



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

“DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
OBTENIDA CON LA METODOLOGÍA SLP EN
UNA EMPRESA METALMECÁNICA”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

Ing. Maria Cristina Zavala Giles

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Fernando Ortiz Flores

CODIRECTOR DE TESIS:

M.M.A. Jorge Luis Hernández Mortera





TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **13/noviembre/2024**
Dependencia: **División de Estudios de
Posgrado e Investigación**
Asunto: **Autorización de Impresión**
OPCION: I

C. ZAVALA GILES MARIA CRISTINA
Candidato(a) a Grado de Maestro(a) en:
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE

De acuerdo con el reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

"DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA OBTENIDA CON LA METODOLOGÍA SLP EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA"

Comunico a usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OLE/magh



OG-13-F06



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba Veracruz, 29/octubre/2024.
Asunto: Revisión de trabajo escrito

C. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.:

ZAVALA GILES MARIA CRISTINA

La cual lleva el título de:

DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA OBTENIDA CON LA METODOLOGÍA SLP EN UNA EMPRESA
METALMECÁNICA

y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: DR. FERNANDO ORTIZ FLORES
SECRETARIO: M.M.A. JORGE LUIS HERNÁNDEZ MORTERA
VOCAL: DR. OSCAR BAEZ SENTIES
VOCAL SUP.: DR. MIGUEL JOSUÉ HEREDIA ROLDÁN

FIRMA
FIRMA
FIRMA
FIRMA

TA-09-F18



Av. Oriente 9 Núm. 852 Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba Veracruz Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: depi_orizaba@tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 15 del mes de noviembre del año 2024.

El(la) que suscribe

C. Maria Cristina Zavala Giles

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 275 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada “Diseño de distribución de planta obtenida con la metodología SLP en una empresa metalmecánica” del programa: Maestría en ingeniería industrial bajo la asesoría y dirección del Dr. Fernando Ortiz Flores y el M.A.A. Jorge Luis Hernández Mortera, y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Maria Cristina Zavala Giles

Nombre y firma

Dedicatorias

A Dios

*Por guiarme y apoyarme en cada paso del camino,
por darme la fuerza y la sabiduría necesarias
para culminar esta etapa de mi vida,
y porque todo lo que tengo es gracias a él.*

A mis padres

*Con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis a mis
padres por su infinita paciencia y comprensión, por cada
palabra de aliento, y por ser un ejemplo de dedicación y
amor. Esta meta alcanzada es tanto suya como mía.*

Agradecimientos

A Dios, cuya guía y fortaleza me han acompañado en cada paso de este camino. Sin Su sabiduría, paciencia y bendiciones, este logro no habría sido posible. Gracias, Dios, por darme la perseverancia necesaria para superar los desafíos y la visión para alcanzar esta meta.

A mis padres Alicia y Fernando, quienes con su amor, sacrificio y apoyo constante han hecho posible este logro. Gracias por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional.

A mi hermana Guadalupe, gracias por ser un pilar de apoyo durante este proceso. Has sido un gran ejemplo, y tu presencia ha sido fundamental para que este logro hoy sea una realidad.

A mis compañeros de clase, a quienes considero grandes amigos, les agradezco profundamente por su apoyo incondicional y por los momentos compartidos a lo largo de este camino. Sus palabras de aliento, su compañía y sus risas hicieron que este viaje fuera mucho más llevadero y memorable. Cada uno de ustedes ha contribuido de alguna manera a que este logro sea posible, y por eso les estoy muy agradecida.

Al Dr. Fernando Ortiz, quien con sus consejos y asesoría me apoyó durante la maestría en el desarrollo de la tesis. Quien me brindó su confianza y su invaluable tiempo; le agradezco infinitamente.

Al Maestro Jorge Luis por generosamente compartirme sus conocimientos y por ofrecerme sus sabios consejos, los cuales fueron de gran valor durante mi proceso de aprendizaje.

Agradezco a la empresa en estudio por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis, así como por ofrecerme todas las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto.

Resumen

El presente trabajo detalla la aplicación de la metodología SLP (Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, del original en inglés) para desarrollar alternativas de redistribución de planta, con el objetivo de reducir las distancias en los recorridos de traslado de materiales en una empresa metalmecánica y optimizar el uso del espacio para futuras expansiones. Asimismo, se proponen opciones adicionales de distribución en un terreno nuevo, lo que proporciona una mayor flexibilidad para mejorar la coordinación entre las diferentes áreas de la empresa, fomentando así un entorno laboral más productivo y eficiente.

Adicionalmente, se comparó la distribución actual con una de las propuestas seleccionada utilizando el indicador de distancia, a través de la medición de los flujos entre áreas y la distancia total recorrida. Para ello, se emplearon cartas DE-A, que permitieron calcular las distancias recorridas en un período de seis meses. Es importante destacar que la mejora en el flujo de materiales es fundamental, ya que su optimización conlleva beneficios en términos de reducción de distancias y tiempos. Además, se evaluó la optimización del espacio considerando una posible expansión futura.

Abstract

This work details the application of the SLP methodology (Systematic Plant Distribution Planning, from the original in English) to develop alternatives for plant redistribution, with the objective of reducing the distances in the material transfer routes in a metalworking company. and optimize the use of space for future expansions. Additionally, additional layout options are proposed on a new site, providing greater flexibility to improve coordination between different areas of the company, thus promoting a more productive and efficient work environment.

Additionally, the current distribution was compared with one of the proposals selected using the distance indicator, through the measurement of flows between areas and the total distance traveled. To do this, DE-A charts were used, which made it possible to calculate the distances traveled in a period of six months. It is important to highlight that the improvement in the flow of materials is essential, since its optimization brings benefits in terms of reduction of distances and times. In addition, space optimization was evaluated considering possible future expansion.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general.....	III
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	XV
Introducción.....	1
Planteamiento del problema	2
Hipótesis.....	3
Contenido de la tesis.....	3
Capítulo 1 Antecedentes.....	5
1.1 Sectores económicos en México	5
1.2 La industria metalmecánica	6
1.3 Talleres industriales de maquinados de piezas y estructuras metálicas	6
1.4 Tesis con aplicación de técnicas de distribución de planta	7
1.4.1 Aplicación de la metodología SLP	8
1.4.2 Aplicación de softwares para la generación y/o evaluación de alternativas de distribución de planta.....	10
1.5 Generalidades de la empresa	13
1.5.1 Antecedentes	13
1.5.2 Misión	14
1.5.3 Visión	14
1.5.4 Valores	15
1.5.5 Política de calidad	15
1.5.6 Distribución actual de la planta en estudio.....	16
1.5.7 Marco geográfico	20
1.5.8 Organigrama.....	21
1.5.9 Diagrama de procesos.....	28
1.6 Objetivos	29
1.6.1 Objetivo general	29

1.6.2 Objetivos específicos	29
1.7 Justificación	30
1.8 Conclusión	31
Capítulo 2 Marco teórico	32
2.1 Método de evaluación de factores por puntos	32
2.2 Diagrama de Pareto	34
2.3 Método del centro de gravedad y centroides	35
2.4 Fundamentos de distribución de planta	37
2.4.1 Concepto de distribución de planta	38
2.4.2 Tipos de distribución de planta	38
2.4.3 Objetivos básicos de una distribución en planta	39
2.4.4 Ventajas de la distribución de planta	39
2.5 Metodología SLP	42
2.5.1 Paso 0: Preparación	44
2.5.2 Paso 1: Flujo de materiales	45
2.5.3 Paso 2: Relación entre actividades	46
2.5.4 Paso 3: Diagrama de relación de actividades	48
2.5.5 Paso 4 y 5: Requerimientos y disponibilidad de espacios	49
2.5.6 Paso 6: Diagrama de relación de espacio	50
2.5.7 Paso 7: Factores influyentes	52
2.5.8 Paso 8: Limitaciones prácticas	52
2.5.9 Paso 9: Generación de alternativas	52
2.5.10 Paso 10: Selección del proyecto	54
2.5.11 Paso 11: Detallado	54
2.6 Conclusión	55
Capítulo 3 Implementación de mejoras	56
3.1 Metodología	56
3.2 Obtener un panorama general de la empresa	57
3.2.1 Conocer antecedentes de la empresa	57
3.2.2 Conocer áreas, departamentos y procesos que integran la empresa	57
3.3 Identificar áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa	58
3.4 Definir área de oportunidad	59
3.4.1 Definir factores mediante la técnica lluvia de ideas	59
3.4.2 Definir área de oportunidad mediante el método de evaluación de factores por puntos	60
3.5 Definir indicadores de desempeño	62
3.6 Medir indicador: distancia recorrida en el traslado de materiales	63
3.6.1 Identificación de proyectos	64

3.6.2 Selección de proyectos a incluir en el análisis	66
3.6.3 Medición de distancias entre centros de áreas de la empresa	68
3.6.4 Medición de flujos entre centros de las áreas, de proyectos seleccionados	76
3.6.5 Definición de la distancia recorrida	79
3.7 Medir indicador: espacio disponible para expansión futura.....	80
3.8 Proponer plan de mejora basado en la aplicación de SLP	82
3.8.1 Paso 0: Preparación	82
3.8.2 Paso 1: Flujo de materiales.....	84
3.8.3 Paso 2: Relación de actividades.....	87
3.8.4 Paso 3: Diagrama de relación de actividades	90
3.8.5 Paso 4: Requerimientos de espacio.....	93
3.8.6 Paso 5: Disponibilidad de espacio	96
3.8.7 Paso 6: Diagrama de relación de espacio.....	97
3.8.8 Paso 7: Factores influyentes	99
3.8.9 Paso 8: Limitaciones prácticas.....	99
3.8.10 Paso 9: Generación de alternativas	100
3.8.11 Paso 10: Selección del proyecto	104
3.9 Medir indicador “distancia recorrida en el traslado de materiales” de la propuesta de mejora	105
3.10 Medir indicador “espacio disponible para expansión futura” de la propuesta de mejora	112
3.11 Validar el grado de mejora	113
3.12 Propuesta de distribución de planta, en terreno nuevo, usando SLP.....	114
3.12.1 Realizar fases iniciales del Proceso SLP: de preparación a requerimientos de espacio	114
3.12.2 Determinar disponibilidad de espacio.....	115
3.12.3 Realizar diagrama de relación de actividades	116
3.12.4 Determinar factores influyentes.....	117
3.12.5 Determinar limitaciones prácticas.....	117
3.12.6 Generar alternativas de distribución	118
3.12.7 Seleccionar alternativa de distribución	125
3.12.8 Ajustes a la distribución seleccionada.....	126
3.12.9 Visualización detallada de alternativa seleccionada.....	128
3.12.10 Medir distancia recorrida	129
3.13 Análisis de resultados	136
3.14 Productos académicos	137
3.15 Conclusión.....	138
Conclusiones.....	139
Recomendaciones.....	143
Fuentes de información.....	144

Anexo 1 Hojas de registro de inventarios	147
Anexo 2 Hojas de maquinaria y equipo por área	229
Anexo 3 Vistas detalladas del modelo 3D	259

Índice de figuras

Figura 1. 1 Distribución de áreas de la planta baja (Elaboración propia).....	17
Figura 1. 2 Distribución de áreas planta baja (Elaboración propia).	18
Figura 1. 3 Localización del estado de Veracruz (Google Maps).....	20
Figura 1. 4 Localización de empresa en el estado de Veracruz (CEIEG, 2019).....	21
Figura 1. 5 Organigrama de la empresa (Elaboración propia).....	22
Figura 1. 6 Diagrama de proceso (Elaboración propia).....	28
Figura 2. 1 Método de evaluación de factores por puntos (Elaboración propia).....	33
Figura 2. 2 Ejemplo de diagrama de Pareto (Elaboración propia).....	35
Figura 2. 3 Ejemplo de centroides marcados en un plano (Elaboración propia).	36
Figura 2. 4 Modelo del procedimiento de la metodología SLP (Muther, 2015).....	43
Figura 2. 5 Datos de entrada clave P, Q, R, S, T (Adaptado de Muther, 1999).....	44
Figura 2. 6 Carta de procesos para multiproductos (Elaboración propia).	46
Figura 2. 7 Carta De-A (Elaboración propia).	46
Figura 2. 8 Carta de relación de actividades (Elaboración propia).....	47
Figura 2. 9 Diagrama de relación de actividades (Elaboración propia).....	48
Figura 2. 10 Ejemplo de hoja de registro de inventario (Elaboración propia).....	50
Figura 2. 11 Diagrama de relación de espacio (Elaboración propia).....	51
Figura 2. 12 Ejemplo de alternativas: a) Tabla de descripción de colores, b) Alternativa de distribución 1, c) Alternativa de distribución 2 (Elaboración propia).	53
Figura 3. 1 Lluvia de ideas de la obtención de factores (Elaboración propia).....	60
Figura 3. 2 Selección de área de oportunidad (Elaboración propia).....	62
Figura 3. 3 Diagrama de Pareto de proyectos de servicios (Elaboración propia).....	66
Figura 3. 4 Diagrama de Pareto de proyectos de ingeniería (Elaboración propia).	67
Figura 3. 5 Diagrama de Pareto de proyectos de maquinados (Elaboración propia).....	67
Figura 3. 6 Trayectoria del flujo de proyectos (Elaboración propia).....	69
Figura 3. 7 Centroides de figuras regulares en planta baja (Elaboración propia).....	70
Figura 3. 8 Centroides de figuras irregulares y regulares en planta alta (Elaboración propia).....	71
Figura 3. 9 Carta DE-A de la distancia entre las áreas de la distribución de la empresa (Elaboración propia). 75	
Figura 3. 10 Carta DE-A del flujo por semestre entre áreas (Elaboración propia).....	78
Figura 3. 11 Carta DE-A de distancia total recorrida en metros/semestre (Elaboración propia).	79

Figura 3. 12 Plano de la empresa. El espacio disponible para expansión futura se sombrea con color amarillo (Elaboración propia).	81
Figura 3. 13 Carta DE-A de distancia total recorrida sin retrocesos (Elaboración propia).	86
Figura 3. 14 Carta de relación de actividades (Elaboración propia).	89
Figura 3. 15 Diagrama de relación de actividades de A's y E's (Elaboración propia).	91
Figura 3. 16 Diagrama de relación de actividades con I's (Elaboración propia).	91
Figura 3. 17 Diagrama de relación de actividades con O's y X's (Elaboración propia).	92
Figura 3. 18 Diagrama de relación de actividades final (Elaboración propia).	92
Figura 3. 19 Ejemplo de hoja de Registro de Inventario (Elaboración propia).	93
Figura 3. 20 Ejemplo de hoja de Maquinaria y Equipo (Elaboración propia).	94
Figura 3. 21 Plano de espacio disponible planta baja (Elaboración propia).	96
Figura 3. 22 Plano de espacio disponible planta alta (Elaboración propia).	97
Figura 3. 23 Diagrama de relación de espacio (Elaboración propia).	98
Figura 3. 24 Alternativa de redistribución 1 (Elaboración propia).	101
Figura 3. 25 Alternativa de redistribución 2 (Elaboración propia).	101
Figura 3. 26 Alternativa de redistribución 3 (Elaboración propia).	102
Figura 3. 27 Alternativa de redistribución 4 (Elaboración propia).	103
Figura 3. 28 Alternativa de redistribución 5 (Elaboración propia).	103
Figura 3. 29 Centroides de alternativa ganadora en planta alta (Elaboración propia).	106
Figura 3. 30 Centroides de alternativa ganadora en planta baja (Elaboración propia).	107
Figura 3. 31 Carta De-A de distancia entre áreas de la propuesta de mejora (Elaboración propia).	110
Figura 3. 32 Carta DE-A de distancia recorrida de la propuesta de mejora (Elaboración propia).	111
Figura 3. 33 Planos de espacio disponible para expansión futura de la propuesta de mejora (Elaboración propia).	112
Figura 3. 34 Gráfica de distancia recorrida (Elaboración propia).	113
Figura 3. 35 Gráfica de espacio disponible para expansión futura (Elaboración propia).	113
Figura 3. 36 Plano de disponibilidad de espacio en un terreno nuevo (Elaboración propia).	115
Figura 3. 37 Diagrama de relación de espacio para distribución de planta, en un terreno nuevo (Elaboración propia).	116
Figura 3. 38 Alternativa de distribución en nuevo terreno 1 (Elaboración propia).	120
Figura 3. 39 Alternativa de distribución en nuevo terreno 2 (Elaboración propia).	121
Figura 3. 40 Alternativa de distribución en nuevo terreno 3 (Elaboración propia).	122
Figura 3. 41 Alternativa de distribución en nuevo terreno 4 (Elaboración propia).	123
Figura 3. 42 Alternativa de distribución en nuevo terreno 5 (Elaboración propia).	124
Figura 3. 43 Distribución seleccionada con ajustes (Elaboración propia).	127
Figura 3. 44 Vista frontal del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	128

