado bodega materia prima a cortadora	PASO 30	2	0:02:12	18	□	●	
Corta laminas de acero	PASO 31	2	0:32:20		□	●	
Trazado de material	PASO 32	2	0:44:10		□	●	
Traslado a dobladora	PASO 33	1	0:00:55	3,9	□	●	
Dobles de material	PASO 34	1	0:45:02		□	●	
Transporte de piezas área de ensamble	PASO 35	2	0:02:22	7,6	□	●	
Union de piezas con playo	PASO 36	2	0:18:12		□	●	
Suelda de estructura interna con externa	PASO 37	2	0:32:05		□	●	
remachar estructura interna	PASO 38	1	0:30:33		□	●	
Suelda desagüe estructura interna enfriador	PASO 39	1	0:08:04		□	●	
Suelda laterales estructura interna	PASO 40	1	0:17:07		□	●	
traslado loker de herramientas	PASO 41	1	0:01:39	3,9	□	●	
busca taladro	PASO 42	1	0:01:29		□	●	
Ajusta tubería	PASO 43	1	0:01:41		□	●	
Limpia estructura del equipo	PASO 44	1	0:02:22		□	●	

forra partes de estructura internos	PASO 45	1	0:27:55		●					
analiza medidas del equipo	PASO 46	1	0:10:11		●					
Corta hueco para desahue	PASO 47	2	0:11:51		●					
Traslado área de corte	PASO 48	1	0:01:32	10,7	●					
Corta lamina para refuerzos de bandejas	PASO 49	1	0:06:20		●					
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 50	1	0:00:55	10,7	●					
Señala y traza laminas de acero para base	PASO 51	1	0:05:52		●					
Traslado a dobladora	PASO 52	1	0:00:57	7,6	●					
Alista Dobladora	PASO 53	1	0:20:33		●					
Dobla bases	PASO 54	1	0:19:27		●					
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 55	1	0:00:52	7,6	●					
Corta perfiles plasticos	PASO 56	1	0:06:25		●					
Guarda perfiles plasticos	PASO 57	1	0:07:20		●					
Coloca perfil plastico en puertas	PASO 58	2	0:52:06		●					
Coloca perfiles plastico en puertas del equipo	PASO 59	2	1:22:30		●					
Dobla cañería para sistema de refrigeracion del equipo	PASO 60	1	1:15:12		●					
Colocación de cañería en bases	PASO 61	1	1:10:05		●					
doblan refuerzos para base de la cañería	PASO 62	20	1:29:24		●					
Remacha bases	PASO 63	1	0:20:07		●					
Arma bases de cañería	PASO 64	1	0:30:11		●					
Ensamble del sistema de congelación	PASO 65	1	1:30:44		●					
Traslado a taladro	PASO 66	1	0:01:20	8	●					
Taladra Refuerzos	PASO 67	1	0:38:18		●					
Fija refuerzos de repisas interior	PASO 68	1	0:30:10		●					
Limpia lugar de trabajo	PASO 69	1	0:32:12		●					
Señala refuerzos	PASO 70	1	1:19:14		●					
corta con tijera refuerzos	PASO 71	1	0:06:28		●					
Traslado a dobladora	PASO 72	1	0:00:57	13,4	●					
Dobla refuerzos It	PASO 73	20	1:17:06		●					
traslado a cortadora	PASO 74	1	0:00:21	3,9	●					
Corta repisas de Vertical	PASO 75	1	0:45:10		●					
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 76	1	0:00:56	11,5	●					
Instalacion de cañería en equipo	PASO 77	1	0:48:01		●					
Arma condesador	PASO 78	1	0:50:10		●					
Instalación de condensador y filtros	PASO 79	1	1:19:22		●					
Corta estructura para instalación de ventiladores	PASO 80	1	0:45:32		●					
Instalación Fryzer	PASO 81	1	1:01:24		●					
traslado a acortadora	PASO 82	1	0:00:48	11,5	●					
Corta repisas de equipo	PASO 83	1	0:21:02		●					
Traslado a dobladora	PASO 84	1	0:00:25	3,9	●					
Dobles de badeja de equipo	PASO 85	1	1:01:55		●					
Traslado área de ensamble	PASO 86	1	0:00:54	9,8	●					
Asegura estructura con prensas	PASO 87	1	0:30:11		●					
Inyecta poliuretano en equipo	PASO 88	1	1:15:02		●					
Limpieza de prensas sugetadoras	PASO 89	1	0:15:15		●					
Instalacion de bandejas internas	PASO 90	10	1:20:55		●					
Traslado a dobladora	PASO 91	1	0:00:45	9,8	●					
Corta pieza para techo	PASO 92	1	0:24:32		●					
Dobla tapa de techo	PASO 93	1	0:45:11		●					
Traslado área de ensamble	PASO 94		0:00:58	9,8	●					
Coloca y atomilla techo de equipo	PASO 95	1	1:01:22		●					
Arma sistema de motor	PASO 96	1	1:55:02		●					
Instalación de sistema en equipo	PASO 97	1	1:20:44		●					
Intalación de luces led	PASO 98	4	1:36:58		●					
Pone silica en respiraderos para vidrio	PASO 99	8	0:27:48		●					
Pegan vidrio en puertas	PASO 100	4	0:40:06		●					
Realiza conección de luces	PASO 101	1	1:00:50		●					
traslado a cortadora	PASO 102	1	0:00:45	11,5	●					

Corta protección para tubería	PASO 103	1	0:42:06		●					
Traza y dobla protección	PASO 104	4	0:40:22		●					
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 105	1	0:00:55	11,5				●		
Coloca protección en equipo	PASO 106	1	0:42:58		●					
Armado de bandejas	PASO 107	1	0:30:55		●					
Refuerzo de bandejas	PASO 108	1	0:30:22		●					
Suelda bandejas	PASO 109	1	0:15:51		●					
Armado de puertas	PASO 110	1	3:11:04		●					
Instalación de puertas en equipo	PASO 111	1	1:03:02		●					
Montaje de motor	PASO 112	1	4:11:08		●					
Conexión de focos y controles	PASO 113	1	1:11:00		●					
Realiza vacío del equipo	PASO 114	1	0:35:42		●					
Realiza prueba de fugas	PASO 115	1	0:25:05		●					
Conexión eléctrica	PASO 116	1	1:02:43		●					
Prueba de funcionamiento	PASO 117	1	2:05:09					●		
Traslado equipo a bodega de equipos terminados	PASO 118	1	0:05:22							●
Total			61:01:03							

NOTA: Esta Tabla 10 muestra cómo se encuentra actualmente el manejo, las operaciones, la inspección, el almacenaje y los retrasos en las líneas del movimiento del material de una actividad a otra dentro del proceso de producción de Metalfrío. Se puede determinar en la Tabla 10, el tiempo total trabajado por el operador en el proceso de fabricación es de 61 horas 01 minutos con 03 segundos, una distancia de 267,80 metros del desplazamiento y flujo del material desde la recepción de la materia prima hasta la terminación del proceso de fabricación del equipo, no se tomó en cuenta los retrasos de la producción por cuellos de botella e mantenimiento de maquinarias, se puede determinar que en el mayor tiempo empleado es en el proceso de operación, por varias operaciones manuales y de gran tiempo en realizarse como son: suelda, ensamble, instrumentación interna y montaje del motor.

Tabla 11

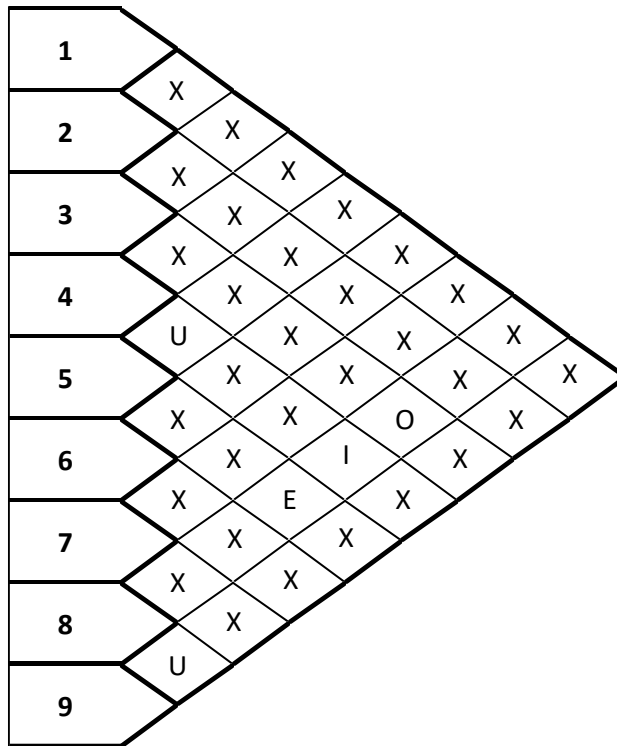
Matriz de recorridos

	HASTA								
DESDE	Area de bodega de insumos	Área de trazos	Area de bodega materia prima	Área de corte	Área de dobles	Área de dobles ovalado	Taladro pedestal	Área de suelda y ensamble	Área de equipos terminados
Área de bodega de insumos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de trazos	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Área de bodega materia prima	0	0	1	0	0	0	0	4	0
Área de corte	0	1	1	1	1	0	0	3	0
Área de dobles	0	0	0	2	1	1	0	5	0
Área de dobles ovalado	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Taladro pedestal	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Área de suelda y ensamble	0	0	0	4	4	1	1	1	1
Área de equipos terminados	0	0	0	0	0	0	0	1	1

	HASTA								
DESDE	Área de bodega de insumos	Área de trazos	Área de bodega materia prima	Área de corte	Área de dobles	Área de dobles ovalado	Taladro pedestal	Área de suelda y ensamble	Área de equipos terminados
Área de bodega de insumos	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Área de trazos		1	1	1	0	0	0	0	0
Área de bodega materia prima			1	1	0	0	0	4	0
Área de corte				1	3	0	0	7	0
Área de dobles					1	1	0	9	0
Área de dobles ovalado						1	0	1	0
Taladro pedestal							1	1	0
Área de suelda y ensamble								1	2
Área de equipos terminados									1