Figura 3. 45 Centroides de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	129
Figura 3. 46 De-A de distancia entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	131
Figura 3. 47 Carta DE-A del flujo entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	134
Figura 3. 48 DE-A de distancia recorrida de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	135
Figura A.1. 1 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de ventas (Elaboración propia).....	147
Figura A.1. 2 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de ventas (Elaboración propia).	148
Figura A.1. 3 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de ventas (Elaboración propia).....	149
Figura A.1. 4 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de recibidor planta alta (Elaboración propia).	150
Figura A.1. 5 Hoja de registro de inventario del escusado del Área de baños planta alta (Elaboración propia).	151
Figura A.1. 6 Hoja de registro de inventario del lavamanos del Área de baños planta alta (Elaboración propia).	152
Figura A.1. 7 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área de baños planta alta (Elaboración propia).	153
Figura A.1. 8 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de compras (Elaboración propia).	154
Figura A.1. 9 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de compras (Elaboración propia).....	155
Figura A.1. 10 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de compras (Elaboración propia).	156
Figura A.1. 11 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo del Área de sala de juntas (Elaboración propia).....	157
Figura A.1. 12 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de sala de juntas (Elaboración propia).	158
Figura A.1. 13 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de sala de juntas (Elaboración propia).	159
Figura A.1. 14 Hoja de registro de inventario de la pantalla de proyección del Área de sala de juntas (Elaboración propia).	160
Figura A.1. 15 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).	161
Figura A.1. 16 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).	162
Figura A.1. 17 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).	163
Figura A.1. 18 Hoja de registro de inventario del escusado del Área de baños oficina gerencial (Elaboración propia).....	164

Figura A.1. 19 Hoja de registro de inventario del lavamanos del Área de baños oficina gerencial (Elaboración propia).....	165
Figura A.1. 20 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área de baños oficina gerencial (Elaboración propia).	166
Figura A.1. 21 Hoja de registro de inventario del mesa banco del Área de comedor (Elaboración propia). ..	167
Figura A.1. 22 Hoja de registro de inventario de la alacena del Área de comedor (Elaboración propia).	168
Figura A.1. 23 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).	169
Figura A.1. 24 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).	170
Figura A.1. 25 Hoja de registro de inventario del librero del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).	171
Figura A.1. 26 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).	172
Figura A.1. 27 Hoja de registro de inventario de la cochera del Área de estacionamiento (Elaboración propia).	173
Figura A.1. 28 Hoja de registro de inventario del Área de la entrada principal (Elaboración propia).	174
Figura A.1. 29 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).	175
Figura A.1. 30 Hoja de registro de inventario de la escoba del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).	176
Figura A.1. 31 Hoja de registro de inventario del trapeador del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).	177
Figura A.1. 32 Hoja de registro de inventario de la cubeta del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).	178
Figura A.1. 33 Hoja de registro de inventario del recogedor del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).	179
Figura A.1. 34 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).	180
Figura A.1. 35 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).	181
Figura A.1. 36 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).	182
Figura A.1. 37 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de recibidor de planta baja (Elaboración propia).	183
Figura A.1. 38 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).	184

Figura A.1. 39 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).	185
Figura A.1. 40 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).	186
Figura A.1. 41 Hoja de registro de inventario del escusado del Área de baños planta baja (Elaboración propia).	187
Figura A.1. 42 Hoja de registro de inventario del lavamanos del Área de baños planta baja (Elaboración propia).	188
Figura A.1. 43 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área de baños planta baja (Elaboración propia).	189
Figura A.1. 44 Hoja de registro de inventario de las escaleras del Área de escaleras 1 (Elaboración propia).	190
Figura A.1. 45 Hoja de registro de inventario de los contenedores de desechos del Área de desechos (Elaboración propia).	191
Figura A.1. 46 Hoja de registro de inventario de la subestación eléctrica del Área de transformadores (Elaboración propia).	192
Figura A.1. 47 Hoja de registro de inventario de la fresadora chica del Área de producción 1 (Elaboración propia).	193
Figura A.1. 48 Hoja de registro de inventario de la fresadora grande del Área de producción 1 (Elaboración propia).	194
Figura A.1. 49 Hoja de registro de inventario del torno convencional 1 del Área de producción 1 (Elaboración propia).	195
Figura A.1. 50 Hoja de registro de inventario del torno convencional 2 del Área de producción 1 (Elaboración propia).	196
Figura A.1. 51 Hoja de registro de inventario del torno grande del Área de producción 1 (Elaboración propia).	197
Figura A.1. 52 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo 1 del Área de producción 1 (Elaboración propia).	198
Figura A.1. 53 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo 2 del Área de producción 1 (Elaboración propia).	199
Figura A.1. 54 Hoja de registro de inventario del casillero para herramientas del Área de producción 1 (Elaboración propia).	200
Figura A.1. 55 Hoja de registro de inventario del carrito para herramientas del Área de producción 1 (Elaboración propia).	201
Figura A.1. 56 Hoja de registro de inventario de la guillotina industrial del Área de cortadora (Elaboración propia).	202
Figura A.1. 57 Hoja de registro de inventario del rack del Área de cortadora (Elaboración propia).	203

Figura A.1. 58 Hoja de registro de inventario del anaquel del Área de cortadora (Elaboración propia).	204
Figura A.1. 59 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo del Área de cortadora (Elaboración propia).	205
Figura A.1. 60 Hoja de registro de inventario del rack del Área de producto terminado (Elaboración propia).	206
Figura A.1. 61 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de almacén general (Elaboración propia).	207
Figura A.1. 62 Hoja de registro de inventario del rack de almacenamiento del Área de almacén general (Elaboración propia).	208
Figura A.1. 63 Hoja de registro de inventario del anaquel del Área de almacén general (Elaboración propia).	209
Figura A.1. 64 Hoja de registro de inventario del rack de sobrantes del Área de almacén general (Elaboración propia).	210
Figura A.1. 65 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo chica del Área de producción 2 (Elaboración propia).	211
Figura A.1. 66 Hoja de registro de inventario de la soldadora del Área de producción 2 (Elaboración propia).	212
Figura A.1. 67 Hoja de registro de inventario de la cajonera chica para herramientas del Área de producción 2 (Elaboración propia).	213
Figura A.1. 68 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo grande herramientas del Área de producción 2 (Elaboración propia).	214
Figura A.1. 69 Hoja de registro de inventario de la cajonera grande para herramientas del Área de producción 2 (Elaboración propia).	215
Figura A.1. 70 Hoja de registro de inventario del montacargas del Área de montacargas (Elaboración propia).	216
Figura A.1. 71 Hoja de registro de inventario del pantógrafo Boyser del Área del cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).	217
Figura A.1. 72 Hoja de registro de inventario del pantógrafo Guerra laser del Área del cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).	218
Figura A.1. 73 Hoja de registro de inventario de las escaleras del Área de escaleras 2 (Elaboración propia).	219
Figura A.1. 74 Hoja de registro de inventario de los casilleros del Área de casilleros (Elaboración propia).	220
Figura A.1. 75 Hoja de registro de inventario de la banca del Área de casilleros (Elaboración propia).	221
Figura A.1. 76 Hoja de registro de inventario del CNC VF9 del Área de CNC (Elaboración propia).	222
Figura A.1. 77 Hoja de registro de inventario del CNC VF2 del Área de CNC (Elaboración propia).	223
Figura A.1. 78 Hoja de registro de inventario del CNC TL2 del Área de CNC (Elaboración propia).	224
Figura A.1. 79 Hoja de registro de inventario del CNC ST10 del Área de CNC (Elaboración propia).	225

Figura A.1. 80 Hoja de registro de inventario del anaquel del Área de CNC (Elaboración propia).	226
Figura A.1. 81 Hoja de registro de inventario de la máquina de grabado láser del Área de CNC (Elaboración propia).	227
Figura A.1. 82 Hoja de registro de inventario de la tina de lavado del Área de cuarto de lavado (Elaboración propia).	228
Figura A.2. 1 Hoja de maquinaria y equipo del área de ventas (Elaboración propia).	229
Figura A.2. 2 Hoja de maquinaria y equipo del área de recibidor planta alta (Elaboración propia).	230
Figura A.2. 3 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños planta alta (Elaboración propia).	231
Figura A.2. 4 Hoja de maquinaria y equipo del área de compras (Elaboración propia).	232
Figura A.2. 5 Hoja de maquinaria y equipo del área de sala de juntas (Elaboración propia).	233
Figura A.2. 6 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina gerencial (Elaboración propia).	234
Figura A.2. 7 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños oficina gerencia (Elaboración propia).	235
Figura A.2. 8 Hoja de maquinaria y equipo del área de comedor (Elaboración propia).	236
Figura A.2. 9 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).	237
Figura A.2. 10 Hoja de maquinaria y equipo del área de estacionamiento (Elaboración propia).	238
Figura A.2. 11 Hoja de maquinaria y equipo del área de entrada principal (Elaboración propia).	239
Figura A.2. 12 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de intendencia (Elaboración propia).	240
Figura A.2. 13 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).	241
Figura A.2. 14 Hoja de maquinaria y equipo del área de recibidor planta baja (Elaboración propia).	242
Figura A.2. 15 Hoja de maquinaria y equipo del área de recepción planta baja (Elaboración propia).	243
Figura A.2. 16 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños planta baja (Elaboración propia).	244
Figura A.2. 17 Hoja de maquinaria y equipo del área de escaleras 1 (Elaboración propia).	245
Figura A.2. 18 Hoja de maquinaria y equipo del área de desechos (Elaboración propia).	246
Figura A.2. 19 Hoja de maquinaria y equipo del área de transformadores (Elaboración propia).	247
Figura A.2. 20 Hoja de maquinaria y equipo del área de producción 1 (Elaboración propia).	248
Figura A.2. 21 Hoja de maquinaria y equipo del área de cortadora (Elaboración propia).	249
Figura A.2. 22 Hoja de maquinaria y equipo del área de producto terminado (Elaboración propia).	250
Figura A.2. 23 Hoja de maquinaria y equipo del área de almacén general (Elaboración propia).	251
Figura A.2. 24 Hoja de maquinaria y equipo del área de producción 2 (Elaboración propia).	252
Figura A.2. 25 Hoja de maquinaria y equipo del área de montacargas (Elaboración propia).	253
Figura A.2. 26 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).	254
Figura A.2. 27 Hoja de maquinaria y equipo del área de escaleras 2 (Elaboración propia).	255
Figura A.2. 28 Hoja de maquinaria y equipo del área de casilleros (Elaboración propia).	256
Figura A.2. 29 Hoja de maquinaria y equipo del área de CNC (Elaboración propia).	257
Figura A.2. 30 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de lavado (Elaboración propia).	258

Figura A 3. 1. Vista frontal del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	259
Figura A 3. 2 Vista lateral del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	259
Figura A 3. 3 Vista trasera del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	260
Figura A 3. 4 Vista aérea del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	260

Índice de tablas

Tabla 3. 1 Áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa (Elaboración propia).	58
Tabla 3. 2 Descripción de factores para selección de área de oportunidad (Elaboración propia).	61
Tabla 3. 3 Valoración de los factores para método por puntos (Elaboración propia).	61
Tabla 3. 4 Escala de evaluación de factores (Elaboración propia).	62
Tabla 3. 5 Volumen de proyectos de servicios (Elaboración propia).	64
Tabla 3. 6. Volumen de proyectos de ingeniería (Elaboración propia).	64
Tabla 3. 7 Volumen de proyectos de maquinados (Elaboración propia).	65
Tabla 3. 8 Cálculo de los centroides de figuras irregulares (Elaboración propia).	73
Tabla 3. 9 Coordenadas de los departamentos (Elaboración propia).	73
Tabla 3. 10 Recorridos de materiales de procesos (Elaboración propia).	76
Tabla 3. 11 Recorridos de personas e información de los proyectos (Elaboración propia).	77
Tabla 3. 12 Áreas de apoyo de la producción (Elaboración propia).	83
Tabla 3. 13 Áreas con mayor flujo de materiales (Elaboración propia).	85
Tabla 3. 14 Colores del diagrama de relación (Elaboración propia).	88
Tabla 3. 15 Líneas para el diagrama de relación de actividades (Elaboración propia).	90
Tabla 3. 16 Hoja de concentrado total (Elaboración propia).	95
Tabla 3. 17 Criterios para evaluar las alternativas (Elaboración propia).	104
Tabla 3. 18 Calificación para criterios (Elaboración propia).	105
Tabla 3. 19 Selección de la mejor alternativa de distribución (Elaboración propia).	105
Tabla 3. 20 Cálculo de centroide de figura irregular (Elaboración propia).	108
Tabla 3. 21 Coordenadas de la alternativa ganadora (Elaboración propia).	109
Tabla 3. 22 Criterios para evaluar las alternativas en un terreno nuevo (Elaboración propia).	125
Tabla 3. 23 Calificación para criterios en un terreno nuevo (Elaboración propia).	125
Tabla 3. 24 Selección de la mejor alternativa de distribución en terreno nuevo (Elaboración propia).	126
Tabla 3. 25 Coordenadas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).	130
Tabla 3. 26 Recorridos de materiales de procesos en terreno nuevo (Elaboración propia).	132
Tabla 3. 27 Recorridos de personas e información de los proyectos en terreno nuevo (Elaboración propia).	133

Introducción

En la era actual, las empresas del sector metalmecánico enfrentan desafíos significativos en su búsqueda de mejorar la eficiencia operativa y adaptarse a un entorno empresarial en constante cambio. La optimización de procesos internos se ha convertido en un factor crítico para garantizar la competitividad en un mercado cada vez más exigente. En este sentido, la distribución de planta juega un papel fundamental, ya que una organización adecuada de los espacios puede facilitar el flujo de materiales y maximizar el uso de los recursos disponibles.

La metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) se presenta como una herramienta eficaz para abordar este desafío. A través de su enfoque sistemático y estructurado, esta metodología permite analizar y diseñar distribuciones de planta que respondan a las necesidades específicas de la empresa. En la presente tesis, se explora la aplicación de SLP para desarrollar cinco alternativas de redistribución de planta en una empresa metalmecánica, con el objetivo principal de minimizar las distancias recorridas en los traslados de materiales. Esta reducción no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también facilita la gestión del tiempo en el transporte de insumos y productos dentro de la planta.

Además, se plantean cinco propuestas adicionales de distribución en un terreno nuevo, lo que brinda a la empresa mayor flexibilidad para mejorar la coordinación entre las diferentes áreas operativas. Esta flexibilidad es crucial para adaptarse a las demandas cambiantes del mercado y a las necesidades futuras de expansión, lo que a su vez contribuye a la creación de un entorno laboral más productivo y eficiente.

Para evaluar la efectividad de las alternativas propuestas, se realiza un análisis comparativo entre la distribución actual y las nuevas propuestas utilizando el indicador de distancia. Este análisis se basa en la medición de los flujos de trabajo entre las distintas áreas y en la distancia total recorrida por los materiales. Se emplean cartas DE-A para calcular las distancias

recorridas en un período de seis meses, lo que permite identificar las áreas de mejora y el impacto potencial de las redistribuciones sugeridas.