DATOS	
LS	9
LI	0
N° CAT.	6
Rango	1
Adyacentes	0
No Ady.	1

Clasificación	Intervalo	
A	10	11
E	8	9
I	6	7
O	4	5
U	2	3
X	0	1

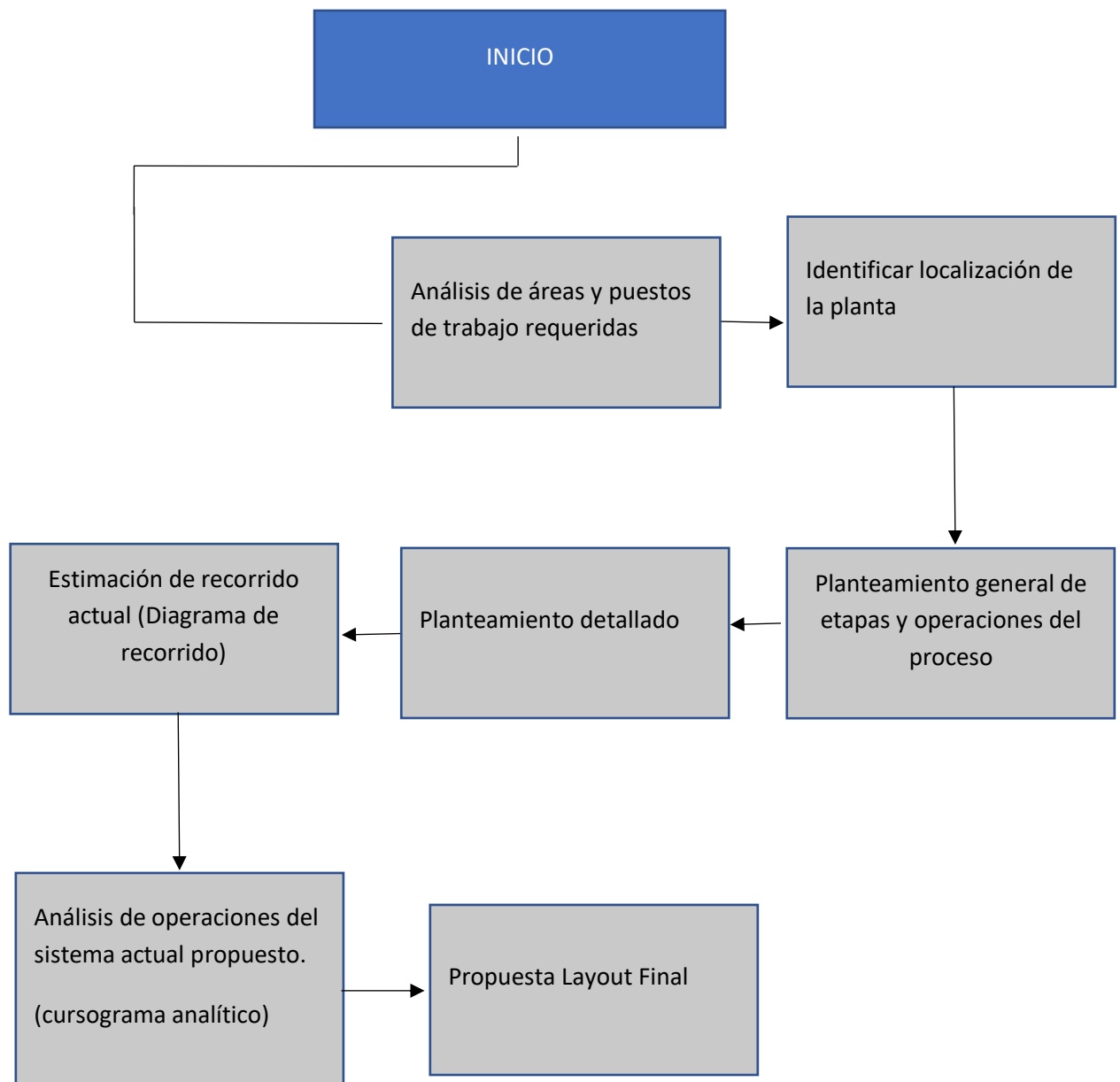


Nota: En la Tabla 11 se evidencia el tránsito que tienen cada una de las áreas al momento de fabricación del producto. El área de suelda-ensamble y el área de dobles son las áreas que presentan mayores interacciones las cuales obtienen 9 interacciones, Así mismo es seguida por el área de suelda-ensamble y el área corte que registra 7 interacciones. Así se evidencia el comportamiento y desplazamientos que se tiene en la empresa metalmecánica.

Área de estudio

- **Dominio:** Tecnología y sociedad
- **Línea de Investigación:** Sistemas Industriales
- **Sublínea de Investigación:** Modelamiento de sistemas industriales, permite identificar y caracterizar un sistema industrial con el objetivo de optimizarlo
- **Campo:** Ingeniería Industrial
- **Área:** Distribución de planta
- **Aspecto:** Mejora de distribución de planta en área de producción (SLP)
- **Objeto de estudio:** Empresa Metalmecánica Metalfrio
- **Período de Análisis:** octubre -2022 – enero -2023

MODELO OPERATIVO



DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

Análisis de áreas y puestos de trabajo requeridas

Se aplicará el método Guerchet para determinar los equipos y áreas que se requiere en el área productiva. Las áreas implicadas en el proceso son las áreas de material prima, cortadora, dobladora, soldadura y ensamble. Para la aplicación del método se debe considerar las siguientes formulas:

- Superficie estática (Ss). Corresponde al área del terreno que ocupan las máquinas y equipos. Se calcula de la siguiente manera:

$$Ss = \text{largo} \times \text{ancho}$$

- Para el caso de equipos cilíndricos se calcula de la siguiente manera: $Ss =$

$$2\pi r^2$$

- Superficie de gravitación (Sg). Es la superficie utilizada por el operario y el equipo para las operaciones de los puestos de trabajo. Se calcula:

$$Sg = Ss \times N$$

N= número de lados.

- Superficie de evolución (Se). Es la reserva entre los puntos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto. Para el cálculo se utiliza el factor K denominado coeficiente de evolución, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos. Se calcula de la siguiente forma:

$$Se = (Ss + Sg) * k$$

Dónde: K= Coeficiente de evolución

- Superficie total (St). Es la sumatoria de la superficie estática, de gravitación y de evolución; multiplicado por el número de máquina de un tipo. Se halla de la siguiente forma:

$$St = (Ss + Sg + Se) * n \text{ Dónde: } n = \text{Número de máquinas. (Ricardo, 2019)}$$

Metodología SLP

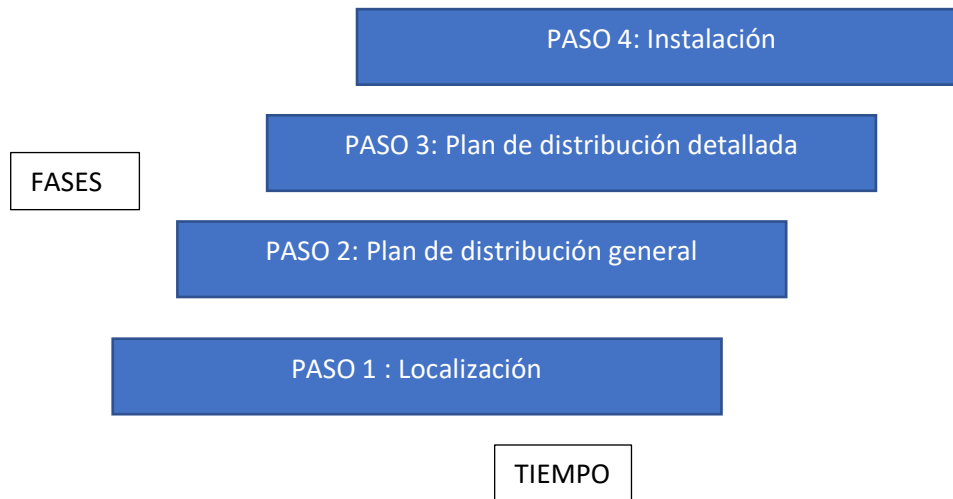
SLP (Systematic layout Plan Ning) este método se usa principalmente para resolver problemas de distribución de planta, el método se lo usa para rediseñar cualquier tipo de planta industrial beneficiando y optimizando los recursos activos de la empresa.

Las fases de la metodología SLP son:

- Localización: Ubicación General de la empresa
- Plan de distribución general: Analizar recorridos del producto a estudiar y las áreas de cada sector
- Plan de distribución detallada: Analizar la efectividad del desplazamiento y flujo de materiales del proceso
- Instalación: Diseñar nuevo Layout conforme al desplazamiento de los equipos y trabajadores. se debe incluir un análisis de los movimientos que realizan los operadores, los ajustes necesarios de la maquinaria utilizada en el proceso productivo y los equipos de trabajo involucrados en el desarrollo de fabricación de vertical mixto.

Figura 18

Fases SLP



NOTA: En la Figura 18 muestra cómo son las fases de la metodología SLP en su aplicación.

Elaborado por: El investigador

Estimación de recorrido actual (Diagrama de recorrido)

El diagrama planimétrico de flujo o diagrama de recorrido es una representación gráfica sobre plano del área en la cual se desarrolla la actividad, con las ubicaciones indicadas de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los hombres y/o de los materiales. Es un diagrama que se emplea para establecer el recorrido de un solo producto o proceso. Este diagrama permite identificar las posibles áreas congestionadas, determinar los avances y retrocesos del proceso y facilitar el desarrollo de una mejor distribución de la planta. (Piqueras, 2022).

Mediante el análisis de recorrido de material se observará la distribución propuesta en la empresa Metalfrio, Este diagrama nos ayudará a determinar cuál será la mejor opción de diseño de planta actual.






Análisis de operaciones del sistema actual propuesto.

El cursograma analítico o diagrama de flujo de operaciones es una herramienta que se aplica para determinar la secuencia de operaciones, actividades, transportes, esperas, almacenamiento que realiza el operador en el proceso productivo, Este diagrama muestra el inicio del proceso, ejecución del proceso y el final del proceso este diagrama nos ayuda a visualizar un análisis más profundo y detallado proporcionando información para una mejora.

Se realizará un cursograma analítico desde el comienzo hasta el final del proceso de fabricación de vertical Mixta reflejando las acciones que involucran a la fabricación del producto hasta ser completado. Véase en la Figura 7.

Figura 19

Símbolo cursograma Analítico

Símbolo	Denominación	Descripción
	Operación	Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. En procedimientos administrativos, brindar información, emitir un formulario, etc.
	Inspección	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas.
	Transporte	Indica el traslado físico de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. En procedimientos administrativos el traslado de un formulario.
	Espera	Indica que hay un elemento dado detenido esperando a que se produzca un acontecimiento determinado. Periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén según un criterio determinado de clasificación.

NOTA: En la Figura 19 muestra cómo son los símbolos para la elaboración de un cursograma analítico. Elaborado por: (Debategraph, 2021)

Propuesta Rediseño Layout Final

El objetivo de un rediseño de planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización. (Lopez, 2022).

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Tema: Mejora de la distribución de planta en el área de producción en la empresa Metalfrio.

En fundamento a la información obtenida en Capítulo II Situación actual, mediante la aplicación del método guerchet se realizará la obtención de áreas idóneas para cada área de la planta lo que procura establecer áreas aptas para la realización de cada operación , a continuación se realizara la aplicación del método (SLP),seguido del análisis de las operaciones con el método, cursograma analítico, diagrama de recorrido, análisis de costos y por último una matriz de actividades para el desarrollo del proyecto de rediseño de la planta, lo que este proyecto procura es reducir los tiempos de fabricación del producto, reducción del recorrido de materiales y reducción de los costos de producción en la empresa.

Análisis de áreas y puestos de trabajo requeridas

Para una óptima distribución detallada de las áreas, equipos y maquinas en área de producción de la empresa Metalfrio, se aplicará el método Guerchet para así determinar las áreas y los espacios físicos que deben ocupar cada departamento y maquinaria utilizada en el proceso de fabricación de Vertical Mixto. El objetivo de este análisis es establecer áreas y rutas de desplazamiento idóneas para un traslado de personal y de material. El área con mayor cantidad de espacio físico ocupado, son las áreas de suelda y ensamble como se evidencia en la Tabla 6 .

Para la aplicación del método de Guerchet debemos de tener las consideraciones siguientes:

Para calcular el coeficiente K se ha tomado la altura promedio de los operarios de 1,70 metros.

H1: Altura Promedio de los elementos móviles

H2: Altura promedio de los elementos estáticos

$$K = \frac{H1}{2 \times H2}$$

Se = Superficie de evolución = $(Ss + Sg) K$

Ss = Superficie estática = *Largo x Ancho*

Sg = Superficie gravitacional = $Ss \times N$

RESULTADO FINAL PARA EL ÁREA

$$St = N (Ss + Sg + Se).$$

Tabla 12

Área requerida del área de bodega de materia prima e insumo

Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación(N)	Cantidad(n)	Superficie utilizada m ² (Ss)	Superficie Gravitacional Sg=Ss x N	K	superficie de evolución Se=K(SS+Sg)	Superficie por equipo (m ²)	Superficie Total St=n(Ss+Sg+Se)
Estructura para almacenar laminas	1,36	2,50	1,60	1	1	3,40	3,40	0,52	3,54	10,34	10,34
Estructura para almacenar perfiles 1	7,00	0,55	2	1	1	3,85	3,85		4,00	11,70	11,70
Estructura para almacenar perfiles 2	7,00	0,55	2	1	1	3,85	3,85		4,00	11,70	11,70
Estructura para almacenar vidrio	2,30	1,10	1,55	1	1	2,53	2,53		2,63	7,69	7,69
Estantería 1	1,16	0,37	2,05	1	1	0,43	0,43		0,45	1,30	1,30
Estantería 2	0,8	0,35	1,07	1	1	0,28	0,28		0,29	0,85	0,85
Estantería 3	1,00	0,35	2,00	1	1	0,35	0,35		0,36	1,06	1,06
Estantería 4	1,00	0,40	1,36	1	1	0,40	0,40		0,42	1,22	1,22
Estantería 5	1,10	0,45	2,4	1	1	0,50	0,50		0,51	1,50	1,50
Estantería 6	1,00	0,40	2,00	1	1	0,40	0,40		0,42	1,22	1,22
Estantería 7	1,00	0,3	1,97	1	1	0,30	0,30		0,31	0,91	0,91
Estantería 8	1,20	0,36	2,00	1	1	0,43	0,43		0,45	1,31	1,31
Estantería 9	1,30	0,36	2,00	1	1	0,47	0,47		0,49	1,42	1,42
Estantería 10	1,00	0,50	2,36	1	2	0,50	0,50		0,52	1,52	3,04

área de materia prima	41,44
área de insumos	13,84

	ÁREA ANTES DEL METODO	ÁREA DESPUES DEL METODO
Área Total Utilizada m²	17,68	55,28

NOTA: En la Tabla 12 se puede observar la aplicación del método Guerchet en el área de bodega de materia prima e insumos obteniendo el área requerida para cada uno de los equipos que intervienen en el departamento y del área total utilizada.

Tabla 13

Área requerida del área de corte y dobles

Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación (N)	Cantidad(n)	Superficie utilizada m ² (Ss)	Superficie Gravitacional Sg=Ss x N	K	superficie de evolución Se=K(SS+Sg)	Superficie por equipo (m ²)	Superficie Total St=n(Ss+Sg+Se)
Mesa trabajo	2,00	1,00	0,96	1	1	2,00	2,00	0,52	2,08	6,08	6,08
Prensa hidráulica	0,60	0,60	1,50	2	1	0,36	0,72		0,13	1,21	1,21
Cizalla	1,52	1,80	2,00	1	1	2,74	2,736		3,89	9,36	9,36
Dobladora de metal manual (recta)	2,80	1,40	1,35	1	1	3,92	3,92		7,99	15,83	15,83
Dobladora de metal manual (curva)	2,80	0,60	2,00	1	1	1,68	1,68		1,47	4,83	4,83
Disco de corte	0,3	0,50	1,40	1	1	0,15	0,15		0,01	0,31	0,31
Mesa de corte tubos	4,80	0,75	1,00	1	1	3,60	3,60		6,74	13,94	13,94

área de trazos	6,08
área de corte	23,62
área de dobles recto	15,83
área de dobles curvo	6,04

	ÁREA ANTES DEL METODO	ÁREA DESPUES DEL METODO
Área Total Utilizada m²	14,45	51,57

NOTA: En la Tabla 13 se puede apreciar la aplicación del método Guerchet para el área de corte y dobles donde se determinó la superficie para cada equipo que intervine en el proceso productivo y de igual manera se obtuvo el área total que debe tener el departamento.

Tabla 14

Área requerida del área de suelda y ensamble

	Equipos	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(cm)(H)	Número de lados de operación (N)	Cantidad(n)	Superficie utilizada M2(SS)	Superficie Gravitacional Sg=Ss x N	K	superficie de evolución Se=K(SS+Sg)	Superficie por equipo (m2)	Superficie Total St=n(Ss+Sg+Se)
Zona 1	mesa trabajo 1	2	1	0,96	2	1	2	4		3,12	9,12	9,12
	suelda mig	0,30	0,95	1	1	1	0,29	0,29		0,30	0,87	0,87
	suelda tig	0,10	0,37	0,25	1	1	0,04	0,04		0,04	0,11	0,11
	tanque argon	0,3	0,30	1,45	1	2	0,09	0,09		0,09	0,27	0,55
Zona 2	mesa trabajo 2	1,80	0,95	1	2	1	1,71	3,42		2,67	7,80	7,80
	mesa de trabajo 3	2,37	1,23	0,95	2	1	2,92	5,83		4,55	13,29	13,29
	mig BP	0,32	0,50	1,15	1	1	0,16	0,16		0,17	0,49	0,49
	mig miller	0,45	1	1,17	1	1	0,45	0,45		0,47	1,37	1,37
	Suelda 220 Bp	0,33	0,80	1,50	1	1	0,26	0,26		0,27	0,80	0,80
	loker herramientas	0,84	0,65	2	1	1	0,55	0,55		0,57	1,66	1,66
Zona 3	mesa de trabajo 4	2,3	1,30	0,95	2	1	2,99	5,98		4,66	13,63	13,63
	percha de herramientas 1	1,40	0,30	2	1	1	0,42	0,42	0,52	0,44	1,28	1,28
	mesa de trabajo 5	2,23	1,12	0,94	2	1	2,50	5		3,90	11,39	11,39
	loker herramientas 2	0,84	0,65	2,25	1	1	0,55	0,55		0,57	1,66	1,66
	mesa de trabajo 5	2,24	1,22	0,90	2	1	2,73	5,47		4,26	12,46	12,46
	tanque de argon	0,23	0,23	1,45	2	1	0,05	0,11		0,08	0,24	0,24
	mesa de trabajo 6	2	0,80	0,96	1	1	1,60	1,60		1,66	4,86	4,86
	suelda tig	0,20	0,50	0,35	1	1	0,10	0,10		0,10	0,30	0,30
	mesa de trabajo 7	2	0,80	0,95	2	1	1,60	3,20		2,50	7,30	7,30
	suelda mig lincon	0,5	1	1,4	1	1	0,50	0,50		0,52	1,52	1,52
	mesa de trabajo 8	2,4	1,26	0,94	2	1	3,02	6,05		4,72	13,79	13,79
	suelda lincon 2	0,9	0,40	0,8	1	1	0,36	0,36		0,37	1,09	1,09
	suelda lincon 3	0,45	0,65	1,45	1	1	0,29	0,29		0,30	0,89	0,89

	ÁREA ANTES DEL METODO	ÁREA DESPUES DEL METODO
Área Total Utilizada Zona 1 m²	2,41	10,65
Área Total Utilizada Zona 2 m²	6,05	25,41
Área Total Utilizada Zona 3 m²	16,72	70,42
TOTAL DEL ÁREA	25,17	106,47

NOTA: En la Tabla 14 se puede apreciar la aplicación del método Guerchet para el área de suelda y ensamble donde se determinó el área requerida para los equipos que intervienen en la zona 1, 2 y 3 y de igual manera se obtuvo el área total que debe tener cada zona y el área total del departamento.

Tabla 15

Área requerida de máquinas utilizadas

Maquinas	Lado(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Número de lados de operación (N)	Cantidad(n)	Superficie utilizada m ² (Ss)	Superficie Gravitacional Sg=Ss x N	K	superficie de evolución Se=K(SS+Sg)	Superficie por equipo (m ²)	Superficie Total St=n(Ss+Sg+Se)
taladro pedestal 1	0,30	0,6	1,20	1	1	0,18	0,18	0,52	0,19	0,55	0,55
taladro de pedestal 2	0,30	0,6	1,20	1	1	0,18	0,18		0,19	0,55	0,55
suelda laser	0,72	1,5	1,45	1	1	1,08	1,08		1,12	3,28	3,28
troquel 1	0,65	1,00	1,90	1	1	0,65	0,65		0,68	1,98	1,98
compresor	0,85	0,5	1,80	2	1	0,425	0,85		0,66	1,94	1,94

	ÁREA ANTES DEL METODO	ÁREA DESPUES DEL METODO
Área Total Utilizada m²	2,52	8,29

NOTA: En la Tabla 15 se puede observar la superficie total requerida para cada máquina que intervine en el proceso productivo

Tabla 16

Áreas requeridas por departamentos

TOTAL DEL ÁREA	Abreviatura	Cantidad m²
Área de Materia prima	AMP	41,44
Área de insumos	AI	13,84
Área de trazos	AT	6,08
Área de corte	AC	23,62
Área de dobles recto	ADR	15,83
Área de dobles curvo	ADC	6,04
Área de suelda y ensamble	ASE	81,07
Área de equipos terminados	AET	25,41
Maquinaria	MQ	8,29
TOTAL DEL ÁREA		221,62 m²

NOTA: En la Tabla 16 se puede observar las áreas requeridas para cada departamento que interviene en el proceso productivo y el área total requerida para el área de producción de la empresa.

Análisis de metodología SLP

La metodología SLP (Systematic Layout Planning) se basa en un enfoque organizacional de procesos, fijando un cronograma de operacional de fases las cuales determinan normas aceptables que ayudan a, valorar, identificar y visualizar los componentes que intervienen en la fabricación del producto final. En la Figura 18 se identifica los pasos para identificar la distribución de planta.

El método SLP se enfoca en 5 elementos principales

1. Producto y Material (P)
2. Cantidad y volumen (Q)
3. Recorrido (R)
4. Actividades de soporte (S)
5. Tiempos y movimientos (T)

En la Tabla 17 se determinará las fases que intervienen en el método SLP que intervienen en la distribución propuesta en el área de producción de la empresa Metalfrio con el objetivo final de implantar un nuevo rediseño de layout.