Es importante destacar que la mejora en el flujo de materiales no solo se traduce en una reducción de distancias y tiempos de traslado, sino que también genera beneficios significativos en términos de productividad y eficiencia. Asimismo, la optimización del espacio se evalúa con la visión de facilitar futuras expansiones, asegurando que la empresa esté preparada para afrontar el crecimiento y las nuevas oportunidades del mercado.

En resumen, esta tesis no solo busca presentar alternativas de redistribución que mejoren la eficiencia operativa, sino también establecer un marco que permita a la empresa metalmecánica adaptarse a un entorno dinámico y en constante evolución. A través de la aplicación de la metodología SLP, se espera contribuir al desarrollo de un modelo de planta más eficiente, flexible y preparado para el futuro.

Planteamiento del problema

El diseño de las instalaciones o distribución de planta es uno de lo más desafiantes que un ingeniero industrial o de manufactura puede enfrentar, ya que el diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquier otra decisión corporativa importante (Meyers & Stephens, 2006).

En definitiva, resulta que el diseño de una distribución en planta es un problema muy complejo, tal es el caso al que se enfrenta actualmente la empresa en estudio, debido a que ésta se dedica principalmente al diseño y construcción de proyectos industriales que involucran el uso de maquinaria y equipo con grandes dimensiones. Por esta razón, la empresa en cuestión requiere mucho espacio para la distribución de su maquinaria y equipo, al mismo tiempo necesita tener una buena distribución de planta porque en diversos recorridos por la planta de producción se observaron diferentes problemas: obstrucciones en las vías de tránsito y se recorren largas distancias en el traslado de materiales.

Como consecuencia, los problemas observados retrasos en la entrega de los proyectos solicitados por los clientes lo que a su vez genera pérdidas monetarias significativas para la empresa; bajo esta perspectiva se ve como área de oportunidad el minimizar distancias de traslado de materiales y optimizar el espacio utilizado, lo cual puede lograrse con la aplicación de diversas técnicas de ingeniería industrial, entre ellas: el análisis de flujo de materiales, el diagrama de Pareto, el método de centro de gravedad, el diagrama de relación de actividades, el diagrama de relación de espacios y la cartas De-A.

Hipótesis

Se espera que la implementación de la propuesta en la empresa en cuestión tenga resultados positivos en el futuro, siempre y cuando se mantenga el siguiente supuesto:

Las distancias en los recorridos de traslado de materiales, en el área de producción de la empresa en estudio se reducirán con el diseño de una redistribución de planta y se optimizará el espacio para una expansión futura.

Contenido de la tesis

El presente proyecto de tesis está estructurado de la siguiente manera:

El primer capítulo proporciona una breve descripción de la empresa en la que se llevó a cabo el proyecto. Incluye antecedentes sobre la industria a la que pertenece la empresa, así como información relevante sobre la empresa en sí, como su cultura organizacional, distribución física, estructura general y detalles sobre sus procesos de fabricación.

El segundo capítulo se enfoca en exponer las nociones fundamentales de las herramientas de ingeniería industrial que serán empleadas en el proyecto. Este capítulo se diseñó con el propósito de establecer un marco teórico que sirva como base de referencia para la aplicación eficaz de estas técnicas, garantizando así los mejores resultados en su implementación.

El tercer capítulo describe la aplicación de la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto, abarcando desde las etapas iniciales de diagnóstico y la identificación de áreas de mejora, hasta la validación de los resultados. Además, incluye un breve análisis de los resultados generales obtenidos.

Finalmente, se exponen las conclusiones del proyecto, las recomendaciones, los anexos y las fuentes de información consultadas durante su desarrollo.

Capítulo 1

Antecedentes

En este capítulo se abordan temas relacionados con los sectores económicos en México, la industria metalmecánica y los talleres industriales, ya que proporcionan el contexto económico en el que opera la empresa en estudio del presente proyecto de tesis.

Para comprender mejor el entorno de la empresa en estudio, se proporcionan diversas generalidades que incluyen los antecedentes históricos, misión, visión, valores y política de calidad. También se presenta información sobre la distribución de la planta en estudio, el marco geográfico en el que se encuentra ubicada y su organigrama.

Finalmente, se muestran los objetivos de la investigación, tanto el objetivo general como los objetivos específicos que guían el proyecto de tesis. Además, se expone la justificación de éste, destacando la importancia de mejorar la distribución de planta de la empresa en estudio.

1.1 Sectores económicos en México

En las siguientes líneas se hace una descripción breve de los sectores económicos que integran las distintas áreas de la economía en México; los cuales se dividen en primario, secundario y terciario, según la fase de producción en la que se encuentra el sector:

“El sector económico primario engloba todas las actividades encaminadas a extraer o cosechar productos de la tierra o de los cuerpos de agua, tales como la agricultura, ganadería, pesca, explotación de los recursos forestales y la minería.

El sector secundario, se identifica con las actividades que procesan las materias primas, la fabricación industrial, transformación de las materias primas, industria y la construcción.

El sector terciario es el que ofrece servicios de todo tipo a la población en general. Aquí se aglutinan las actividades que no producen una mercancía, pero abastecen al mercado de servicios y bienes, por este motivo se denomina también sector servicios”(Noble, 2023).

En este contexto, uno de los sectores que destaca por su influencia y relevancia en la economía mexicana es el sector secundario, debido a que en éste se encuentran principalmente actividades manufactureras como las que realiza la industria metalmecánica y/o la empresa en estudio, las cuales desempeñan un papel crucial en la fabricación de una amplia gama de productos, desde maquinaria pesada hasta productos de consumo cotidiano.

1.2 La industria metalmecánica

La Industria Metalmecánica constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo, no sólo por su contenido tecnológico y valor agregado, sino también por su articulación con distintos sectores industriales; prácticamente todos los países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con sectores metalmecánicos consolidados (Peña, 2022).

El sector metalmecánico genera una gran diversidad de bienes, los cuales se constituyen, en su mayoría, en insumos y componentes clave para un conjunto amplio de industrias relevantes. En los años recientes, la actividad metalmecánica ha sido estimulada sensiblemente por la expansión de estas industrias, las cuales están fuertemente articuladas a las cadenas globales de valor. Su permanencia en éstas es condicionada de manera importante por su productividad y por los procesos de innovación que en ellas se desarrollan para ser más competitivos. (Becerril et al., 2018).

1.3 Talleres industriales de maquinados de piezas y estructuras metálicas

Los talleres industriales de maquinados forman parte de la industria Metalmecánica y se dedican principalmente a la fabricación de piezas metálicas utilizando máquinas y

herramientas. Sus principales clientes son la industria automotriz, alimentaria y cualquier otra que necesite repuestos mecánicos. Estos talleres ofrecen servicios como rectificado de piezas, fabricación de flechas, rodillos, bujes, chumaceras, tornillería, dispositivos mecánicos, entre otros.

El sistema de producción de estos talleres es intermitente, lo que significa que necesitan una alta flexibilidad en sus procesos para adaptarse a la demanda variable y baja en volumen. Sin embargo, muchos de estos talleres enfrentan problemas debido a la falta de capacidad y a la mala programación de su producción. Esto ocasiona que algunos centros de trabajo estén subutilizados mientras que otros estén sobrecargados (Everett & Ronald, 1991).

La falta de flexibilidad en el proceso de producción de estos talleres es uno de los mayores desafíos, ya que trabajan con lotes pequeños de piezas e incluso con productos únicos que deben fabricarse. Esto resulta en frecuentes paradas de las máquinas para preparar y cambiar de un producto a otro. Otro problema común es la programación inadecuada de los trabajos, lo que provoca tiempos de espera y ocio elevados, afectando negativamente el cumplimiento de los plazos de entrega de los pedidos a los clientes.

Según Everett & Ronald, (1991) la secuencia en la que se procesan los trabajos pendientes es crucial para determinar la eficiencia y efectividad de un sistema de producción intermitente. La secuencia afecta el retraso en los trabajos, los costos de configuración y modificaciones, los tiempos muertos, los costos de inventario y el grado de congestión en las instalaciones.

1.4 Tesis con aplicación de técnicas de distribución de planta

En esta sección se describen varios trabajos que muestran cómo se aplicaron diversas técnicas de ingeniería industrial en la solución de problemáticas similares a la del presente proyecto de tesis.

En cada trabajo, se describe de forma breve la problemática que se resolvió, se explica cómo se detectó, se detalla la metodología empleada para solucionarla, se menciona el uso de

técnicas específicas y, de manera personal, un comentario de cómo contribuye al presente proyecto.

1.4.1 Aplicación de la metodología SLP

En esta sección se presentan dos artículos que muestran la aplicación de la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) para dar solución a problemas relacionados con la redistribución de planta y el movimiento de materiales, utilizando, además, diversas herramientas de ingeniería industrial.

- Hernández (2018) en su artículo, mostró como realizó una redistribución de planta utilizando la siguiente metodología:
 - Analizar el flujo de materiales.
 - Determinar la relación de actividades.
 - Generar diagrama de relación de actividades
 - Obtener requerimientos de espacio.
 - Determinar el espacio disponible.
 - Elaborar diagrama de relación de espacios.
 - Determinar factores influyentes.
 - Determinar limitaciones prácticas.
 - Desarrollar alternativas de redistribución.
 - Seleccionar alternativa mediante evaluación por puntos.
 - Evaluar alternativa mediante una carta multi-producto y una carta De-A.

La evaluación de la distribución, correspondiente a la alternativa ganadora, le permitió obtener los siguientes resultados:

- Un aumento en el indicador de eficiencia de un 2.56%.
- Una disminución en la distancia viajada al mes de 3.58 km

Esta lectura fue de interés debido a que la utilización de la metodología SLP puede generar opciones de distribución que cumplen con criterios de desempeño cuantitativo y cualitativo, asimismo, porque permite evaluar opciones de distribución y, por lo tanto, comparar distribuciones, lo cual es parte del presente proyecto.

- Reyes (2013) en sus tesis, describe un estudio de distribución de planta en una empresa de la industria de la confección, con el cual mejoró el manejo de los materiales e insumos para el ensamble y confección de piezas de ropa.

En el estudio desarrolló la siguiente metodología:

Realizar un diagrama de flujo del proceso.

- Realizar una gráfica de producto a cantidad.
- Desarrollar los pasos de la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*).
- Realizar una tabla de relación de actividades.
- Implementar la técnica SHA (*Systematic Handling Analysis*).
- Realizar un análisis y evaluación económica.

Con la aplicación de la metodología utilizada obtuvo tres alternativas y, para cada una de ellas, un estimado del costo por manejo de materiales para seleccionar la que generaba el menor costo.

Esta tesis es de interés para el presente proyecto porque mostró que la metodología SLP puede ayudar a minimizar el desperdicio de tiempo y esfuerzo, y a optimizar al máximo los espacios de planta, lo cual es tema de estudio del presente proyecto.

- Cardozo & Fernández (2020) ante la problemática en una empresa que ha sufrido una reducción de sus utilidades de 17% a 5%, en dos años, asociado a un incremento de costos operativos causados a su vez por un incumplimiento de pedidos y la no disponibilidad de materia prima para iniciar con la producción, En su tesis, utilizaron la siguiente metodología para mejorar la situación mencionada:

- Diseñar una propuesta de mejora.
- Relacionar problemática y metodologías a utilizar.
- Evaluar las metodologías a implementar.
- Modelar y diseñar componentes.
- Elaborar un plan de trabajo.
- Desarrollar propuesta de mejora.
- Desarrollar propuesta de implantación de las 5's.
- Desarrollar fase de preparación.

- Realizar fase de lanzamiento de las 5's.
- Implementar las 5's.
- Aplicar metodología SLP.
- Estimar mejoras.
- Realizar validación con base en costos.
- Validar el grado de mejora de las 5's y la metodología SLP.

Con la aplicación de la metodología, que en esencia incluye la aplicación de las 5's y la metodología SLP, lograron reducir el tiempo de ciclo en 31.6%, las distancias de traslado en 21.7% y, finalmente, el cumplimiento de pedidos mejoró en un 65%.

Esta tesis es de interés para el presente proyecto porque se implementó una nueva distribución de planta y se cree que podría realizarse un nuevo flujo de trabajo en forma de U tras la aplicación de SLP tal como lo realizaron los autores antes mencionados.

1.4.2 Aplicación de softwares para la generación y/o evaluación de alternativas de distribución de planta

En esta sección, se describen un artículo y tres tesis para la generación y/o evaluación de alternativas de distribución de planta:

- Abrego (2017) en su artículo, describe aspectos cualitativos de las relaciones entre las dependencias. En esta tesis aplicó SLP (*Systematic Layout Planning*) para la generación de alternativas de distribución de planta y simuló, en el software *FlexSim*, la mejor alternativa. La distribución propuesta abarcó el proceso de selección, empaque y embarque de chayote. La metodología que aplicó se dividió en las siguientes cuatro etapas:
 - Primera etapa. Definición y análisis del problema.
 - Segunda etapa. Generación de alternativas.
 - Tercera etapa. Evaluación de alternativas.
 - Cuarta etapa. Selección y detallado del diseño idóneo.

Con la aplicación de la metodología consiguió los siguientes resultados:

- Aumentó la capacidad de almacenaje de $184.49\ m^2$ a $316.88\ m^2$.
- Aumentó la capacidad de producción de 31 a 43 tarimas,

La lectura fue de gran interés debido mostró que la metodología SLP se utilizó para analizar los requisitos de espacio y las instalaciones necesarias para obtener una distribución eficiente y funcional, lo cual se pretende obtener con el desarrollo del presente protocolo de tesis.

- Arellano (2017) en su tesis, relata como aplicó la simulación, el software *Flexim* y *lean construccction* para lograr la disminución en el tiempo de fabricación, costos, retrabajo y mermas de material en la empresa Grupo Constructo. La metodología que desarrolló fue la siguiente:

- Obtener un panorama general de Grupo Constructo.
- Conocer problemas e inquietudes de mejora.
- Diagnosticar la situación actual de la empresa
- Analizar el desempeño actual de los procesos con base en las áreas de oportunidad seleccionadas.
- Definir y seleccionar los desperdicios a reducir.
- Planear el desarrollo de mejoras en las áreas de oportunidad.
- Implementar las mejoras.
- Validar los resultados mediante prueba estadística.
- Analizar de los resultados.

Con base en la aplicación de la metodología anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Reducción del retrabajo: 2.33% en el proceso de armado y 1.5% en el proceso de pintura.
- Disminución de merma en el almacén de pintura de 9.5%.
- El *lead time* se minimizó a 61%.
- Se redujeron los recorridos internos y se eliminaron los recorridos externos.

La lectura fue de interés debido a que aplicó la metodología SLP para crear una alternativa de redistribución de planta en la cual se disminuyeron los recorridos internos y externos.

- Mejía *et al.*, (2011) en su artículo, describen como determinaron la distribución más adecuada para el área de almacenamiento en un centro de distribución teniendo en cuenta las características especiales de los productos que allí se almacenan; para ello implementaron la siguiente metodología:
 - Agrupar las referencias en subgrupos de acuerdo componentes químicos.
 - Establecer las familias de productos.
 - Relacionar cada una de las familias.
 - Aplicar la metodología SLP.
 - Aplicar CORELAP.

Con la aplicación de la metodología antes mencionada los autores lograron aumentar los puntajes de sus familias de productos de la siguiente manera:

- Aseo personal obtuvo una calificación de 408
- Cacharrerías de 220
- Medicamentos de 360.

Este artículo es de interesantes debido a que se puede afirmar que la metodología SLP y la heurística de CORELAP son altamente efectivas para determinar la configuración de la sección de almacenamiento del centro de distribución, ya que complementa factores relacionados con la tesis aquí propuesta.

- Isaza (2014) en su tesis, expone cómo logró identificar el flujo de proceso que deben seguir cada una de las líneas de producción y simular la distribución de planta para mejorar el flujo de los procesos; para ello aplicó la siguiente metodología:
 - Obtener los flujos de producción y transcribirlos.
 - Trazar el plano de la planta para poder observar mejor los problemas.
 - Verificar y determinar un posible orden de las máquinas dentro de la planta.
 - Medir el tiempo total que se demoran los productos.
 - Determinar la capacidad de cada uno de los procesos.
 - Genera distribución de la planta.
 - Trasladar la distribución de planta a AutoCAD.
 Implanta distribución de planta.

Con la nueva propuesta de distribución las distancias recorridas, en cada una de las líneas, disminuyeron, quedando de la siguiente manera:

- En la línea de camión la distancia se redujo 10 metros.
- Los pasillos de circulación se ampliaron y se descongestionó el cuello de botella.
- En la línea OTR se disminuyó en un 26% la distancia recorrida y en la de protectores en un 46%.

La lectura de las tesis se considera importante porque se buscó la integración de todos los departamentos involucrados para cumplir con los objetivos de la empresa y la satisfacción de los trabajadores a través de una nueva propuesta de distribución, lo cual es lo que se busca con la presente propuesta de tesis, es decir, se busca integrar a todos los departamentos involucrados para cumplir con el objetivo general de la presente tesis.

1.5 Generalidades de la empresa

En esta sección se dará una breve descripción sobre la información más relevante de la empresa en estudio: origen, ubicación, diagrama de procesos, entre otras cosas; a fin de conocer mejor a que se dedica y cómo funciona.

1.5.1 Antecedentes

La empresa en estudio comenzó a operar en el año de 1990 en la Ciudad de Río Blanco, Veracruz, a manos del fundador de la empresa.

La empresa inicialmente se dedicó a la reparación de moldes y extrusores para la industria de alimentos. Posteriormente, se incorporó la reparación de servicio pesado a tráileres y equipos de transporte, ganando terreno y reconocimiento regional en el ramo.

El fundador de la empresa, junto a su hijo, buscaron más oportunidades de crecimiento adquiriendo maquinaria sofisticada para darse a conocer a nivel nacional.

Actualmente, la empresa en estudio está dedicada a la fabricación y distribución de equipos para máquinas industriales ofreciendo los siguientes servicios:

- Desarrollo de ingeniería básica y detalle para la fabricación de piezas mecanizadas para la industria.
- Fabricación de equipos para la industria.
- Fabricación de refacciones industriales.

La empresa en estudio cuenta con diferentes proyectos a nivel nacional en las ciudades de Orizaba, Ver.; Ciudad de México; Guadalajara, Jal.; Saltillo, Coahuila; y Obregón, Sonora.

1.5.2 Misión

La empresa en estudio, como cualquier otra empresa profesional cuenta con una misión la cual se encuentra expresada en las siguientes líneas:

“Contribuir a la continuidad operativa de los procesos productivos del cliente mediante servicios de calidad”(Empresa en estudio, 2020).

1.5.3 Visión

Como bien se sabe, la visión determina el punto a dónde una empresa quiere llegar, tal es el caso de la empresa en estudio que con las siguientes palabras describe como se visualiza en el 2025 (Empresa en estudio, 2020):

- *“Rentable y sustentable.*
- *Siendo un proveedor confiable para nuestros clientes.*
- *Que garantiza la calidad de sus productos y servicios.*
- *Que considera la innovación y tecnología en sus procesos para ser competitiva.*
- *Que cuenta con una plantilla laboral competente, productiva y rentable”.*

1.5.4 Valores

En el siguiente listado se describen los valores fundamentales que la empresa, en estudio, ha adoptado como parte de su cultura organizativa para asegurar que sus colaboradores brinden un servicio de calidad a sus clientes (Empresa en estudio, 2020):

- *“Comunicación clara y honesta. Fomentar el intercambio de ideas y opiniones, generando un ambiente de confianza entre los diferentes integrantes de la organización.*
- *Responsabilidad laboral. Compromiso del personal con respecto a sus funciones y responsabilidades, demostrando constancia y disciplina.*
- *Competitividad e Innovación. Fomentar la creatividad y aportar al cliente interno y externo sugerencias de nuevas alternativas técnicas para la mejora de sus procesos.*
- *Evaluación autocrítica. Fomentar la mejora continua y constante a través de la autoevaluación en las funciones diarias.*
- *Integración laboral. Mantener un entorno laboral apto mediante una buena cultura organizacional”.*

1.5.5 Política de calidad

La empresa en estudio busca reflejar el compromiso de su organización con la calidad, por tal motivo cuenta con la siguiente política de calidad (Empresa en estudio, 2020):

“Estamos comprometidos en cumplir invariablemente con los requisitos establecidos por los clientes para garantizar su satisfacción.

La intención manifiesta como política asegurar que todos sus productos y servicios cumplan y excedan las expectativas de sus clientes en seguridad, calidad, costos y tiempos de entrega, asegurando con esto la mejora continua de los procesos de operación de su empresa”.

1.5.6 Distribución actual de la planta en estudio

La organización de una empresa es un elemento crucial que impacta directamente en su capacidad para operar de manera eficiente y alcanzar sus metas y objetivos. En este sentido, la distribución de las áreas dentro de la empresa en estudio desempeña un papel fundamental en la optimización de sus procesos y recursos.

En los siguientes apartados, se menciona un análisis exhaustivo de la estructura de distribución de la empresa objeto de estudio, con un enfoque particular en la distinción de sus dos principales divisiones: la planta alta y la planta baja. Estas dos plantas conforman un conjunto de 30 áreas diferentes, cada una de las cuales desempeña un papel crucial en el funcionamiento global de la organización. A lo largo de este análisis, exploraremos cómo esta distribución influye en la eficiencia operativa de la empresa y cómo contribuye al logro de sus objetivos estratégicos.

1.5.6.1 Áreas que integran la planta alta

La planta alta concentra principalmente actividades administrativas y la conforman las siguientes nueve áreas:

1. Ventas. Área en donde se da seguimiento y se recibe la orden de compra del cliente.
2. Recibidor planta alta. Área en donde esperan los clientes y proveedores para ser atendidos.
3. Baños planta baja. En la planta alta, existen baños para diferentes áreas de la empresa, por ejemplo, baños para la oficina gerencial y baños para la oficina de compras y ventas.
4. Compras. Área en donde se realizan los pedidos de materiales a proveedores.
5. Sala de juntas. Espacio destinado para realizar reuniones con el equipo de trabajo y comentar acuerdos de los proyectos.
6. Oficina gerencial. Área de la empresa destinada al gerente para supervisar y gestionar créditos y la sustentabilidad de los activos.
7. Baño de oficina gerencial. Este baño es de uso exclusivo para la gerencia.

8. Comedor. Área interior para que los colaboradores degusten sus alimentos en horario de comidas.
9. Oficina de diseño e ingeniería. Área en donde se elabora el diseño del proyecto y los planos conforme a los requerimientos de los clientes.

Las nueve áreas que conforman la planta alta se muestran en la Figura 1. 1.

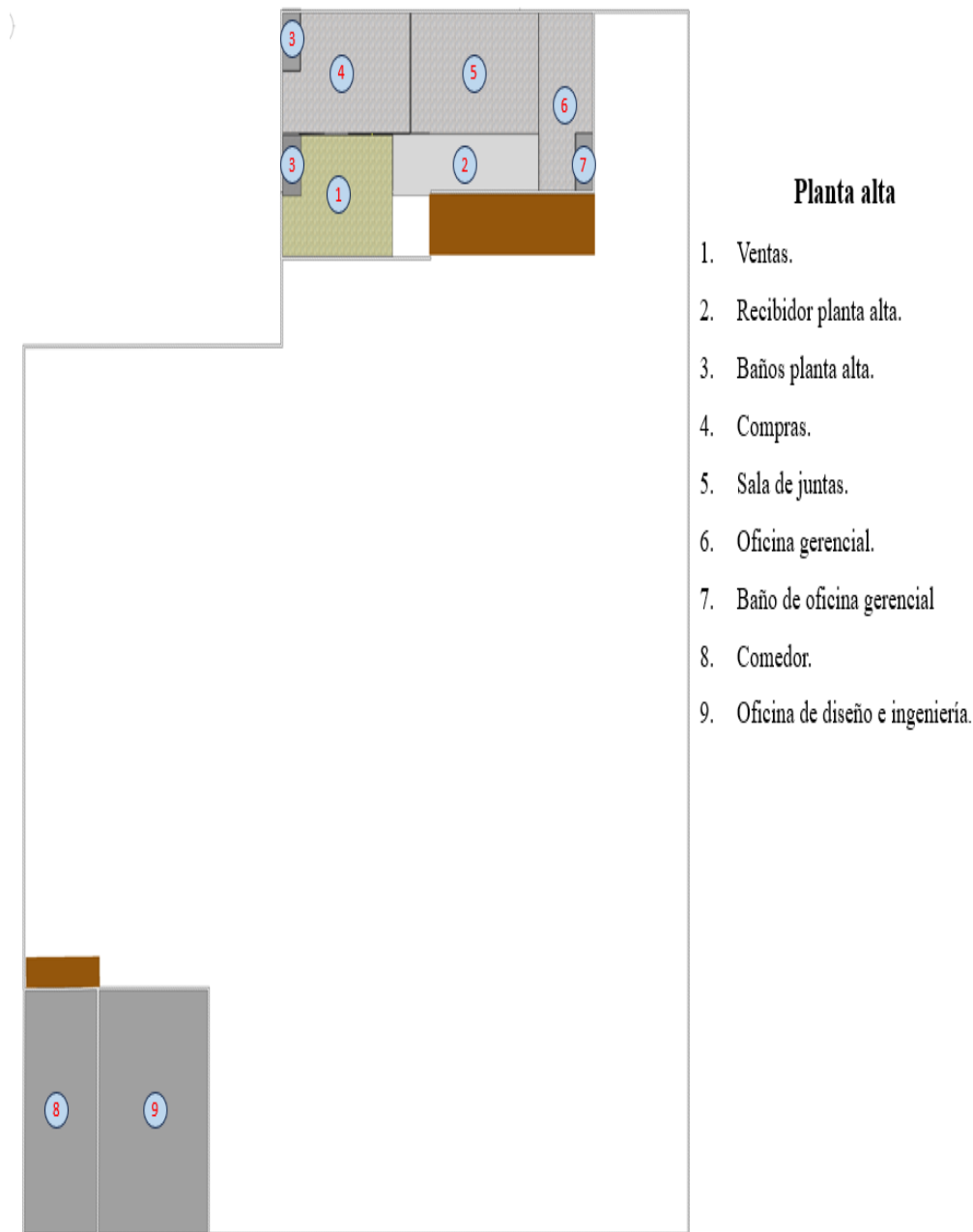


Figura 1. 1 Distribución de áreas de la planta baja (Elaboración propia).

1.5.6.2 Áreas que integran la planta baja

En este apartado, se explica la distribución de la planta baja de la empresa en estudio. Este espacio físico, delimitado pero repleto de dinamismo, sirve como epicentro para una amplia gama de actividades cruciales para el funcionamiento integral de la empresa. En este recorrido, se revelarán los matices y complejidades de las 21 áreas que conforman este nivel, brindando así una visión completa y enriquecedora de las operaciones que se despliegan en esta sección de la empresa. En la Figura 1. 2., se muestran las áreas que conforman esta planta baja, sirviendo como mapa visual.

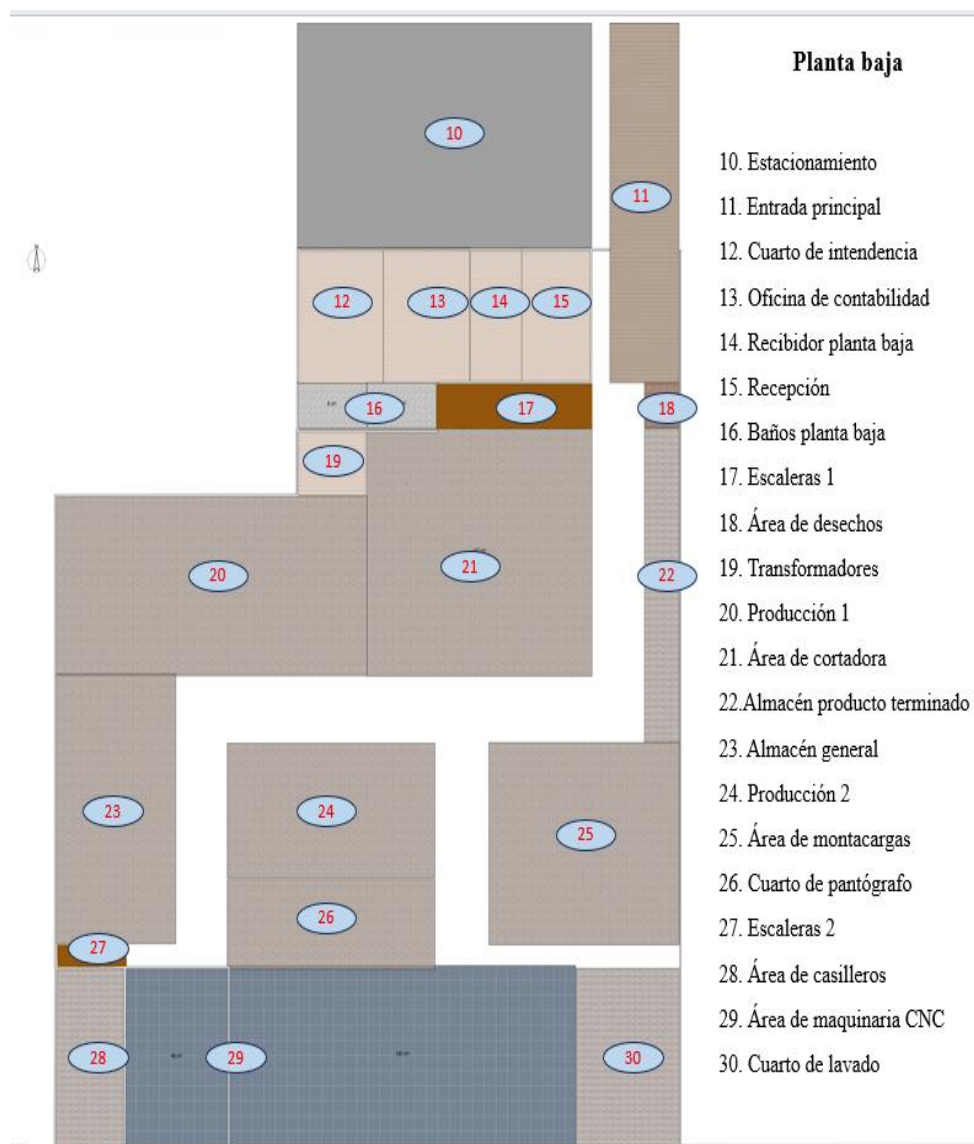


Figura 1. 2 Distribución de áreas planta baja (Elaboración propia).