Tabla 17

Fases SLP (Systematic Layout Planning)

FASES		DESCRIPCIÓN
Fase I	Localización	Metalfrio se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en el sector de Cotocollao como se muestra en la Figura 2 , Conforme al diagnóstico actual de Metalfrio en el Capítulo II, se determinó que el área de estudio es el área de producción ya que cuenta con una distribución ineficiente que provoca retrasos, mal manejo de materiales y una inadecuada ubicación de las áreas de trabajo.
Fase II	Planteamiento detallado	Metalfrio cuenta con una superficie Total disponible de 600 m ² , para el área de producción se requiere un área de 221,62, como se muestra en la Tabla 16. se tienen las medidas de cada departamento que interviene en el proceso de fabricación de vertical mixto
Fase III	Planteamiento detallado	Para la continuación de la de la fase III, se realizó un análisis con anterioridad de la operación y recorrido del material en el área de producción, donde se determinó de acuerdo al cursograma Vertical Mixto tiene un tiempo de producción de 3661,16 minutos, Para el rediseño del Layout se requerirá utilizar la metodología SLP mediante la aplicación del software CORELAP que mediante la relación de departamentos de la Tabla 11 se determinará un adecuado rediseño para la planta de producción.
Fase IV	Instalación	Para la instalación del nuevo Layout se determinará mediante un diagrama de recorrido y un cursograma analítico para comprobar si el tiempo de fabricación y distancia de recorrido disminuyo, se realizará un análisis de costos para la factibilidad de la aplicación del rediseño de la planta.

NOTA: En Tabla 17 se puede observar el desarrollo de la metodología SLP en Metalfrio

Evaluación de interacciones mediante el programa CORELAP

Para proceder a la evaluación en el programa Corelap se procederá a realizar para las áreas que intervienen en el proceso de fabricación, estas valoraciones se determinan mediante parámetros, el valor de las relaciones y cantidad de veces que se relacionas cada departamento para la realización del producto final.

Indicador

A = Absolutamente necesario

E = Especialmente importante

I = Importante

O = Importancia ordinaria

U= No importante

X= Indeseable

Para la evaluación de los parámetros en el software corelap se utilizará el diagrama de relación que se encuentra en la Tabla 11 con el cual se tomará en cuenta para la evaluación de relaciones de cada departamento.

FASE N°1

Para la utilización del software empezaremos por la primera fase que es ingresar la cantidad de departamentos, nombre del departamento, tamaño m² y superficie disponible en la fábrica. De igual manera se procede ingresar los parámetros que determinan el paso de relaciones de cada departamento.

Figura20

Fase N° 1 Corelap

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	AI	13,84
2	AT	6,08
3	AMP	41,44
4	AC	23,62
5	ADR	15,83
6	ADC	6,04
7	MQ	8,29
8	ASE	81,07
9	AET	25,41

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =
 E =
 I =
 O =
 U =
 X =

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

TOTAL DEL ÁREA	Abreviatura
Área de Materia prima	AMP
Área de insumos	AI
Área de trazos	AT
Área de corte	AC
Área de dobles recto	ADR
Área de dobles curvo	ADC
Área de suelda y ensamble	ASE
Área de equipos terminados	AET
Maquinaria	MQ

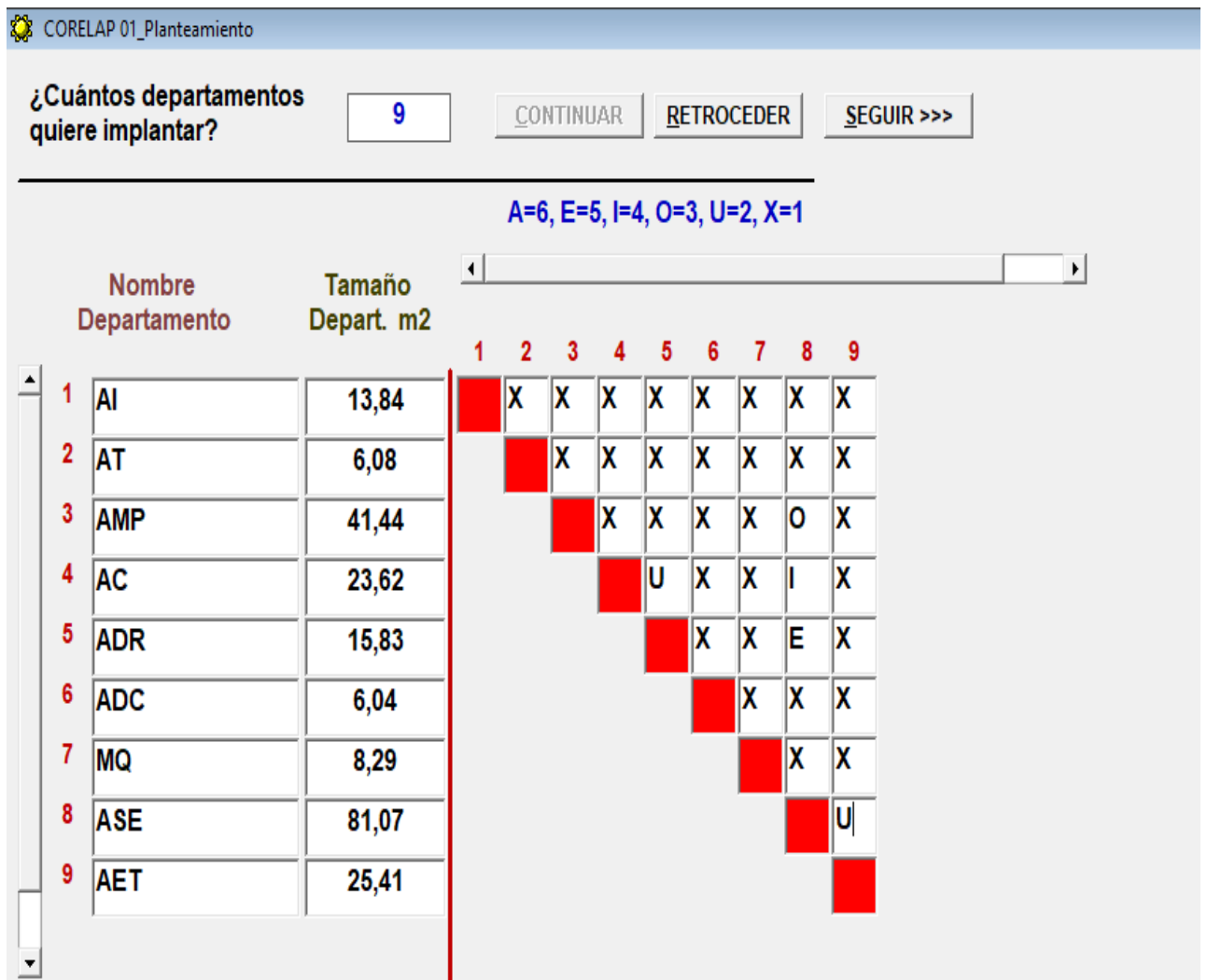
NOTA: En la Figura20 se puede observar el nombre de cada departamento que interviene en el proceso y el tamaño m2 que ocupa cada uno.

FASE N°2

Para la evaluación de relaciones en el software corelap se utilizará el diagrama de relación que se encuentra en la Tabla 11 con el cual se tomará en cuenta para la evaluación de relación de cada departamento.

Figura 21

Fase N°2 Corelap



NOTA: En la Figura 21 se puede observar la matriz de relación en el software para proceder a evaluar las relaciones de cada departamento.

FASE N°3

En la fase N° 3 se muestra los resultados de la fase N°2, en esta fase obtenemos TCR (las calificaciones de cercanía que tiene cada departamento) en donde se encuentra en orden los departamentos dependiendo de su importancia y de igual manera dando el resultado del área requerida para cada área que se estableció previamente.

Figura 22

Fase N°3 Corelap



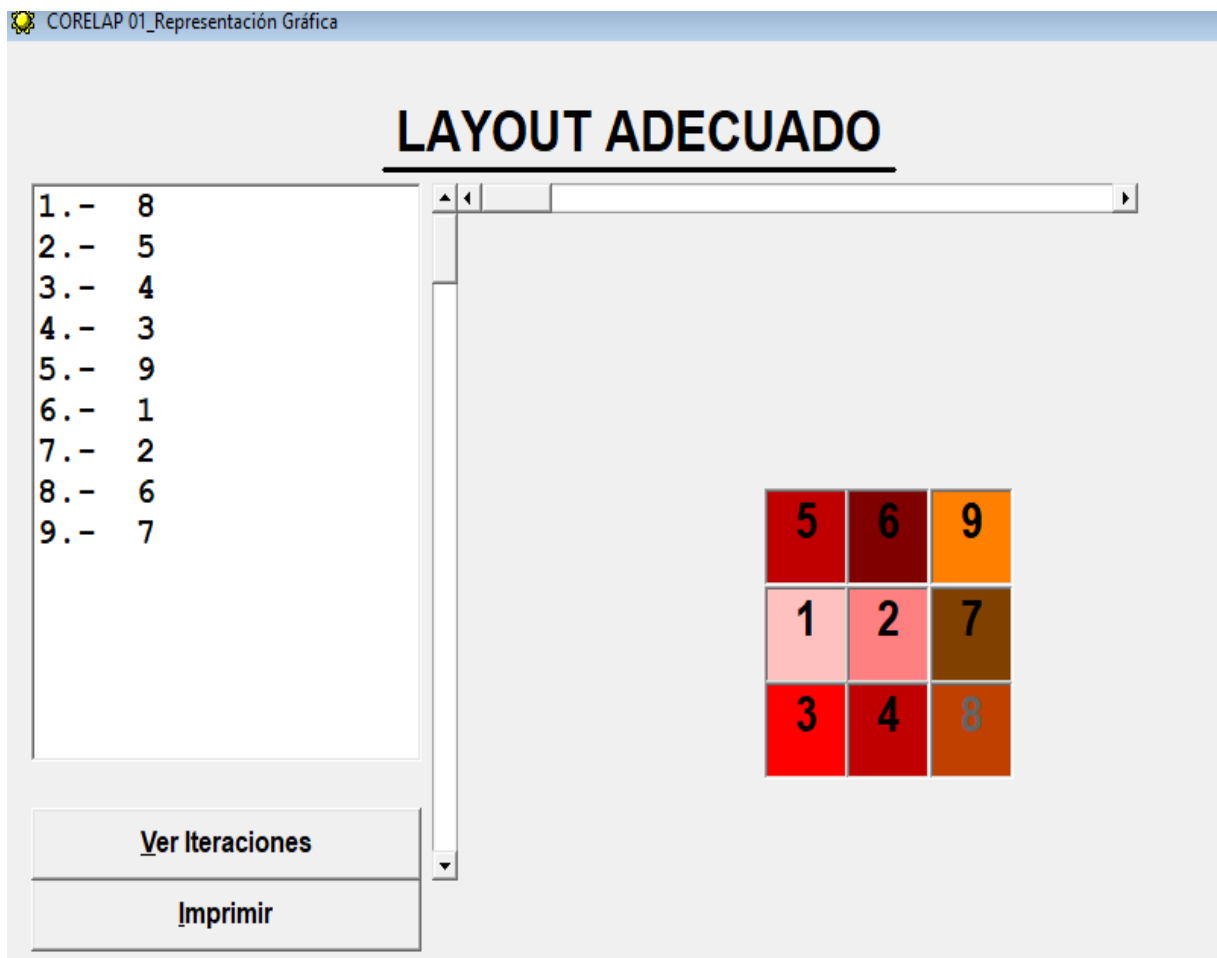
NOTA: En la Figura 22 se puede observar los factores de importancia y cercanía de cada departamento.