Una descripción de cada una de las 21 áreas que conforman a la planta baja se muestra a continuación:

10. Estacionamiento. Área donde los clientes, y cierto personal de la empresa pueden estacionar sus vehículos.
11. Entrada de principal. Área en donde entran y salen materiales y productos de grandes dimensiones.
12. Cuarto de intendencia. Bodega de artículos de limpieza.
13. Oficina de contabilidad. Área que se encarga de la revisión de temas contables y financieros de la empresa.
14. Recibidor planta baja. Área en donde esperan los clientes y proveedores para ser atendidos.
15. Recepción. Área encargada de recibir a los clientes y proveedores.
16. Baños planta baja. En la planta baja existen diferentes baños para diferentes áreas de la empresa, por ejemplo, baños para operadores, baños para departamento de contabilidad, entre otros.
17. Escaleras 1. Espacio designado al primer conjunto de escalones de la empresa en estudio, que permite el acceso a las primeras siete áreas de la planta alta, mencionadas en la Sección 1.5.6.1.
18. Área de desechos. Espacio destinado para el depósito de basura o desechos.
19. Transformadores. Área de la empresa en donde se resguarda la subestación eléctrica.
20. Producción 1. En esta área se puede realizar torneado y fresado convencional. El producto procesado puede pasar diferentes áreas: área de CNC y cuarto de pantógrafos, entre otros.
21. Área de cortadora. Área designada para la maquinaria y el equipo utilizados en operaciones de corte y doblado de materiales.
22. Almacén producto terminado: área en donde se almacena el producto final de grandes dimensiones.
23. Almacén general. Área de recepción, almacenamiento, planeación y requerimiento de materiales que se necesitan para elaborar proyectos.

24. Producción 2. En esta área se puede realizar soldadura, pintura de partes y revisión puntos críticos de calidad. El producto procesado puede pasar diferentes áreas: área de CNC, cuarto de pantógrafos, lavado, entre otros.
25. Área de montacargas: Esta área está destinada para estacionar los montacargas.
26. Cuarto de pantógrafo. Área de trazado y corte de placas grandes.
27. Escaleras 2: Área designada al segundo tramo de escaleras, que proporciona acceso al área del comedor y al área de la oficina de diseño e ingeniería.
28. Área de casilleros. Espacio destinado al personal para que guarden sus pertenencias y equipo de protección personal (EPP).
29. Área de maquinaria CNC. Espacio en donde se realiza la transformación y detallado de piezas.
30. Cuarto de lavado. Área destinada al lavado de piezas y estructuras terminadas.

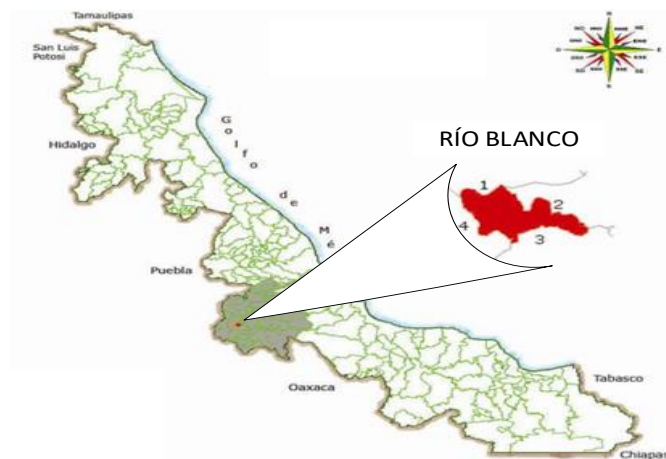
1.5.7 Marco geográfico

En el contexto empresarial, la ubicación geográfica puede desempeñar un papel fundamental en el éxito y la eficiencia de una organización. En este sentido, la empresa, objeto de estudio, se encuentra en una posición estratégica dentro del territorio de la República Mexicana, en el estado de Veracruz, tal como se muestra en la Figura 1. 3.

Un aspecto que merece una atención detallada y una exploración minuciosa es la ubicación más específica de la empresa en estudio, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Rio Blanco, Ver. tal como se muestra en la Figura 1. 4.



Figura 1. 3 Localización del estado de Veracruz (Google Maps).



*Figura 1. 4 Localización de empresa en el estado de Veracruz
(CEIEG, 2019).*

1.5.8 Organigrama

El funcionamiento y la administración eficiente de una empresa se encuentran ligados a su estructura organizativa, la cual sirve como una distribución fundamental que sustenta las operaciones de la empresa y establece de manera definida las relaciones y responsabilidades de sus diferentes áreas. En este contexto, el organigrama de la Figura 1.5 se muestra como una herramienta importante, ofreciendo una representación visual que facilita la exploración y comprensión de la jerarquía de áreas y actividades de la empresa en estudio.

Este organigrama no es meramente un diagrama gráfico ya que también proporciona una visión panorámica de cómo se distribuyen las responsabilidades y funciones clave en la estructura organizativa. En el transcurso de este apartado, se exploran a profundidad las actividades de las áreas de este organigrama, describiendo los detalles de la organización estudiada.

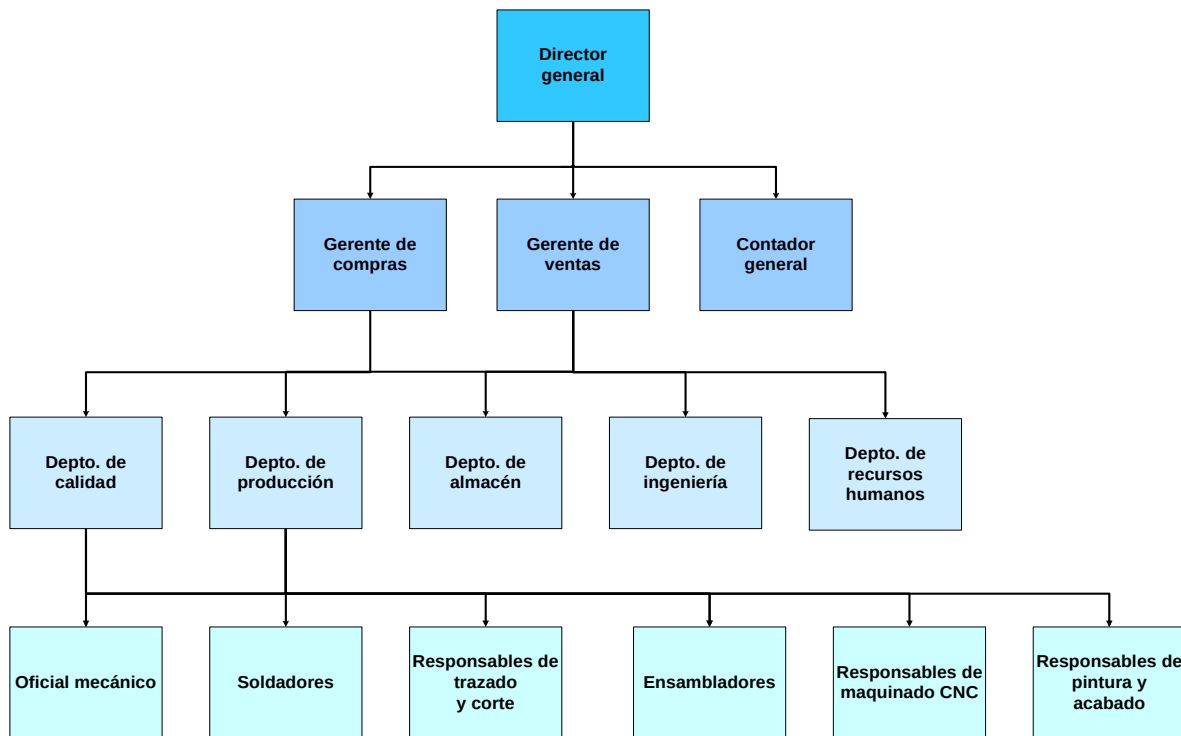


Figura 1. 5 Organigrama de la empresa (Elaboración propia).

- Director General. Esta persona se encarga de las siguientes actividades:
 - Supervisar y gestionar créditos y la sustentabilidad de los activos.
 - Gestionar las actividades de la organización estableciendo tareas, objetivos y prioridades.
 - Fijar métodos de volumen de ventas anuales.
 - Establecer la proyección de tecnología en inversión.
 - Monitorear las tendencias que afecten el estado financiero de la empresa y planificar nuevas estrategias.
 - Establecer criterios específicos en relación con la toma de decisiones y la resolución de conflictos.
 - Desarrollar, implementar, coordinar, revisar, evaluar y mejorar los procedimientos y políticas de la empresa, además de las actividades e iniciativas.
 - Servir de mediador entre la compañía, sus accionistas e inversores, procurando el beneficio de todas las partes involucradas.

- Dirigir y promover el cumplimiento de los objetivos y valores de la empresa.
- Revisar la documentación referente a pronósticos financieros y el estado de la empresa.
- Gerente de compras. Esta persona se encarga de las siguientes actividades:
 - Identificar fuentes de proveeduría que aseguren materiales, productos y servicios de calidad.
 - Participar en las reuniones operativas con dirección y líderes para conocer las necesidades de materiales y productos.
 - Realizar el monitoreo desde que lo surte el proveedor de materiales hasta que se recibe en almacén.
 - Efectuar devoluciones y reclamaciones a proveedores, coordinándose con almacén.
 - Mantener estrechas relaciones con los proveedores para generar alianzas estratégicas.
 - Mantener actualizada la lista de proveedores.
 - Monitorear e informar a proveedores el resultado de su evaluación semestral.
 - Mantener y conservar actualizado, especificaciones de materiales y servicios que se manejan de manera continua en la organización.
 - Mantener los documentos que forman parte del proceso de compras y proveedores de forma organizada.
- Gerente de ventas. Esta persona se encarga de las siguientes actividades:
 - Mantener contacto constante con los clientes.
 - Transmitir al cliente la información sobre los productos ofrecidos.
 - Ofrecer asesoría para cada una de las dudas de los clientes y proporcionar a la empresa datos que le permitan optimizar áreas de oportunidad.
 - Gestionar la información general de las características del producto final que espera el cliente.
 - Elaboración de propuestas técnico-económicas para desarrollo de proyectos.
 - Solicitar al cliente la orden de compra o un documento similar que ampare la formalidad del pedido.
 - Solicitar y gestionar las encuestas de satisfacción de clientes.

- Asistir a reuniones en representación de la empresa.
- Contador general. Esta persona se encarga de las siguientes actividades:
 - Coordinar, registrar y aplicar los recursos financieros de la organización, proporcionando información financiera, contable y fiscal a la dirección general, para la planeación, organización, presupuesto y toma de decisiones.
 - Gestionar y resguardar documentación fiscal y contable.
 - Participar en reuniones para tratar asuntos relacionados con la organización.
- Departamento de calidad. La persona encargada de este departamento realiza las siguientes actividades:
 - Establecer controles y vigilancia, para preservar y mantener la información documentada, disponible, idónea y protegida.
 - Verificar la eficacia, evitando la duplicidad de documentos, gestionar el control de versiones y control de cambios de los documentos que conforman los sistemas de gestión.
 - Controlar la lista maestra de documentos internos y externos de la organización.
 - Gestionar el seguimiento de riesgos y oportunidades que, en conjunto con los dueños de proceso, deberá programar las fechas para reuniones de revisión de riesgos, determinando a las personas involucradas en el proceso y/o proyecto que se va a analizar, así como el seguimiento de acciones y ser guía en la metodología a usar.
 - Gestionar y dirigir auditorías internas de la organización.
 - Dirigir, programar y planear ejercicios de trazabilidad de productos en la organización.
 - Coordinar y supervisar acciones correctivas y de mejora.
 - Gestionar y dar seguimiento a quejas de clientes.
 - Dar seguimiento a la planeación estratégica.
 - Liberaciones de productos terminados.
 - Realizar encuestas de satisfacción de clientes.
- Departamento de producción. La persona encarga de este departamento realiza las siguientes actividades:

- Supervisar constantemente el desarrollo de cada proyecto de acuerdo con el plan de trabajo.
- Agilizar el proceso de fabricación con mejoras en técnicas de manufactura.
- Supervisar y gestionar el programa anual de limpieza.
- Distribuir al personal de acuerdo con sus competencias en las distintas estaciones de trabajo de los procesos operativos.
- Verificar que las áreas de trabajo se encuentren limpias, ordenadas y en condiciones adecuadas. De igual manera, verificar que las herramientas se encuentren en buen estado.
- Verificar y observar permanentemente el cumplimiento a los lineamientos operativos internos de acuerdo con los instructivos de operación.
- Solicitar al responsable de control de calidad que verifique la fabricación contra el plan de liberación de producto terminado.
- Gestionar el manejo de mermas.
- Supervisar el manejo y *check list* de montacargas y camión pluma.
- Departamento de ingeniería. La persona encargada de este departamento realiza las siguientes actividades:
 - Coordinar, organizar y canalizar el desarrollo y aplicación de los proyectos.
 - Gestionar el control de proyectos (mantener expediente en electrónico y/o físico).
 - Analizar, con el área de compras, el alcance de costos de los proyectos.
 - Evaluar la factibilidad de nuevos proyectos y el tiempo estipulado de realización.
 - Gestionar el catálogo de conceptos de materiales.
 - Generación de planos de diseño de los proyectos.
 - Supervisar el cumplimiento y realizar la integración de los procesos de fabricación.
- Departamento de recursos humanos. La persona encargada de este departamento realiza las siguientes actividades:
 - Responsable de llevar a cabo el proceso de reclutamiento, selección y capacitación de nuevo personal.

- Gestionar el plan y el presupuesto anual de las capacitaciones que son requisito legal para el giro de la organización.
- Mantener evidencia de capacitaciones realizadas en la organización.
- Vigilar y gestionar el cumplimiento del reglamento interno.
- Gestionar las amonestaciones realizadas por incumplimiento al reglamento interno.
- Mantener actualizados y completos los expedientes de los trabajadores.
- Gestionar los formatos de evaluación de competencias del personal.
- Planificar la estrategia y el desarrollo del capital humano de la organización.
- Oficial mecánico. Esta persona se encarga de las siguientes actividades:
 - Montaje, instalación y puesta en marcha de equipos.
 - Realizar ajustes y reparación de equipos y/o piezas industriales.
 - Mantener limpia su área de trabajo.
 - Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.
 - Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
- Soldadores. Las personas encargadas realizan las siguientes actividades:
 - Soldar piezas de metal en distintas posiciones, de acuerdo con lo que esté establecido en el diseño.
 - Realizar todo tipos de soldaduras en función de las necesidades del proyecto.
 - Ejecutar los trabajos en forma limpia, ordenada y con buena terminación; y uso adecuado y económico de los materiales.
 - Mantener limpia su área de trabajo.
 - Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.
 - Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
- Responsables de trazado y corte. Las personas encargadas realizan las siguientes actividades:
 - Realizar corte de lámina y dobléz de lámina de diferentes calibres de acuerdo con las especificaciones del plano/diseño.
 - Aplicar técnicas de trazado, enderezado de tubos, perfiles y otros materiales.

- Ejecutar los trabajos en forma limpia, ordenada y con buena terminación; y uso adecuado y económico de los materiales.
- Mantener limpia su área de trabajo.
- Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.
- Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
- Ensambladores. Las personas encargadas realizan las siguientes actividades:
 - Ajustar y unir las piezas en una sola estructura del proyecto.
 - Ejecutar los trabajos en forma limpia, ordenada y con buena terminación; y uso adecuado y económico de los materiales.
 - Mantener limpia su área de trabajo.
 - Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.
 - Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
 - Cumplir con el rol de limpieza de sanitarios.
 - Participar en reuniones de trabajo cuando así se requiera.
- Responsables de maquinado CNC (control numérico por computadora). Las personas encargadas realizan las siguientes actividades:
 - Maquinado de piezas en torno y fresadora convencional de acuerdo con el plano.
 - Ejecutar los trabajos en forma limpia, ordenada y con buena terminación; y uso adecuado y económico de los materiales.
 - Mantener limpia su área de trabajo.
 - Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.
 - Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
- Responsables de pintura y acabados. Las personas encargadas realizan las siguientes actividades:
 - Lijar con pulidora las piezas industriales que le sean asignadas.
 - Realizar cortes de materiales de acuerdo con plano con pulidora.
 - Acondicionar y preparar materiales que deban ser pintados.

- Ejecutar los trabajos en forma limpia, ordenada y con buena terminación; y uso adecuado y económico de los materiales.
- Utilizar EPP y ejecutar las operaciones de acuerdo con los instructivos de trabajo.
- Mantener limpia su área de trabajo.
- Ordenar y resguardar su herramienta de trabajo.