FASE N°4

De acuerdo a la importancia e interacciones de cada área el programa corelap procede a evaluar y relacionar a los departamentos que tienen más incidencia e importancia al estar juntos, En este paso se obtiene una distribución correcta para el rediseño de la distribución de planta de la empresa Metalfrio, como se muestra en la Figura 23.

Figura 23

Fase N° 4 Corelap



NOTA: En la Figura 23 se puede observar la propuesta de Layout adecuado mediante la utilización de corelap.

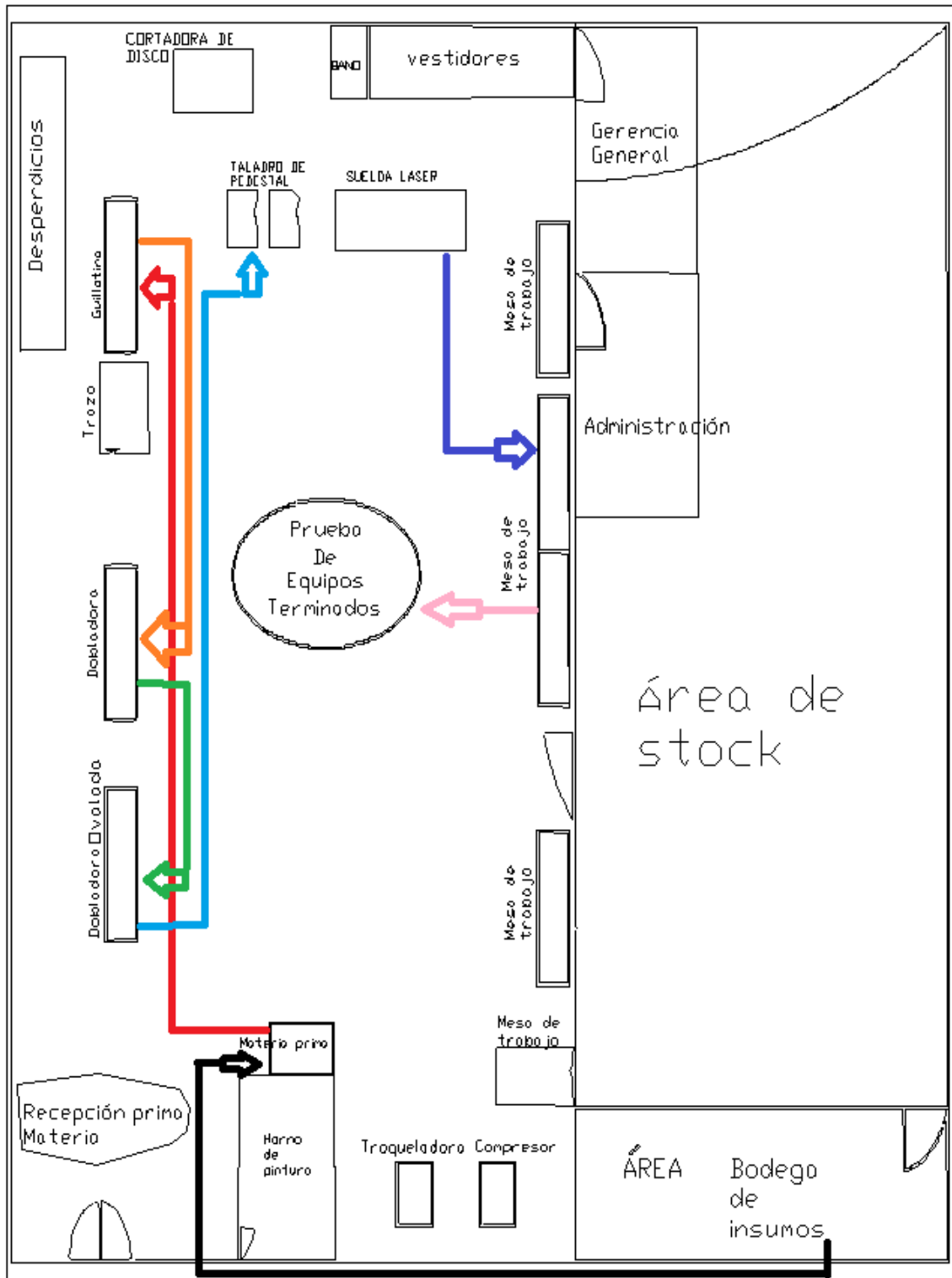
Recorrido del material propuesto por Corelap

Al observar a la Figura 24 del layout propuesto , donde la Dobladora para ovalar metal se trasladó al lado izquierdo junto a la dobladora de metal de láminas rectas, en el área donde se desarrolla el proceso de suelda y ensamble los equipos como: máquinas de soldar, mesas de trabajo, lokers de herramientas se trasladaron al lado derecho de la planta para así obtener un mejor flujo de materiales, también se colocaron las máquinas que intervienen en el procesos en el centro de la planta , con la finalidad de facilitar el proceso sin provocar retrasos en la producción.

El rediseño de layout de acuerdo con el resultado de corelap, va obtener una incidencia positiva en el proceso de fabricación debido a que existe una mejora en la secuencia de los procesos que intervienen y la disminución de distancias recorridas por el operario. Al determinar al nuevo layout Figura 24 , Se puede determinar las nuevas rutas de desplazamiento, encontrando un nuevo recorrido y una adecuada distribución de las áreas para la fabricación del producto.

Figura 24

Layout propuesto mediante el programa corelap



NOTA: En esta Figura 24 se puede observar la nueva ruta de desplazamiento y la disminución de recorrido en el proceso de fabricación de vertical mixto.

Tabla 18

Distancia recorrida en el proceso

Área de Partida	Área de Destino	Distancia (metros)
Área de bodega de insumos	Área de bodega materia prima	18,87
Área de bodega materia prima	Área de trazos - corte	15,80
Área de trazos - corte	Área de dobles	4,20
Área de dobles	Área de dobles ovalado	3,80
Área de dobles ovalado	Maquinaria	8,90
Maquinaria	Área de suelda y ensamble	6,60
Área de suelda y ensamble	Área de equipos terminados	4,40
La distancia total de transporte entre operaciones dentro del proceso de fabricación de vertical mixto. Antes de la implementación		100,61
La distancia total de transporte entre operaciones dentro del proceso de fabricación de vertical mixto.		62,57

NOTA: Esta Tabla 18 muestra cómo se encuentra actualmente las distancias entre operaciones de área a área en el cual se observa una disminución de distancia con la implementación.

Análisis de operaciones del sistema actual propuesto.

Basado en el rediseño de Layout, se realizará el diagrama de operaciones para verificar si existe una reducción de tiempos y recorrido, desplazamiento, almacenamiento, distribución de materiales, inspección para así la obtención de los resultados esperados mediante la adecuación.

Tabla 19

Cursograma analítico layout actual

cursograma analítico						METALFRIO		
Diagrama Num:1		Hoja Núm 1		Resumen				
Objeto:Vertical mixto		Actividad		Actual	Propuesta	Diferencia		
Actividad: Proceso de ensamble Vertical mixto		Operación		53:46:48	56:40:29	4:23:29		
Método: Actual/Propuesto		Transporte		0:11:47				
Lugar: PLANTA PRODUCCIÓN METALFRIO		Espera		0:00:00				
Operario (s): Patricio Peralvo		Inspección		2:26:17				
Fecha:16-11-2022		Almacenamiento		0:12:42				
Aprobado por:		Fecha:24-11-2022		Distancia (m)		198,4	198,4	69,4
Total				56:40:29				
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Revisión de medidas	PASO 1	1	0:10:57	○				
Traslado área de materia prima	PASO 2	1	0:00:58	13,3	□	→		
Toma materia prima	PASO 3	4	0:02:05		○			
Traslado área de trazos-corte	PASO 4	4	0:01:09	15,8	□	→		
Señala y traza laminas de acero	PASO 5	4	0:17:04		○			
Alista cortadora	PASO 6	1	0:05:34		□			
Corta laminas de acero	PASO 7	4	0:41:45		○			
Traza y corta con tijera Laminas de acero	PASO 8	4	0:26:07		□			
Traslado dobladora	PASO 9	4	0:02:55	4,2	→			
Cambia muelas de dobladora	PASO 10	1	0:20:10		○			
Dobla laminas de Acero	PASO 11	4	0:59:29		□			
Traslado área de ensamble	PASO 12	4	0:00:25	6,6	→			
Junta de piezas dobladas con playo de presión	PASO 13	4	0:20:30		○			
Suelda y une partes del equipo	PASO 14	1	0:40:11		□			
Traslado bodega materia prima perfiles	PASO 15	1	0:00:27	13,9	→			
Busca Perfil	PASO 16	2	0:34:00		○			
Corta Perfiles	PASO 17	1	0:28:18		□			
Traslado área de ensamble	PASO 18	4	0:00:27	13,9	→			
Suelda partes de base del equipo	PASO 19	2	0:19:16		○			
Pinta base del equipo	PASO 20	1	0:04:25		□			
Suelda llantas a base del equipo	PASO 21	4	0:14:51		○			
Pule estructura de acero	PASO 22	1	0:14:06		□			
Coloca estructura en la base	PASO 23	1	0:05:29		○			
Suelda base en estructura	PASO 24	1	0:18:34		□			
Instalacion de aislamiento	PASO 25	2	0:31:22		○			
Toma materia prima	PASO 26	1	0:06:35		□			
Corta laminas de acero	PASO 27	2	0:32:20		○			
Trazado de material	PASO 28	2	0:44:10		□			
Traslado a dobladora	PASO 29	1	0:00:26	6,9	→			
Dobles de material	PASO 30	1	0:43:02		○			
Transporte de piezas área de ensamble	PASO 31	2	0:00:26	6,9	→			
Union de piezas con playo presión	PASO 32	2	0:18:12		○			
Suelda de estructura interna con externa	PASO 33	2	0:32:05		□			
remachar estructura interna	PASO 34	1	0:30:33		○			
Suelda desague exrructura interna enfriador	PASO 35	1	0:08:04		□			
Suelda laterales estructura interna	PASO 36	1	0:17:07		○			
busca taladro	PASO 38	1	0:01:29		□			
Ajusta tubería	PASO 39	1	0:01:41		○			
Limpia estructura del equipo	PASO 40	1	0:02:22		□			
forra partes de estructura internos	PASO 41	1	0:27:55		○			
analiza medidas del equipo	PASO 42	1	0:10:11		□			
Corta hueco para desahue	PASO 43	2	0:11:51		○			
Traslado área de corte	PASO 44	1	0:00:25	10,9	→			
Corta lamina para refuerzos de bandejas	PASO 45	1	0:06:20		□			

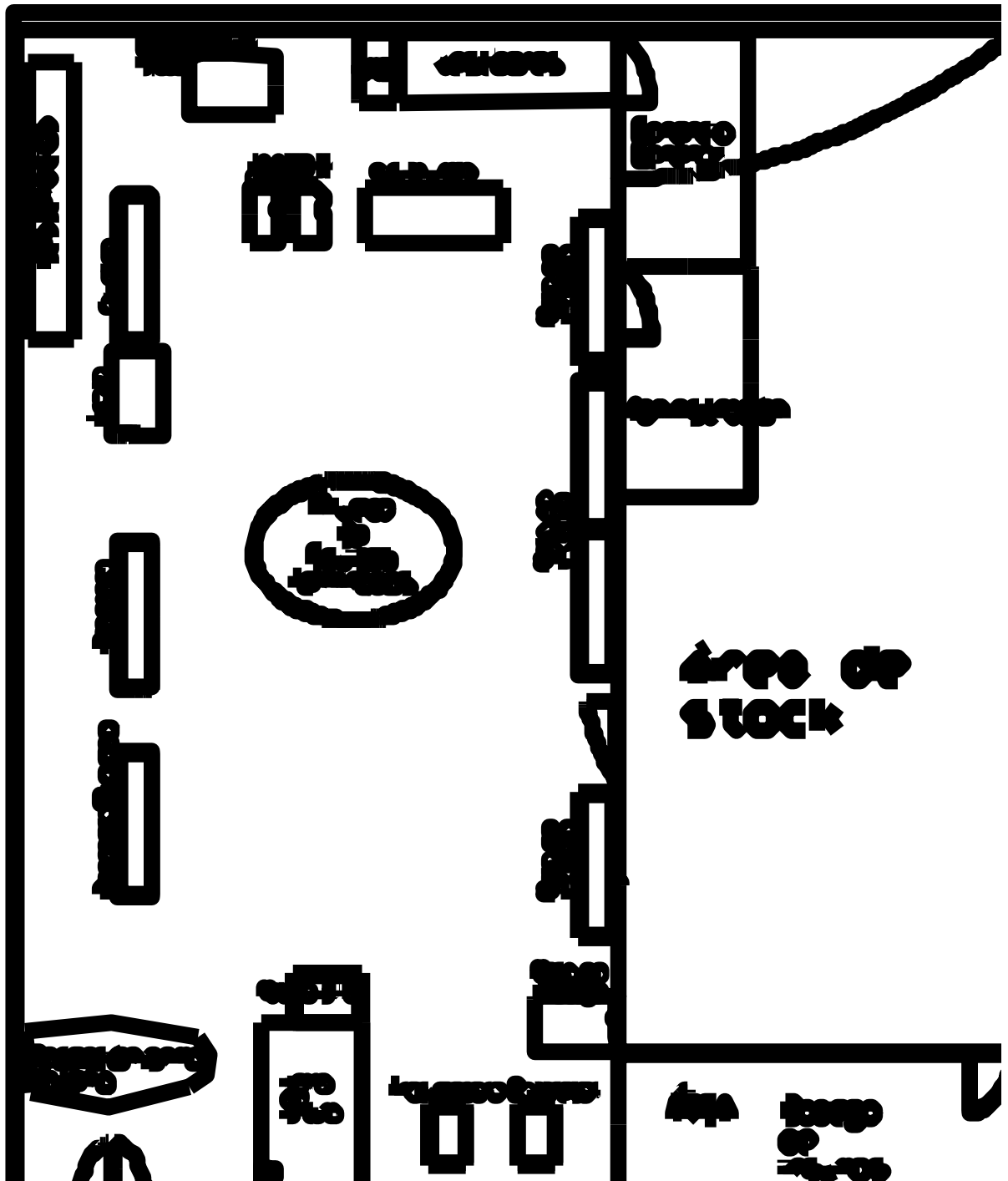
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 46	1	0:00:25	10,9					
Señala y traza laminas de acero para base	PASO 47	1	0:05:52						
Traslado a dobladora	PASO 48	1	0:00:20	6,9					
Alista Dobladora	PASO 49	1	0:10:33						
Dobla bases	PASO 50	1	0:19:27						
traslado a dobladora ovalada	PASO 51	1	0:00:17	4,6					
dobla laterales	PASO 52	2	0:08:11						
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 53	1	0:00:22	9,3					
Corta perfiles plasticos	PASO 54	1	0:04:25						
Guarda perfiles plasticos	PASO 55	1	0:07:20						
Coloca perfil plastico en puertas	PASO 56	2	0:42:06						
Coloca perfiles plastico en puertas del equipo	PASO 57	2	1:02:30						
Dobla cañería para sistema de refrigeracion del equipo	PASO 58	1	1:05:12						
Colocación de cañería en bases	PASO 59	1	1:00:05						
doblan refuerzos para base de la cañería	PASO 60	20	1:02:24						
Remacha bases	PASO 61	1	0:20:07						
Arma bases de cañería	PASO 62	1	0:30:11						
Ensamble del sistema de congelación	PASO 63	1	1:30:44						
Traslado a taladro	PASO 64	1	0:00:20	9,6					
Taladra Refuerzos	PASO 65	1	0:38:18						
Fija refuerzos de repisas interior	PASO 66	1	0:30:10						
Limpia lugar de trabajo	PASO 67	1	0:12:12						
Señala refuerzos	PASO 68	1	1:19:14						
corta con tijera refuerzos	PASO 69	1	0:06:28						
Traslado a dobladora	PASO 70	1	0:00:22	4,7					
Dobla refuerzos laterales	PASO 71	20	0:57:06						
traslado a cortadora	PASO 72	1	0:00:16	4,7					
Corta repisas de Vertical	PASO 73	1	0:35:10						
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 74	1	0:00:26	11					
Instalacion de cañería en equipo	PASO 75	1	0:44:01						
Arma condensador	PASO 76	1	0:46:10						
Instalación de condensador y filtros	PASO 77	1	1:09:22						
Corta estructura para instalaci3n de ventiladores	PASO 78	1	0:43:32						
Instalaci3n Fryzer	PASO 79	1	1:01:24						
traslado a cortadora	PASO 80	1	0:00:26	10,9					
Corta repisas de equipo	PASO 81	1	0:21:02						
Traslado a dobladora	PASO 82	1	0:00:16	4,7					
Dobles de badeja de equipo	PASO 83	1	1:01:55						
Traslado área de ensamble	PASO 84	1	0:00:26	6,9					
Asegura estructura con prensas	PASO 85	1	0:30:11						
Inyecta poliuretano en equipo	PASO 86	1	1:01:02						
Limpieza de prensas sugetadoras	PASO 87	1	0:15:15						
Instalacion de bandejas internas	PASO 88	10	0:59:55						
Coloca y atornilla techo de equipo	PASO 89	1	1:01:22						
Arma sistema de motor	PASO 90	1	1:35:02						
Instalación de sistema en equipo	PASO 91	1	1:02:44						
Intalaci3n de luces led	PASO 92	4	1:36:58						
Pone silica en respiraderos para vidrio	PASO 93	8	0:27:48						
Pegan vidrio en puertas	PASO 94	4	0:40:06						
Realiza conecci3n de luces	PASO 95	1	1:00:50						
traslado a cortadora	PASO 96	1	0:00:25	10,9					
Corta proteccion para tuberia	PASO 97	1	0:42:06						
Traza y dobla protecci3n	PASO 98	4	0:40:22						
Traslado área de suelda y ensamble	PASO 99	1	0:00:25	10,9					
Coloca protecci3n en equipo	PASO 100	1	0:42:58						
Armado de bandejas	PASO 101	1	0:30:55						
Refuerzo de bandejas	PASO 102	1	0:30:22						

Armado de puertas	PASO 104	1	2:11:04		●								
Instalación de puertas en equipo	PASO 105	1	1:03:02		●								
Montaje de motor	PASO 106	1	2:45:08		●								
Conexión de focos y controles	PASO 107	1	1:11:00		●								
Realiza vacio del equipo	PASO 108	1	0:35:42		●								
Realiza prueba de fugas	PASO 109	1	0:25:05		●								
Conexión electrica	PASO 110	1	1:02:43		●								
Prueba de funcionamiento	PASO 111	1	2:05:09			●							
Traslado equipo a bodega de equipos terminados	PASO 112	1	0:05:22									●	
	Total		56:40:29										

NOTA: Esta Tabla 19 muestra cómo se encuentra actualmente el manejo las actividades de operación, inspección, almacenaje y retrasos en las líneas de desplazamiento de material de una actividad a otra en el proceso de producción de Metalfrio. Se puede observar en la Tabla 19 el tiempo total de operaciones e actividades realizadas con el nuevo rediseño de la planta dando como resultado 56 horas 40 minutos con 29 segundos, una distancia de 198,4 metros del desplazamiento del material desde la recepción de la materia prima e insumos hasta el final del proceso de producción , no se tomó en cuenta los cuellos de botella y los retrasos por fallo de la maquinaria, se puede observar que el mayor tiempo empleado en el proceso de fabricación fue el actividad de operación ya que varios procesos por ser manuales y de gran detalle toman mayor tiempo en realizarse como son: suelda, ensamble, Instrumentación interna y montaje del motor.

Figura 25

Propuesta Layout final



NOTA: En la Figura 25 se puede observar la propuesta del layout final de la planta de producción de la empresa Metalfrío.

RESULTADOS ESPERADOS

Mediante la aplicación de la metodología SLP y el programa Corelap se obtuvo el rediseño de la nueva distribución de planta, con los resultados obtenidos en la Tabla 19 se pudo determinar una disminución en el tiempo de fabricación y recorrido.

Al observar el resultado del cursograma analítico se obtuvo como resultado una disminución de transporte de 0:22:28 minutos y una reducción de 69,4 metros recorridos entre el transporte del material para la realización del proceso de fabricación.

En el proceso de operaciones se obtuvo como resultado una disminución de 4:01:01 mediante la aplicación de la nueva distribución de planta a comparación con el antiguo diseño.

Como resultado final se obtuvo una disminución total en el proceso de fabricación de 4:23:29 debido a la unión del área de trazo y corte y de igual manera una readecuación del área de ensamble generando disminución de tiempos en la fabricación del producto final.