1.5.9 Diagrama de procesos

En el ámbito de sus operaciones comerciales, la empresa en estudio se dedica a la ejecución de diversos proyectos industriales. Estos proyectos no sólo constituyen una fuente crucial de ingresos para la organización, sino que también atienden las demandas específicas de sus clientes. En la Figura 1. 6, se ofrece una representación del proceso general de la empresa en estudio que guía desde la primera etapa, que implica la solicitud inicial del cliente, hasta el último paso que culmina con la entrega del producto finalizado.

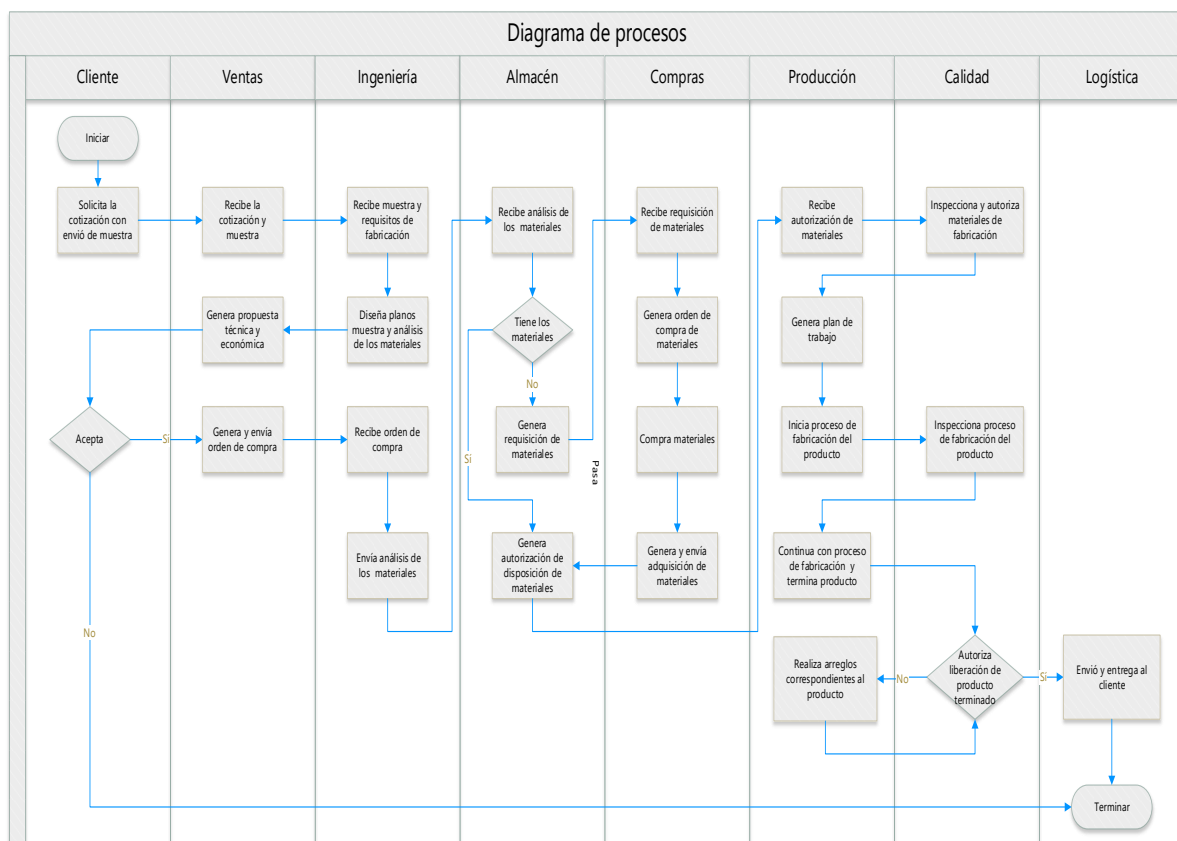


Figura 1. 6 Diagrama de proceso (Elaboración propia).

1.6 Objetivos

En este apartado se muestran el objetivo general de la tesis, con el cual se pretenden resolver los problemas planteados, además, se describen los objetivos específicos los cuales se deben cumplir para alcanzar el objetivo general.

1.6.1 Objetivo general

En esta sección, se presenta de manera precisa el objetivo general con el fin de establecer de manera clara cuál es la meta que se busca alcanzar a través de la investigación y el trabajo académico desarrollado con el presente proyecto de tesis.

Minimizar distancias en los recorridos de traslado de materiales y optimizar el espacio utilizado para una expansión futura, en el área de producción de la empresa en estudio mediante el diseño de alternativas de redistribución de planta con el método SLP.

1.6.2 Objetivos específicos

En esta sección se presentan los objetivos específicos del proyecto, los cuales se establecieron siguiendo la metodología propuesta en esta tesis. Es crucial alcanzar cada uno de los siguientes objetivos específicos para lograr el objetivo general del proyecto:

- Conocer el proceso de producción de la empresa y cada una de las áreas de las cuales se compone.
- Conocer las problemáticas de la empresa e identificar el área de oportunidad para llevar a cabo el proyecto de tesis.
- Delimitar indicadores de desempeño actuales del traslado de materiales.
- Generar propuestas de redistribuciones de planta y seleccionar la mejor opción.
- Analizar resultados de indicadores de desempeño de las mejoras propuestas.
- Generar propuesta de distribución de planta, en un terreno nuevo y seleccionar la mejor opción.

1.7 Justificación

La empresa en estudio, de giro metalmecánico, genera una amplia gama de proyectos industriales para satisfacer las necesidades de sus clientes. Sin embargo, la empresa se enfrenta a distintos retos que afectan su productividad y rentabilidad, entre los cuales se encuentra las largas distancias de traslado de materiales dentro del área de producción y la obstrucción en las vías de tránsito.

En este sentido, una redistribución de planta adecuada puede satisfacer la necesidad de la empresa al optimizar el flujo de materiales y minimizar las distancias de traslado. Por ello, el objetivo principal del presente proyecto de tesis es proponer una redistribución de planta utilizando la metodología SLP (Planeación sistemática de distribución de planta), con el fin de mejorar la eficiencia operativa de la empresa en estudio.

La metodología SLP es una técnica avanzada de optimización de procesos que permite diseñar y rediseñar una distribución de planta considerando diversos factores: la ubicación de maquinarias y herramientas, flujos de materiales y requerimientos de espacio, entre otros. Con SLP es posible reducir distancias y por consecuencia tiempos de producción, así como aumentar la capacidad productiva de la empresa.

La propuesta de diseño de una redistribución de planta, es una oportunidad que puede mejorar la competitividad de la empresa en estudio, al mejorar el flujo de materiales en la planta y mejorar la calidad de los proyectos y, como consecuencia, atraer más clientes, aumentar ingresos y utilidades, tanto para la empresa como para los trabajadores, asegurando así el empleo.

El presente proyecto de tesis contribuirá a la autora en su desarrollo académico, en el Instituto Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, en materia de ingeniería industrial, en experiencia profesional y en la obtención del grado de maestro en ingeniería industrial.

1.8 Conclusión

Este capítulo desempeñó un papel fundamental en la investigación de la presente tesis, ya que estableció una base sólida y completa para abordar los temas relacionados con la distribución de planta de la empresa en estudio. Se ha logrado contextualizar de manera exhaustiva los problemas, presentes en la empresa en estudio, destacando la importancia de optimizar la distribución de planta en ésta.

Además, se establecieron objetivos claros y se proporcionó una sólida justificación para la realización del presente proyecto de tesis. En resumen, este capítulo sentó las bases necesarias para avanzar en la resolución de los desafíos planteados. Su relevancia radicó en su contribución potencial al mejoramiento de la distribución de planta de la empresa.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo, se exploran los elementos esenciales relacionados con la distribución de planta y la metodología SLP (Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, por sus siglas en inglés) y se sienta las bases teóricas y prácticas para el análisis y diseño efectivo de la distribución de planta de la empresa en estudio, proporcionando un marco integral que combina teoría y metodología.

2.1 Método de evaluación de factores por puntos

El método de evaluación de factores por puntos consiste en asignar valores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la elección de una idea, esto genera una comparación entre las diferentes ideas que se tengan contempladas. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar la decisión (Baca, 2013).

Cuando se aplica el método por puntos se sugiere una serie de instrucciones a realizar, según Baca (2013), los pasos a seguir son los siguientes:

- Contar con una lista de factores relevantes.
- Asignar un peso a cada factor con el objeto de indicar su importancia. Se sugiere que la suma de los pesos sea igual a 100. Es importante recordar que el peso asignado es criterio del investigador o del grupo de trabajo, dependiendo en cada caso.
- Asignar una escala a cada factor, por ejemplo, del 0 al 10.
- Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala asignada, para posteriormente multiplicar la calificación asignada por el peso de cada factor.
- Sumar la puntuación total de cada sitio potencial.
- Elegir el sitio con mayor puntuación.

Un claro ejemplo de la aplicación del método de evaluación de factores por puntos se muestra en la Figura 2. 1.

La principal ventaja que tiene este método es su sencilla y rápida aplicación, pero, por otro lado, su mayor desventaja es que tanto el peso asignado, como la calificación que se otorga a cada factor relevante, dependen exclusivamente de las preferencias del investigador (Baca, 2013).

Método de evaluación de factores por puntos									
Fabrica/sector	Alimenticio	Proyecto		Selección de localización		Fecha:		10/09/2023	
Localizaciones :		A		Fortín		B		Mendoza	
		C		Orizaba		D		Códoba	
Peso (ponderación) establecido por:		Equipo 2			Acotaciones hechas por:			Equipo 2	
Factores	Peso	Acotación bruta o penderada							
		Loc. A		Loc. B		Loc. C		Loc. D	
		Fortín		Mendoza		Orizaba		Códoba	
Demanda de mercado	80	70	5600	60	4800	100	8000	80	6400
Mano de obra	50	50	2500	60	3000	90	4500	80	4000
Materia prima	100	90	9000	90	9000	90	9000	90	9000
Transporte	40	40	1600	40	1600	100	4000	100	4000
Servicios generales	60	60	3600	70	4200	80	4800	70	4200
Totales		22300		22600		30300		27600	
Mejor Lugar ➡ C									

Figura 2. 1 Método de evaluación de factores por puntos (Elaboración propia).

2.2 Diagrama de Pareto

Gutiérrez (2010), describe el diagrama de Pareto como un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, sólo unos cuantos son realmente importantes (Gutiérrez, 2010).

Los pasos para la construcción de un diagrama de Pareto son los siguientes (Gutiérrez, 2010):

1. Decidir y delimitar el problema o área de mejora que se va a atender, además de tener claro qué objetivo se persigue.
2. Decidir el tipo de datos que se van a necesitar y los posibles factores que serían importantes estratificar.
3. Definir el periodo del que se tomarán los datos y determinar quién será el responsable de ello.
4. Construir una tabla en la que se cuantifique la frecuencia de cada defecto, su porcentaje y demás información.
5. Construir una gráfica de barras para representar los datos, ordenando las categorías por su impacto.
6. Graficar una línea acumulada.
7. Documentar referencias del diagrama de Pareto, como títulos, periodo, área de trabajo, etcétera.
8. Interpretar el diagrama de Pareto y, si existe una categoría que predomina, hacer un análisis de Pareto de segundo nivel para localizar los factores que influyen más.

En la Figura 2. 2 se muestra un pequeño ejemplo que representa un diagrama de Pareto.

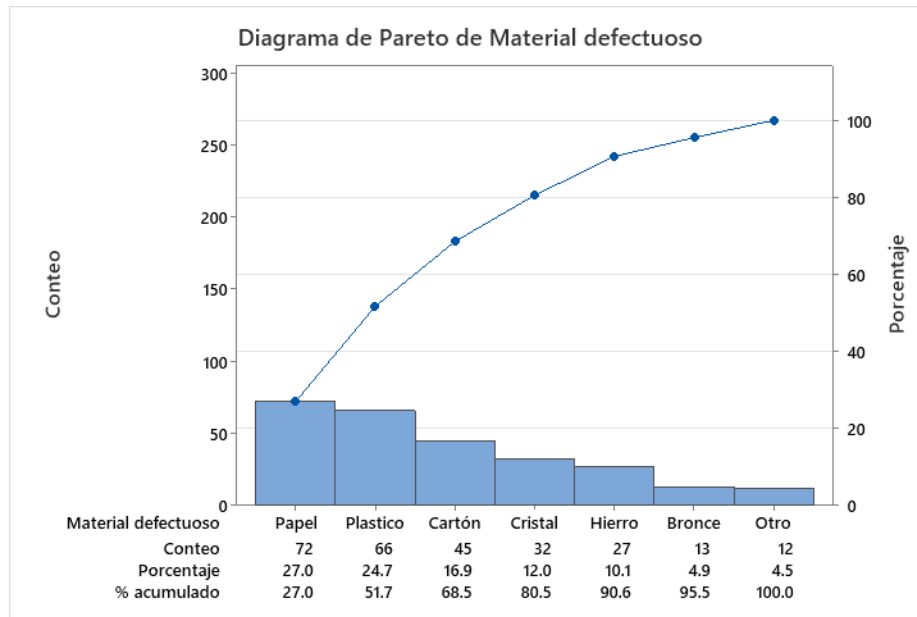


Figura 2. 2 Ejemplo de diagrama de Pareto (Elaboración propia).

2.3 Método del centro de gravedad y centroides

El método del centro de gravedad es una técnica matemática que se usa para encontrar la localización de un centro de distribución que minimice los costos de distribución. Este método toma en cuenta la ubicación de los mercados, el volumen de productos que se embarca a esos mercados y los costos de embarque, para encontrar la mejor localización de un centro de distribución se deben seguir los pasos siguientes (Render & Heizer, 2007):

1. Colocar las localizaciones en un sistema de coordenadas. El origen del sistema de coordenadas y la escala son arbitrarios, siempre y cuando las distancias relativas se representen de manera correcta. Esto se hace con facilidad colocando una cuadrícula sobre un mapa común.
2. Calcular el centro de gravedad mediante la Ecuación 2. 1 y Ecuación 2. 2 (Render & Heizer, 2007):

$$\text{Coordenadas } x \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{ix} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots\dots\dots 2. 1$$

$$\text{Coordenadas } y \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{iy} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots\dots\dots 2. 2$$

Donde:

d_{ix} = Coordenada x de la localización i.

d_{iy} = Coordenada y de la localización i.

Q_i = Cantidad de bienes que se mueven desde o hacia la localización i.

3. Ponderar la distancia considerando el valor de Q_i suponiendo que el costo es directamente proporcional, tanto a la distancia, como al volumen enviado.

La Figura 2. 3 ilustra un sencillo ejemplo de centroides marcados con cruces rojas en un sistema de coordenadas.