Tabla 20**RESULTADOS PROPUESTA**

FABRICACIÓN DEL PRODUCTO ANTES DEL MÉTODO (MINUTOS)	PORCENTAJE DE EQUIPOS FABRICADOS ANTES DEL REDISEÑO	FABRICACIÓN DEL PRODUCTO DESPUES DEL MÉTODO (MINUTOS)
61:01:16	67,5%	56:40:29
FABRICACIÓN DEL PRODUCTO ANTES DEL MÉTODO (DISTANCIA)	PORCENTAJE DE EQUIPOS FABRICADOS PROPUESTA ACTUAL	FABRICACIÓN DEL PRODUCTO DESPUES DEL MÉTODO (DISTANCIA)
267,8 metros	78,5%	198,4 metros

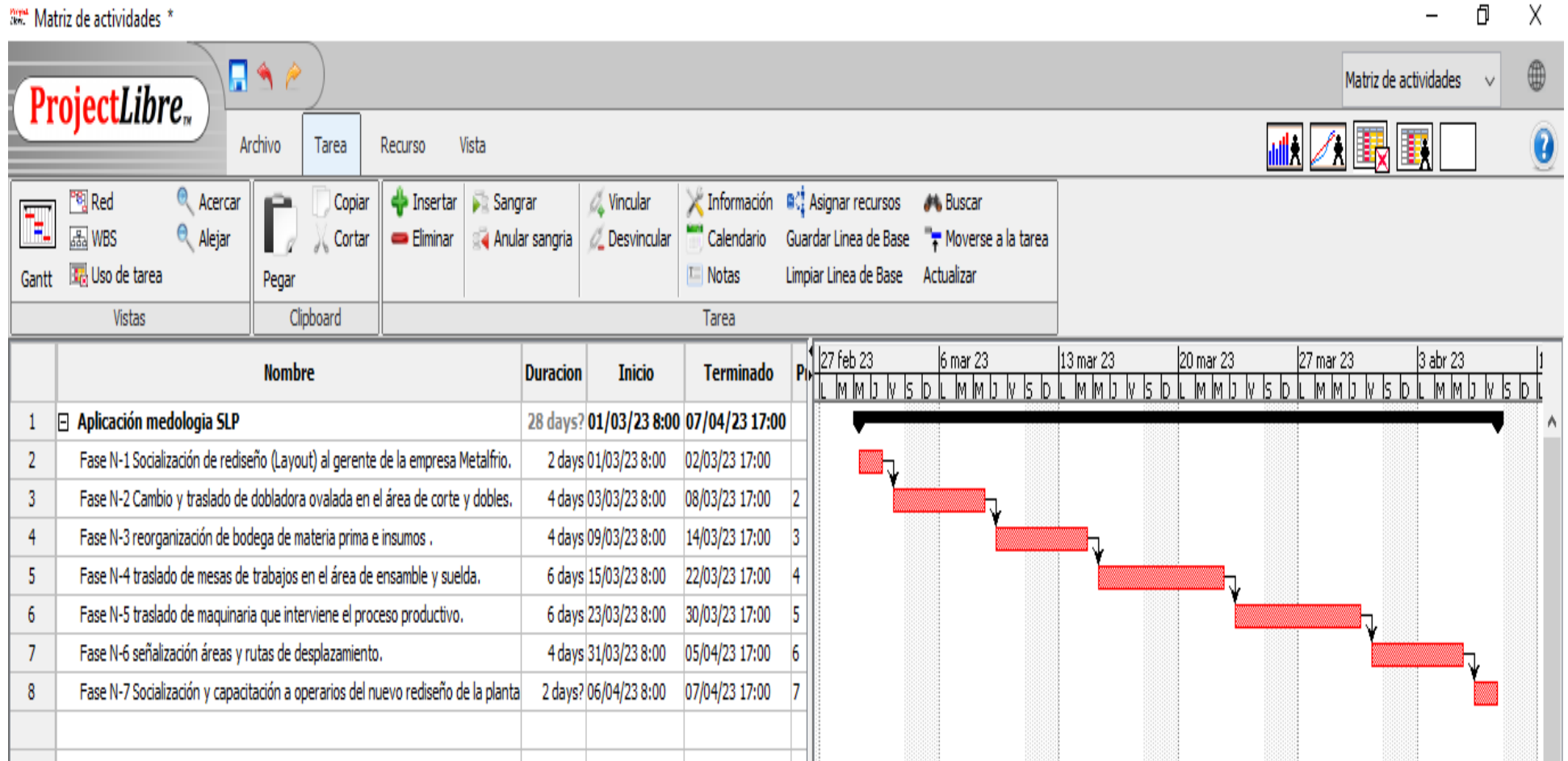
NOTA: En la Tabla 20 se puede observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del método y el porcentaje del proceso de fabricación de los productos.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En esta matriz se definirá desde que mes se empezará a implementar el rediseño de distribución dentro de la empresa de manera continua de cada uno de los pasos establecidos dentro del plan de reubicación de las áreas, puestos de trabajo y máquinas que interviene en el proceso.

Tabla 21

Matriz de actividades



NOTA: En la Tabla 21 se puede observar el cronograma de actividades que se va realizar en el proyecto del rediseño de plantas.

Fase N-1

En la primera semana se realizará el día viernes y el día sábado una socialización en un horario de 10 am – 12 am de todos los aspectos y beneficios que contiene la implementación del nuevo rediseño de la planta, analizando las actividades de operación, tiempos de recorrido antes y después de la propuesta de rediseño.

Fase N-2

Para la semana 2 y 3 de marzo se realizará el cambio de la dobladora ovalada esta adecuación se realizará los días sábados y domingos con un horario de 8 am – 12 am en donde se adecuará y se realizara un traslado en el área estableciendo nuevos sitios de las máquinas que intervienen en el proceso.

Fase N-3

En la semana 4 del mes de marzo y en la semana 1,2 del mes de abril se realizará la reorganización de la bodega de materia prima e insumos los días sábados y domingos en un horario de 8 am a 12 am, se procederá a ordenar todos los productos que se encuentran almacenados y además una limpieza de toda el área.

Fase N-4

Para la adecuación del área de suelda y ensamble se realizará semana 3, 4 del mes de abril y la semana 1 del mes de mayo con un horario de 8am – 12 am sábados- domingos, se procederá a trasladar los puestos de trabajo y soldadoras en el área determinada por el nuevo layout.

Fase N-5

Para la semana 2, 3 y 4 del mes de mayo con un horario de 8am – 12 am sábados-domingos, se realizará la adecuación y traslado de la maquinaria que interviene en el proceso productivo.

Fase N-6

En el mes de junio en la semana 1 y 2 en un horario de sábado y domingo de 8am – 12 am se procederá a la adecuación y señalización de las áreas y rutas desplazamiento en la empresa mediante el rediseño del Layout.

Fase N-7

En la semana 3 del mes de junio se realizará el día viernes y el día sábado una socialización en un horario de 11 am – 12 am de beneficios que contiene la del nuevo rediseño de la planta, socializando al personal de cómo va estar estructurado la nueva ubicación de las áreas y maquinaria.

ANÁLISIS DE COSTOS.

Para el análisis de costos se divide en dos tipos el costo de rediseño del layout y costo de la implementación.

COSTO REDISEÑO

En la Tabla 22 se puede apreciar los costos de la participación de la gerencia y el costo de mano de obra directa del rediseño de planta de la empresa Metalfrio, teniendo en cuenta todos los beneficios de la Ley.

De acuerdo a la Tabla 23 se puede observar el costo Total del rediseño de la planta donde incluye el sueldo del presentador y los insumos que se utilizaron para la realización de la nueva propuesta de Layout de Metalfrio

Tabla 22

Costo de personal de rediseño

RUBRO\EMPLEADO	Gerencia	Presentador
Salario Mínimo Vital (2023)	450	450
Sueldo	1500	550
IESS Patronal (11,35%)	170,25	62,4
13	125	45,8
14	37,5	37,5
FR	125	45,8
Vacaciones	62,5	22,9
Desahucio	31,25	11,5
TRANSPORTE		
Total, Mensual	2051,5	776
Incremento	36,77%	41,08%
Personal	1	1
Total	2051,5	776

Horas mes	160	160
Costo Minuto	0,21	0,081
Costo Hora	12,82	4,850
Costo hora extra 50%	19,233	7,275

Costo hora extra 100%	25,644	9,700
Horas trabajadas	4	196
VALOR	76,93	950,6

NOTA: En la Tabla 22 se puede apreciar el costo total que debe recibir el encargado en el rediseño por las horas trabajadas en el periodo.

Tabla 23
COSTO REDISEÑO

INVERSIÓN REDISEÑO	\$ PRECIO
Pago a diseñador de la propuesta	\$950,60
Costo gerencia participación	\$76,93
Pizarrón	\$80
Infocus	\$110
Esferos	\$2,50
Papel bond	\$4,80
Grapas	\$1,75
Copias	\$5,50
Cámara	\$150,00

Laptop	\$450,00
Impresora	\$250,00
COSTO	\$2082,08

NOTA: En la Tabla 23 se puede observar los gastos utilizados para el rediseño de la planta.

COSTO IMPLEMENTACIÓN

En la Tabla 24 se puede apreciar el valor del personal encargado en la implementación, traslado y adecuación del espacio físico, áreas de trabajo, ordenamiento de materia prima, señalización de áreas y rutas de desplazamiento.

En la Tabla 25 se observa el valor total de la implementación del nuevo Layout donde está incluido el sueldo del personal, herramientas y materiales que se utilizarán para el rediseño de la planta.

Tabla 24

Costo de personal para adecuación

RUBRO\EMPLEADO	Operario
Salario Mínimo Vital (2023)	450
Sueldo	450
IESS Patronal (11,35%)	51,1
13	37,5
14	37,5
FR	37,5
Vacaciones	18,8
Desahucio	9,4
TRANSPORTE	
Total, Mensual	641,7
Incremento	42,60%
Personal	3
Total	1925,1

Horas mes	160
Costo Minuto	0,067
Costo Hora	4,011
Costo hora extra 50%	6,016
Costo hora extra 100%	8,021
Horas trabajadas	106
VALOR	1913,068

NOTA: En la Tabla 24 se puede apreciar el costo total que debe recibir el empleado encargado en la adecuación, traslado de las máquinas y puestos de trabajo.

Tabla 25

Costo implementación

INVERSIÓN IMPLEMENTACIÓN	\$PRECIO
Pago a Operadores	\$1913,06
Jack pallet Galvanizado 2.5 tn	\$446,20
Duravial Pint Trafico Ama Alquidico 3.	\$54,49
Thinner Acril Env Coda	\$1,91
Envase Plast	\$0,31
COSTO	\$2415,97

NOTA: En la Tabla 25 se puede observar los gastos utilizados para la implementación del nuevo rediseño de la planta.

COSTO TOTAL

De acuerdo al cálculo de costo de rediseño Tabla 23 y costo de implementación Tabla 24 se puede determinar el costo total de la realización de este proyecto teniendo en cuenta el personal y los insumos necesarios para ello.

Tabla 26

Costo total del proyecto

COSTO TOTAL	\$ RECURSOS
COSTO REDISEÑO	\$2082,08
COSTO IMPLEMENTACIÓN	\$2415,97
COSTO TOTAL	\$4498,05

NOTA: En la Tabla 26 se puede observar los gastos totales utilizados para la implementación del nuevo rediseño de planta en la empresa Metalfrio.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico actual de la distribución de planta, se identificó mediante un diagrama de Pareto Figura 3 los principales problemas que generan una inadecuada distribución de planta que son: una disposición inadecuada del centro de trabajo, indisposición de equipos, excesivos movimientos innecesarios, material botado en el piso, congestión de rutas de desplazamiento y daño de los materiales almacenados. Mediante el análisis del cursograma analítico Tabla 10 se puede identificar que existe transportes e operaciones repetitivas en los procesos de producción lo que genera pérdida de tiempo en el recorrido, mal manejo de los materiales y herramientas.
- En el diagrama de recorrido Figura 17 se permitió determinar las rutas de desplazamiento que intervienen en el proceso productivo y se pudo identificar que existía un recorrido inadecuado, ocasionando cruces de tránsito, pérdida de tiempo, espacios innecesarios. Mediante la distribución propuesta se redujo un desplazamiento de 69,4 metros y una reducción de transporte innecesario de 0:23:41.
- Al establecer el rediseño de la distribución de planta mediante la metodología SLP se logró: reducir el tiempo de fabricación, reducción de distancias recorridas, un adecuado espacio físico utilizado y como resultado de la propuesta de rediseño, se obtuvo una mejora en el cumplimiento de entrega de los productos y un aumento de su productividad en un 78,5% Tabla 20.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer un seguimiento de la distribución de planta, ya que en las áreas que interviene el proceso de fabricación existen áreas con descuido, sin señalización y desorden, las mesas de trabajo y las maquinas que no son utilizadas en el proceso de fabricación deben ser llevadas a bodega para que no existe cruces de materiales y desplazamiento innecesarios.
- Para la identificación de las rutas de desplazamiento dentro del proceso productivo previamente se debe utilizar métodos como el cursograma analítico, lo cual muestra de forma más detallada todas las actividades, desplazamientos y operaciones que realiza el trabajador, de igual manera aquellas operaciones repetitivas o innecesarias que pueden ser optimizadas.
- En el rediseño de Layout propuesto, se utilizó el programa CORELAP lo cual se sugiere tener identificado el espacio disponible en el cual se realizará la adecuación, para un correcto cumplimiento de cada uno de los pasos del rediseño de la planta que permita cumplir con el objetivo de reducir los tiempos de fabricación y una optimización del área, máquinas y equipos dentro de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aspromec. (28 de febrero de 2022). *Aspromec*. Obtenido de Aspromec:
https://aspromec.org/exportaciones_industria_metalmecanica/
- avila, I. (2021). Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de. En N. Aucay, *Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de* (pág. 94). Guayaquil : Universidad Politecnica Salesiana .
- Ávila, N. L. (2021). Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de. En N. L. Ávila, *Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de* (pág. 94). Guayaquil: trabajo realizado por el autor .
- CESAR LENGUA, D. G. (2019). *ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO GASTRONÓMICO EN LA INDUSTRIA*. Lima-peru.
- Debategraph. (22 de abril de 2021). *Debategraph*. Obtenido de Debategraph:
<https://debategraph.org/details.aspx?nid=250480&lan=ES>
- emprendimiento, I. d. (20 de noviembre de 2020). *liderdelemprendimiento.com*. Obtenido de liderdelemprendimiento.com: liderdelemprendimiento.com
- geronimo, E. m. (2017). "INFLUENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE. En E. m. geronimo, "INFLUENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE (pág. 199). Lima: Universidad privada del norte .
- Googlemaps. (9 de 11 de 2022). *google*. Obtenido de google:
[https://www.google.com/search?rlz=1C1VDKB_esEC1006EC1006&tbs=lf:1,lf_ui:2&tbm=icl&sxsrf=ALiCzsaBrmTpLFezIUUJaT287z9e3e55-g:1668027866906&q=industrias+metalfrio&rflfq=1&num=10&ved=2ahUKEwjOzu2DgKL7AhXvZTABHXIbBikQtgN6BAgPEAQ#rflfi=hd;si;mv:\[\[-0.1176885,-7](https://www.google.com/search?rlz=1C1VDKB_esEC1006EC1006&tbs=lf:1,lf_ui:2&tbm=icl&sxsrf=ALiCzsaBrmTpLFezIUUJaT287z9e3e55-g:1668027866906&q=industrias+metalfrio&rflfq=1&num=10&ved=2ahUKEwjOzu2DgKL7AhXvZTABHXIbBikQtgN6BAgPEAQ#rflfi=hd;si;mv:[[-0.1176885,-7)
- industries, M. m. (21 de abril de 2021). *Metal manufacturing industries* . Obtenido de Metal manufacturing industries : <https://www.mmiopenings.com/el-diseno-de-plantas-industriales/>
- Lopez, B. S. (26 de Octubre de 2022). *ingenierdiaindustrialonline.com*. Obtenido de ingenierdiaindustrialonline.com: <https://www.ingenierdiaindustrialonline.com/diseño-y-distribucion-en-planta/que-es-el-diseño-distribucion-en-planta/>
- Nación, S. d. (2019). *Guia para producción sustentable sector metalmecanico* . Buenos Aires: ADIMRA.
- Piqueras, V. Y. (29 de Marzo de 2022). *Poli blogs*. Obtenido de Poli blogs:
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/03/29/diagrama-de-recorrido-como-herramienta-de-estudio-de-metodos/>

- posada, C. (20 de Julio de 2020). *La camara*. Obtenido de La camara :
<https://lacamara.pe/urge-un-cambio-de-estrategia-para-el-sector-metalmecanico/>
- Ricardo, B. M. (24 de Febrero de 2019). *Bach. Mio Falla Wilmer Manuel Bach. Farro Zegarra Jonathan Ricardo*. Obtenido de Bach. Mio Falla Wilmer Manuel Bach. Farro Zegarra Jonathan Ricardo: <https://1library.co/document/zlgojkgy-estudio-prefactibilidad-instalacion-procesadora-semilla-maracuya-prensado-exportacion.html>
- Weydert, G. A. (2021). Introducción al diseño de plantas . En G. A. Weydert, *Introducción al diseño de plantas* (pág. 179). Huanuco: biblioteca nacional del peru .

ANEXOS

Anexo A

Recolección de datos equipos producidos en el año 2010-2021

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METALFRIO.		
DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA METALFRIO.		
Equipos producidos en el año	EQUIPOS VENDIDOS AL AÑO TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
2010	822	0,075495959
2011	833	0,076506245
2012	842	0,077332843
2013	854	0,078434974
2014	861	0,079077884
2015	888	0,081557678
2016	898	0,08247612
2017	900	0,082659809
2018	950	0,087252021
2019	980	0,090007348
2020	1000	0,091844232
2021	1060	0,097354886
TOTAL	10888	1

Anejo B

Check List distribución deficiente Formato semanal

Elaborado por:	Saül Nicolalde							
FECHA:								
CUANDO EXISTE PROBLEMA =1	CHECK LIST DISTRIBUCCIÓN DEFICIENTE							
NO EXISTE EL PROBLEMA =0	BODEGA MATERIA PRIMA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE DOBLES	ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 1	ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 2	ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 3	ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 4	ÁREA DE PRUEBAS
Indicadores Distribución deficiente								
movientos innecesarios								
predisposiciones de equipos-herramientas								
disposicion inadecuada del centro del trabajo								
material botado en el piso								
congestion en rutas de desplazamiento								
daños en los materiales almacenados								
interrupciones por daño de maquinas								
quejas por espacio insuficiente								
perdida o rotura de materiales								
congestion de materiales								
produccion desorganizada								
operarios calificados mueven materiales								
demoras en los despachos del producto								
inventarios insuficientes								
perdida de materiales								
acumulacion del producto terminado								
demoras proveedores								

Empresa Elaborado por: Tiempo:		Industrias Metalfrio Saúl Nicolalde 5 semanas																																																		
CUANDO EXISTE PROBLEMA=1		CHECKLIST DISTRIBUCIÓN DEFICIENTE																																																		
NO EXISTE EL PROBLEMA =0		BODEGA MATERIA PRIMA semana					ÁREA DE CORTE semana					ÁREA DE DOBLES semana					ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 3 semana					ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 2 semana					ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 3 semana					ÁREA DE SUELDA ENSAMBLE 4 semana					ÁREA DE PRUEBAS semana					TOTAL										
Indicadores Distribución deficiente		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	TOTAL					
Nº	movimientos innecesarios	1	1					1	1							1					1					1					1					1					1					1					1	14
1	predisposiciones de equipos- herramientas						1	1				1	1	1			1	1				1	1	1							1					1					1					1					1	15
2	disposición inadecuada del centro del trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
3	material botado en el piso						1	1		1	1	1	1		1	1				1					1					1					1					1					1	12						
4	congestión en rutas de desplazamiento	1				1	1				1	1				1				1					1					1					1					1					1	11						
5	daños en los materiales almacenados	1		1	1	1																																									4					
6	interrupciones por daño de maquinas						1							1						1										1																4						
7	quejas por espacio insuficiente																																								1						1					
8	perdida o rotura de materiales										1					1												1																		3						
9	congestión de materiales						1			1						1																															3					
10	producción desorganizada															1										1															1						3					
11	operarios calificados mueven materiales															1																									1						2					
12	demoras en los despachos del producto				1	1																																									2					
13	inventarios insuficientes	1																																													1					
14	perdida de materiales			1																																											1					
15	acumulación del producto terminado																																								1						1					
16	demoras proveedores	1																																													1					

Anexo C

Hoja de recolección de datos equipos vendidos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METALFRIO Equipos Vendidos		
Equipo	N-Productos vendidos en el periodo enero- septiembre	frecuencia relativa
cocina 2 quemadores industrial	162	0,18
vertical mixto	410	0,45
mesa de trabajo	25	0,03
frutera refrigerada	100	0,11
estantería	60	0,07
fregadero de 1 poza	36	0,04
cocina de 3 quemadores	22	0,02
campana	16	0,02
cocina de 4 quemadores	15	0,02
frigorífico curvo	15	0,02
coche multifunción	14	0,02
pastelera	13	0,01
cocineta de 3 Quemadores	7	0,01
Vitrina con caja	6	0,01
cocineta de 2 quemadores	2	0,00
heladera	2	0,00
horno	2	0,00

Anexo D

Cotización de materiales(implementación)

TRECX S.A.

Proforma No. 399701

CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución 9170104 PCGR - 0590 S.R.I. 08-Nov-2004

Teléfonos: 022823360 / 2022081

Cliente: 610330 GERMAN NICOLALDE

Válida por 24 horas

RUC: 1708450901001

Fecha: 11/01/2023

Entregar en: Manta 0 e4-382 y Pasaje los Girasoles.

Teléfono: 2297003

Asesor: Francisco Antonio Rivera

CHPV

Observación:

Código	Descripción	Cantid.	Precio	Descuentos	Total
M3SAG-2.5T	JACKPALLET GALVANIZADO 2.5TN 68.5CM MUT	1	495.78	10%	446.20
W8554-GL	DURAVIAL PINT TRAFICO AMAR ALQUIDICO 3.	2	35.85	24%	54.49
1010E-CU	THINNER ACRIL ENV CODA 0.946LT	1	1.91		1.91
EPN-CU	ENVASE PLAST NUEVO T/REFORZADA 1LT	1	0.31		0.31

SON: Quinientos sesenta y tres 26/100 dólares americanos

Subtotal: 502.91

Descuento: 0.00

Efectivo \$ 563.26

Venta Neta: 502.91

IVA: 60.35

Cargo: 0

A Pagar: 563.26