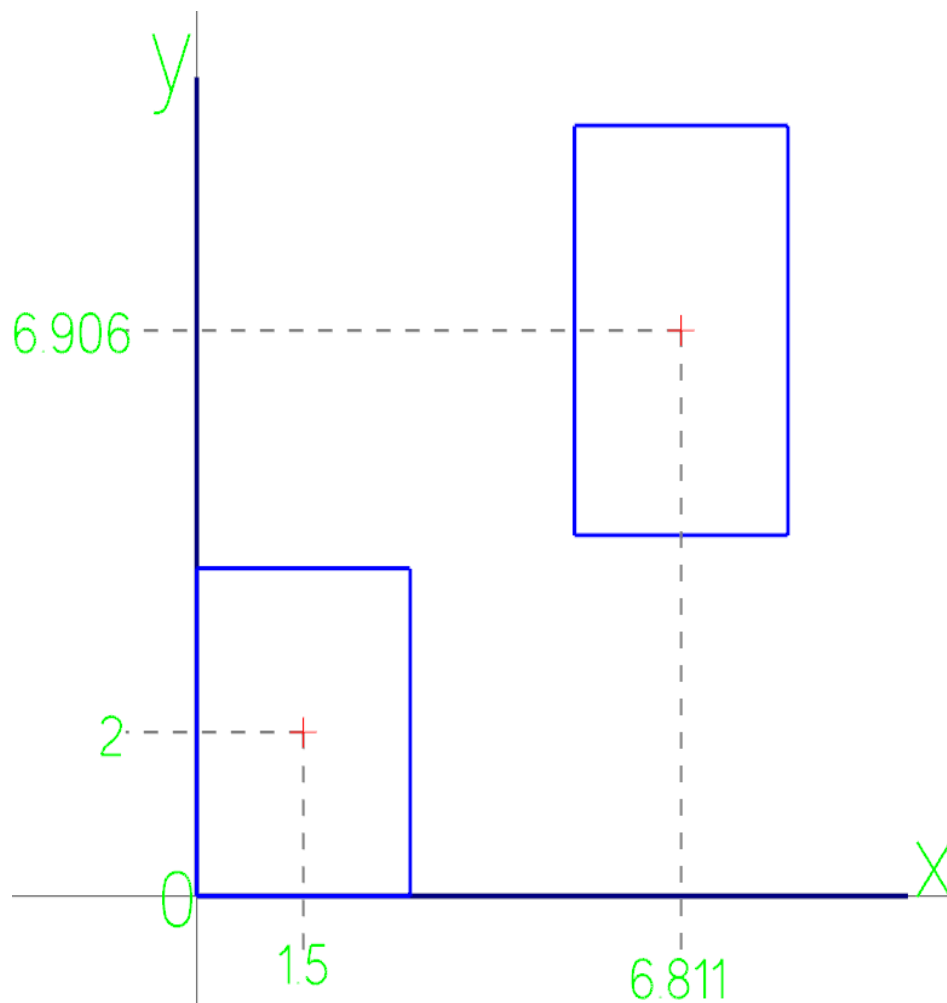


Figura 2. 3 Ejemplo de centroides marcados en un plano (Elaboración propia).

El centroide es un punto que define el centro geométrico de un objeto. Su ubicación puede ser determinada a partir de fórmulas similares a las usadas para encontrar el centro de gravedad del cuerpo o centro de masa. En particular, si el material que compone un cuerpo es uniforme u homogéneo, la densidad o peso específico será constante en todo el cuerpo (Hibbeler, 2004).

Pérez (2021) menciona que la localización del centroide no está necesariamente dentro del objeto, ya que también los centroides de algunas formas pueden especificarse parcial o completamente usando condiciones de simetría.

En los casos en los que las figuras son regulares y tienen un eje de simetría, el centroide de la superficie estará sobre el eje. Si las figuras tienen dos o más ejes de simetría el centroide estará en el cruce de dichos ejes. Y para las figuras irregulares se divide en figuras geométricas conocidas para las cuales ya existen coordenadas definidas para su centroide (Pérez, 2021).

2.4 Fundamentos de distribución de planta

Antes de conocer los principios de distribución en planta (o *layout*, en inglés), es importante saber que una distribución consiste en la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica a través del cambio físico de la planta (Avinguda, 2011). Bien sea para una fábrica existente o para una que todavía se encuentre únicamente en planos.

Avinguda (2011), menciona el hecho de que los principios de distribución en planta, propuestos por Muther, se han convertido en un símbolo de optimización de espacios para la industria. Avinguda (2011), adicionalmente menciona lo siguiente de Muther:

“Muther fue un gran pensador que, en vista de la necesidad de establecer una industria que produjera a su máxima capacidad y eliminara cualquier desperdicio, consideró que implantar una metodología de distribución era tan importante como la industria en sí misma”.

2.4.1 Concepto de distribución de planta

Platas & Cervantes (2014), definen la distribución de planta como la técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra individual o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Existen diferentes factores que influyen en la distribución de planta: factor materia, maquinaria, hombre, movimiento, manejo de materiales, espera, almacenamiento, edificio y cambio (Platas & Cervantes, 2014).

2.4.2 Tipos de distribución de planta

En palabras de Muther (1981), el análisis de los tipos de distribución de planta conduce a conocer los diversos tipos de distribución. Pero haciendo una pausa, es posible darse cuenta de la naturaleza de la producción. El hombre cambia la forma o características del material, o le añade otros materiales. A través de esto, es posible darse cuenta de algo que es muy importante en el trabajo de distribución en planta; al material pueden sucederle tres cosas en la obtención de un producto (Muther, 1981):

1. El cambio de forma se llama elaboración (o fabricación).
2. El cambio de características se llama tratamiento.
3. La adición de otros materiales a una primera pieza o material, se llama montaje.

Los tipos clásicos de distribución son tres (Muther, 1981):

1. Distribución por posición fija, es decir, permaneciendo el material en situación invariable. Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo; todas las herramientas, maquinaria, hombres, y otras piezas de material concurren a ella. Todo el trabajo se hace o el producto se ejecuta con el componente principal estacionado en una misma posición.

2. Distribución por proceso, o distribución por función. En ella todas las operaciones del mismo proceso - o tipo de proceso -están agrupadas. Toda la soldadura está en un área; todo el taladrado en otra, etc. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo.
3. Producción en cadena, en línea o por producto. En ésta, un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Esta distribución dispone cada operación inmediatamente al lado de la siguiente. Es decir, que cualquier equipo (maquinaria) usado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que lleve a cabo, está ordenado de acuerdo con la secuencia de las operaciones.

2.4.3 Objetivos básicos de una distribución en planta

De acuerdo con Muther (1981), los objetivos básicos de una distribución en planta son:

- Integración conjunta de todos los factores que afecten a la Distribución.
- Movimiento del material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización efectiva de todo el espacio.
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores.
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste.

2.4.4 Ventajas de la distribución de planta

Muther (1981), menciona que las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del coste de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:

1. Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores. Cualquier distribución que conduzca a que el obrero deje las herramientas en el pasillo, que requiera su paso junto a hornos sin protección o cubas de productos químicos, o que implique la existencia de pilas inestables de material en proceso, debe ser cuidadosamente examinada para evitar estos riesgos.

2. Elevación de la moral y la satisfacción del obrero. Al personal le gusta trabajar en una planta que esté bien distribuida. Por ejemplo, cuando una planta reordenó sus operaciones de soldadura, formando una línea de ensamble y perfilado con la que se eliminaban largos recorridos y el apilado y desapilado, los trabajadores fueron a ver al superintendente para decirle entusiásticamente, cuánto les gustaba la nueva distribución.
3. Incremento de la producción. Generalmente, una distribución, cuanto más perfecta mayor producción rendirá; esto significa: mayor producción, a un coste igual o menor; menos hombres-hora, y reducción de horas de maquinaria. Ocasionalmente, en tiempos de paz, pero aún más, en tiempos de guerra, una distribución puede ser planeada con la sola consideración de la mayor producción; puede admitir una mayor cantidad de hombres y equipos con vistas a una producción mayor.
4. Disminución de los retrasos en la producción. El equilibrado de los tiempos de operación y de las cargas de cada departamento, es parte de la distribución en planta. Cuando una fábrica puede ordenar las operaciones que requieren el mismo tiempo o múltiplos de él puede casi eliminar las ocasiones en que el material en proceso necesita detenerse.
5. Ahorro de área ocupada (áreas de producción, de almacenamiento y de servicio). Los pasillos inútiles, el material en espera, las distancias excesivas entre máquinas, la inadecuada disposición de las tomas de corriente, así como la dispersión del *stock*, consumen gran cantidad de espacio adicional del suelo.
6. Reducción del manejo de materiales. Muchos talleres de estampado han ordenado sus prensas de modo que los obreros pueden pasar el trabajo de una operación directamente a la siguiente. Este cambio elimina un transporte por cada máquina dispuesta de este modo.
7. Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y/o de los servicios. Esta es siempre una cuestión de coste. Cuando el coste de los jornales es elevado, conviene utilizar al máximo la mano de obra. Reordenando los puntos de entrada y salida se dobla la efectividad del transportador sin ningún coste adicional.
8. Reducción del material en proceso. Aunque éste es, en parte, un problema del control de producción, también aquí una buena distribución puede ser de gran ayuda. Siempre

que sea posible mantener el material en continuo movimiento de una operación directamente a otra, será trasladado con mayor rapidez a través de la planta y se reducirá la cantidad de material en proceso. Esto se consigue principalmente por reducción de los tiempos de permanencia del material en espera.

9. Acortamiento del tiempo de fabricación. Acortando las distancias y reduciendo las esperas y almacenamientos innecesarios se acortará el tiempo que necesita el material para desplazarse a través de la planta.
10. Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general. Cuando es posible distribuir una planta de forma que el material se mantenga en movimiento de un modo más o menos automático, el trabajo de programación y de lanzamiento de la producción, puede ser reducido en gran manera.
11. Logro de una supervisión más fácil y mejor. La distribución puede influir en gran manera en la facilidad y calidad de la supervisión. Existen otras soluciones que son específicas para cada tipo de localización y ordenación de los puestos de trabajo. Cuando éstos están colocados en línea, los encargados pueden ver a todos los trabajadores. Si los puestos están ordenados en secuencia directa, los supervisores pueden controlar fácilmente el trabajo desarrollado, aunque los lugares de trabajo estén entre mezclados y colocados en disposición irregular. Si la distribución de los puestos no obedece a ninguno de estos dos tipos, el trabajo de supervisión resulta más difícil.
12. Disminución de la congestión y confusión. Las demoras de material, el movimiento o manejo innecesario del mismo y la intersección de los circuitos de transporte, son factores que conducen a confusión y que congestionan el trabajo. La buena distribución en planta permite un adecuado espacio para todas las operaciones necesarias y un método de producción fácil y apropiado.
13. Disminución del riesgo para el material o su calidad. Una buena distribución puede ser sumamente efectiva en la reducción de riesgos. La vibración y el polvo, dañan el material del compartimiento vecino. Nuevos tipos de distribución separaron estas actividades de modo que no pudieran perjudicarse unas a otras, reduciendo, por lo tanto, el riesgo para los materiales.

14. Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones. Una compañía instaló su planta productora de fuerza motriz en una zona situada en un extremo de su fábrica. Dos años más tarde, deseó expandir su fundición y su taller de maquinaria. Dado que el lugar estaba limitado por un río, por una parte, y, por la otra, por la instalación de fuerza motriz de otros, la compañía se vio forzada a efectuar la expansión de la planta recurriendo a un emplazamiento totalmente distinto.
15. Otras ventajas diversas. Una buena Distribución puede proporcionar otras muchas ventajas, como lo son, un mejor y más fácil control del coste, mayor facilidad de mantenimiento del equipo, mejor disposición de los obreros para el trabajo con incentivo (operaciones a ritmo de máquina), un mejor aspecto de las áreas de trabajo o mejores condiciones sanitarias, etc.

2.5 Metodología SLP

La metodología SLP fue creada por Muther (1968, 2015), como un método sistemático y relativamente sencillo para abordar problemas de distribución de planta. Este método puede ser aplicado a una variedad de situaciones relacionadas con la distribución de planta, además, ofrece una serie de pasos y herramientas que facilitan la identificación, evaluación y visualización de todos los elementos involucrados en la implementación y las relaciones existentes.

Los once pasos de la metodología SLP, que se enlistan a continuación, se muestran gráficamente en la Figura 2. 4 para visualizar un orden lógico para una adecuada implementación.

0. Preparación.
1. Flujo de materiales
2. Relación entre actividades.
3. Diagrama de relación de actividades.
4. Requerimientos.
5. Disponibilidad de espacios.
6. Diagrama de relación de espacio.

7. Factores influyentes.
8. Limitaciones prácticas.
9. Generación de alternativas.
10. Selección del proyecto.
11. Detallado.

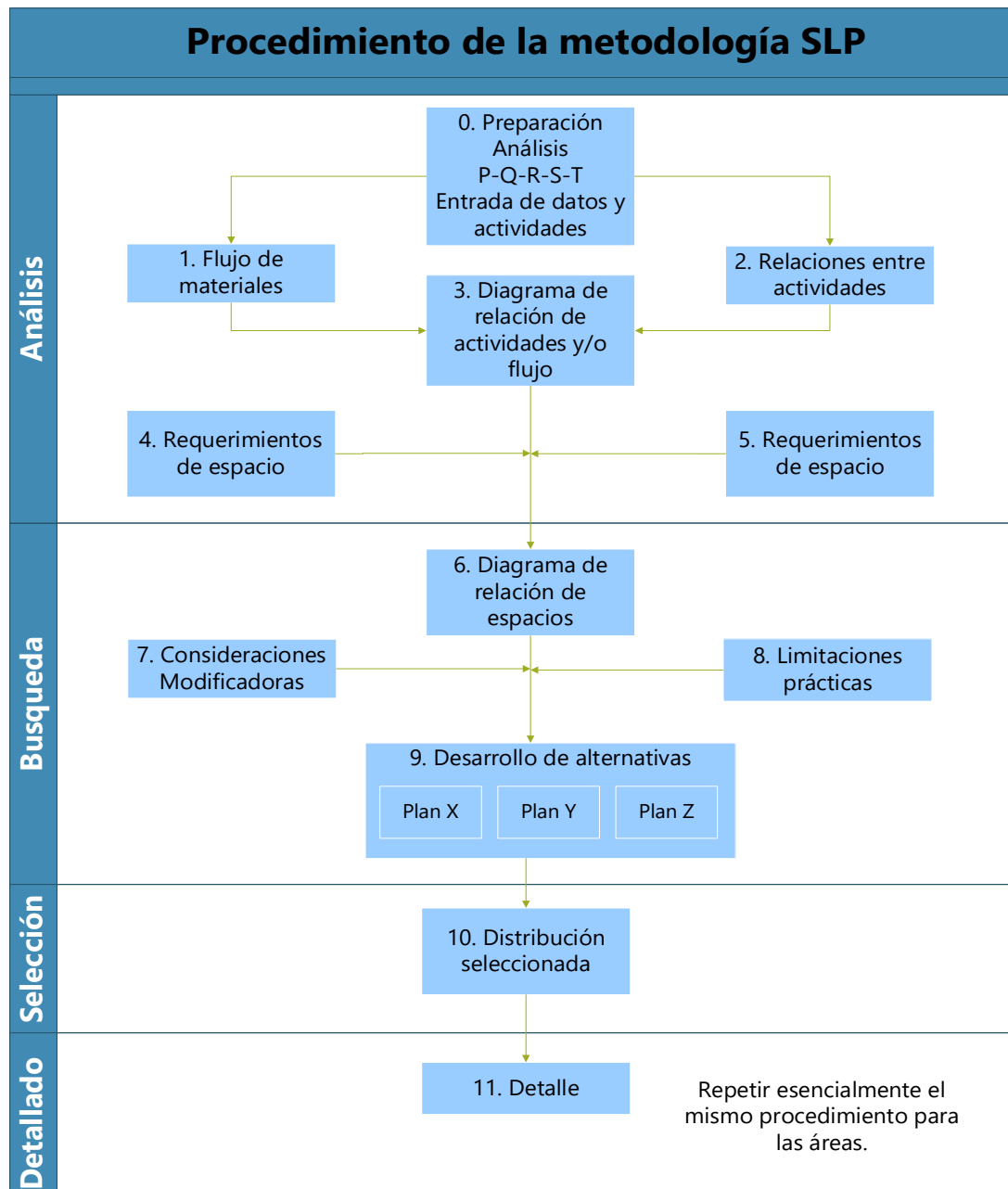


Figura 2. 4 Modelo del procedimiento de la metodología SLP (Muther, 2015).

2.5.1 Paso 0: Preparación

Muther (1999), menciona que cada instalación debe planificarse según sus propias necesidades o requisitos únicos, además, que el planificador puede identificar cierta información de entrada general, que sabe que será relevante y aplicable a sus proyectos.

Los proyectos de planificación de instalaciones industriales se basan en cinco elementos clave de datos de entrada básicos. Estos datos son (Muther, 1999):

- Productos (o materiales o servicios)
 - ¿Qué es lo que la instalación debe producir?
- Cantidades (o volumen de ventas o monto del contrato)
 - ¿Cuánto debe producir la instalación?
- Rutas (o procesos de las operaciones necesarias)
 - ¿Cómo producirá la instalación?
- Servicios de apoyo (servicios de apoyo a la planta, a su personal, a sus materiales)
 - ¿Con qué apoyo se producirán?
- Calendario (horarios de funcionamiento, horarios estacionales, urgencia ...)
 - ¿Cuándo y cuánto tiempo producirá la instalación?

Estos cinco elementos son los datos de entrada clave que un planificador debe tener para planificar una instalación específica. Para facilitar su comprensión, estos elementos se ilustran en forma de llave en la Figura 2. 5.

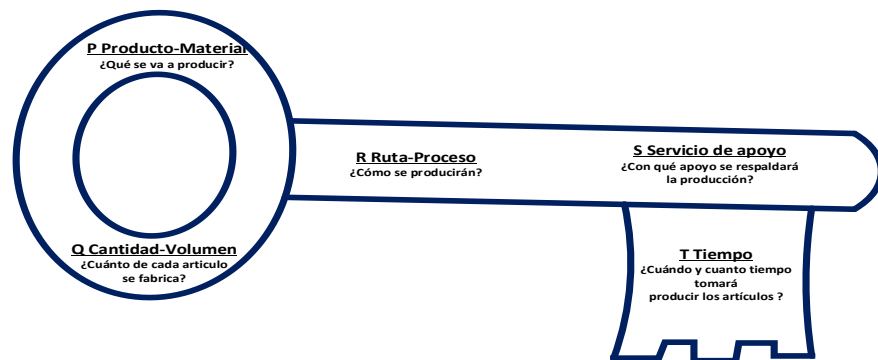


Figura 2. 5 Datos de entrada clave P, Q, R, S, T (Adaptado de Muther, 1999).

2.5.2 Paso 1: Flujo de materiales

En un problema de disposición del espacio, es crucial analizar el producto (P) y la cantidad (Q), así como su relación. La ruta, los servicios de soporte y el tiempo también proporcionan información básica, donde un análisis del flujo de los materiales es el primer paso para desarrollar el método SLP. Analizar el recorrido o flujo de los productos implica determinar la secuencia de los movimientos de los materiales en diferentes etapas del proceso, así como la intensidad o amplitud de dichos desplazamientos (Muther, 2015).

Muther (2015), mencionan varias herramientas para analizar el flujo de materiales. La parte desafiante consiste en seleccionar la herramienta adecuada para realizar el análisis en cada proyecto.

Algunas de las herramientas que permiten un análisis efectivo del flujo de materiales son las siguientes (Ortiz Flores, 2016).

- Diagrama de ensamble.
- Diagrama de operación de proceso.
- Diagrama de flujo de proceso.
- Carta de procesos para multiproductos.
- Diagrama de recorridos.
- Carta de De a A.

En la Figura 2. 6 y Figura 2. 7 se muestra una carta de procesos para multiproductos y una carta de DE-A, respectivamente.

Proceso	1	2	3	4	5	
R	1	1	1	1	1	
E			2			
F	6		3	2		
B	3	2	4			
A	2	5	5	3	3	
C	5	4	6	4	2	
D	4	3	7	5	4	
S	7	6	8	6	5	
# Etapas	17	11	7	7	9	TOTAL 51
MENOS ETAPAS	7	7	7	7	7	35
EFICIENCIA=					68.63%	

Figura 2. 6 Carta de procesos para multiproductos (Elaboración propia).

Departamento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A		58	129	7	0	0	79	0	355	128	0
B	479		0	0	1	1	0	0	527	149	0
C	0	336		0	6	0	0	0	2	0	2
D	7	1	0		0	1	0	0	0	0	0
E	0	0	12	0		2	0	0	6	8	0
F	0	1	0	1	2		0	2	0	0	0
G	0	289	0	0	0	0		0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	2	0		0	0	2
I	200	194	279	0	3	0	140	0		280	0
J	70	208	70	0	5	0	70	0	139		0
K	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	

Figura 2. 7 Carta De-A (Elaboración propia).

2.5.3 Paso 2: Relación entre actividades

En el segundo paso, de la metodología SLP, es necesario establecer la relación que cada paso del proceso tiene con los demás, para luego determinar qué actividades deben estar cerca o lejos entre sí. Para hacer esto, se debe crear una carta de relación de actividades.

La carta de relación de actividades Figura 2. 8 permite determinar la cercanía requerida entre los departamentos de una empresa, las operaciones de un proceso, etc., y también establecer las razones por las cuales se considera esa cercanía necesaria. Al elaborar la carta de relación de actividades, se puede utilizar la información obtenida en el análisis de flujo como apoyo, ya que esta información ayudará a determinar la relación entre los departamentos o actividades analizadas.

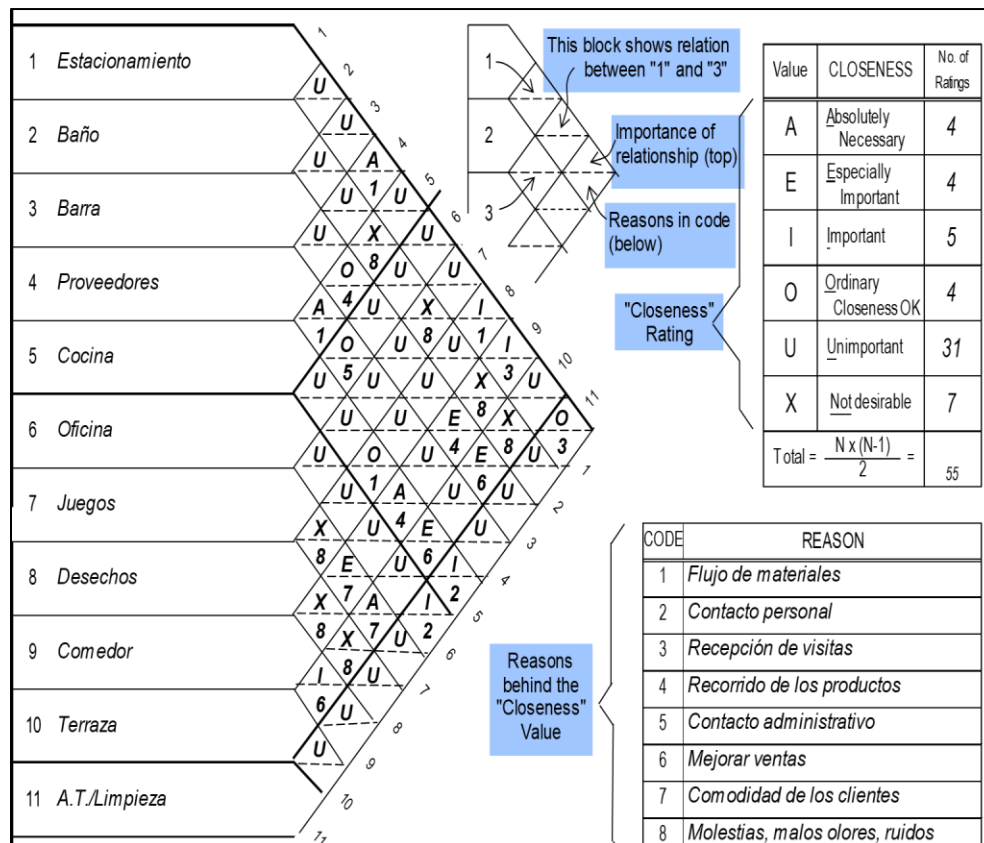


Figura 2. 8 Carta de relación de actividades (Elaboración propia).

Para completar la tabla de relación de actividades, se deben seguir dos simples pasos; los cuales se mencionan brevemente a continuación (Santiago, 2014):

1. Enumerar todos los departamentos o actividades involucrados en la parte donde se detallan las actividades.
2. Anotar una calificación de cercanía requerida entre dos actividades en la parte superior de la intersección de ambas. Esta calificación puede ser indicada con letras:
 - A para absolutamente necesario.
 - E para especialmente importante.
 - I para importante.
 - O para ordinaria.
 - U para sin importancia y
 - X para no deseable.

2.5.4 Paso 3: Diagrama de relación de actividades

Este paso implica crear un gráfico que muestre las conexiones entre las diversas actividades, departamentos o áreas, sin tener en cuenta los requisitos de espacio de cada uno.

En el diagrama de relaciones Figura 2. 9, cada departamento (o actividad) mencionado en la lista de actividades se representa con un círculo o cuadrado, y se conectan mediante diferentes tipos de líneas.

El objetivo del diagrama de relaciones de actividades es encontrar una disposición física provisional en la que se puedan visualizar las relaciones existentes entre las áreas o departamentos que están siendo estudiados.

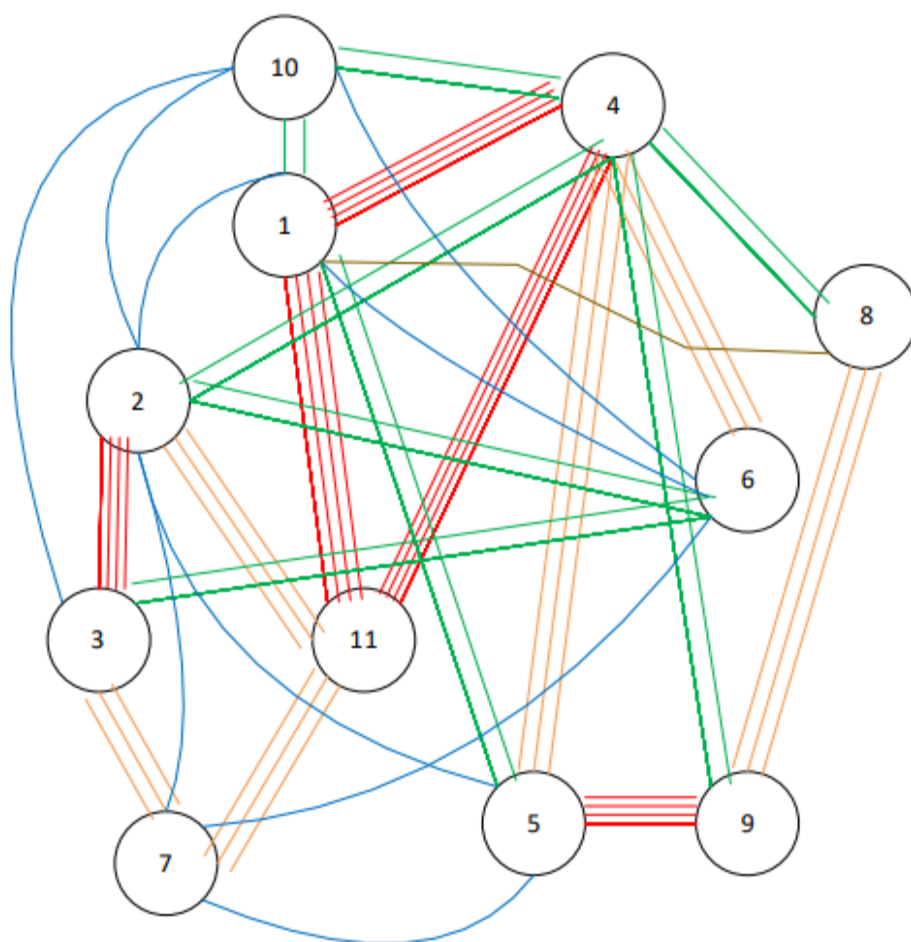


Figura 2. 9 Diagrama de relación de actividades (Elaboración propia).

2.5.5 Paso 4 y 5: Requerimientos y disponibilidad de espacios

Los pasos 4 y 5 se desarrollan en función del tipo de proyecto que se esté llevando a cabo.

El paso de requerimientos de espacio (paso 4) se aplica cuando se está construyendo algo nuevo, lo cual requiere calcular las necesidades de espacio.

El paso de disponibilidad de espacio (paso 5) se utiliza cuando el edificio o instalación ya está construido. Según Ortiz (2016), hay cuatro métodos para determinar los requerimientos de espacio:

- Método del centro de producción: para áreas de manufactura.
- Método de conversión: para áreas de soporte y almacén.
- Método de estándares de espacio.
- Método de tendencia y proyección del rango: limitado a requerimientos de espacios generales.

De acuerdo con De la Fuente & Quesada (2005), para ajustar la distribución es necesario determinar la disponibilidad de espacio y la altura del edificio si se planea utilizar un flujo vertical. Además, Muther (2015), menciona que existen varias formas de encontrar el mejor ajuste de la distribución, y las dos más confiables son las siguientes:

- Hoja de registro de inventario (Figura 2. 10) Esta hoja permite establecer todos los requerimientos de espacio para una máquina, considerando diversos factores como volumen físico, volumen fuera del nivel del piso, espacio para el movimiento del trabajador y espacio para el mantenimiento, entre otros.
- Hoja de maquinaria y equipo: resume la información de diferentes hojas de registro de inventario de un área o departamento, con el objetivo de determinar la cantidad de espacio necesaria para llevar a cabo las operaciones de manera adecuada.

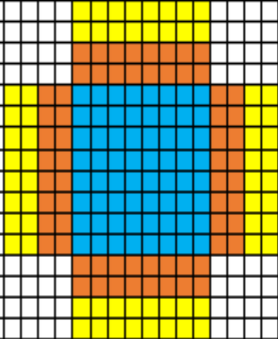
HOJA DE INVENTARIO																		
Planta	Santa Gula	Proyecto	1	Fecha	20/11/2022	Nombre/ Tipo		Comedor 4 personas	Capacidad	Unidad								
Operador	Pascual, M.	Ayudante	Cabrera, R. Yara L. Zavala, M.C.			Manufacturero			Mod. Serie.									
Agua	Vapor	Chorro		Longitud	0.8 m	Área	0.64 m ²	Pavimento	2	m ²								
Aire Comp.	Gas	Otro		Fine-Pas	0.8 m	Área mínima	m ²	Total	3.28	m ²								
Cominación	Nivel			Usado	0.64 m ²													
Escape	Electricidad																	
Stat. Electrico	H.P.	Voltaje	Ciclos	Fuerza	Amp	Vista de planta												
Dimensiones																		
Largo 0.8 m																		
Ancho 0.8 m																		
Alto 0.75 m																		
Peso 27 kg																		
Fotografía																		
																		
						<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Material</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Usado</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pavimento</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Grupo</td> </tr> </table>						Material		Usado		Pavimento		Grupo
	Material																	
	Usado																	
	Pavimento																	
	Grupo																	
Comentarios						PLAN VIEW Escala: 1 cuadro = 10 cm ²												

Figura 2. 10 Ejemplo de hoja de registro de inventario (Elaboración propia).

2.5.6 Paso 6: Diagrama de relación de espacio

El diagrama relacional de espacio (Figura 2. 11) implica asignar el espacio necesario en el piso a cada actividad del diagrama de relación de actividades y tratar de ajustar cada área con su espacio correspondiente en una hoja a escala. Para ajustar los espacios, en el diagrama de relación de espacios, hay tres opciones de enfoque disponibles (Muther, 1968, 2015):

1. Combinar el espacio con el diagrama de flujo. Este enfoque implica utilizar la información de espacio obtenida en pasos anteriores del patrón de procedimientos del SLP y combinarla con un diagrama de flujo del proceso. Esto permite organizar el departamento de acuerdo con la secuencia de las operaciones y considerando los espacios reales.

2. Combinar el espacio con una combinación del diagrama de flujo y otras relaciones de flujo. Esta opción sigue el primer enfoque mencionado, pero se complementa con otras relaciones de flujo para enriquecer el arreglo final obtenido.
3. Combinar el espacio con el diagrama de relación de actividades. Este enfoque consiste en integrar la información de espacio en la configuración realizada en el diagrama de relación de actividades. Esto permite obtener un arreglo físico basado en las condiciones de cercanía.

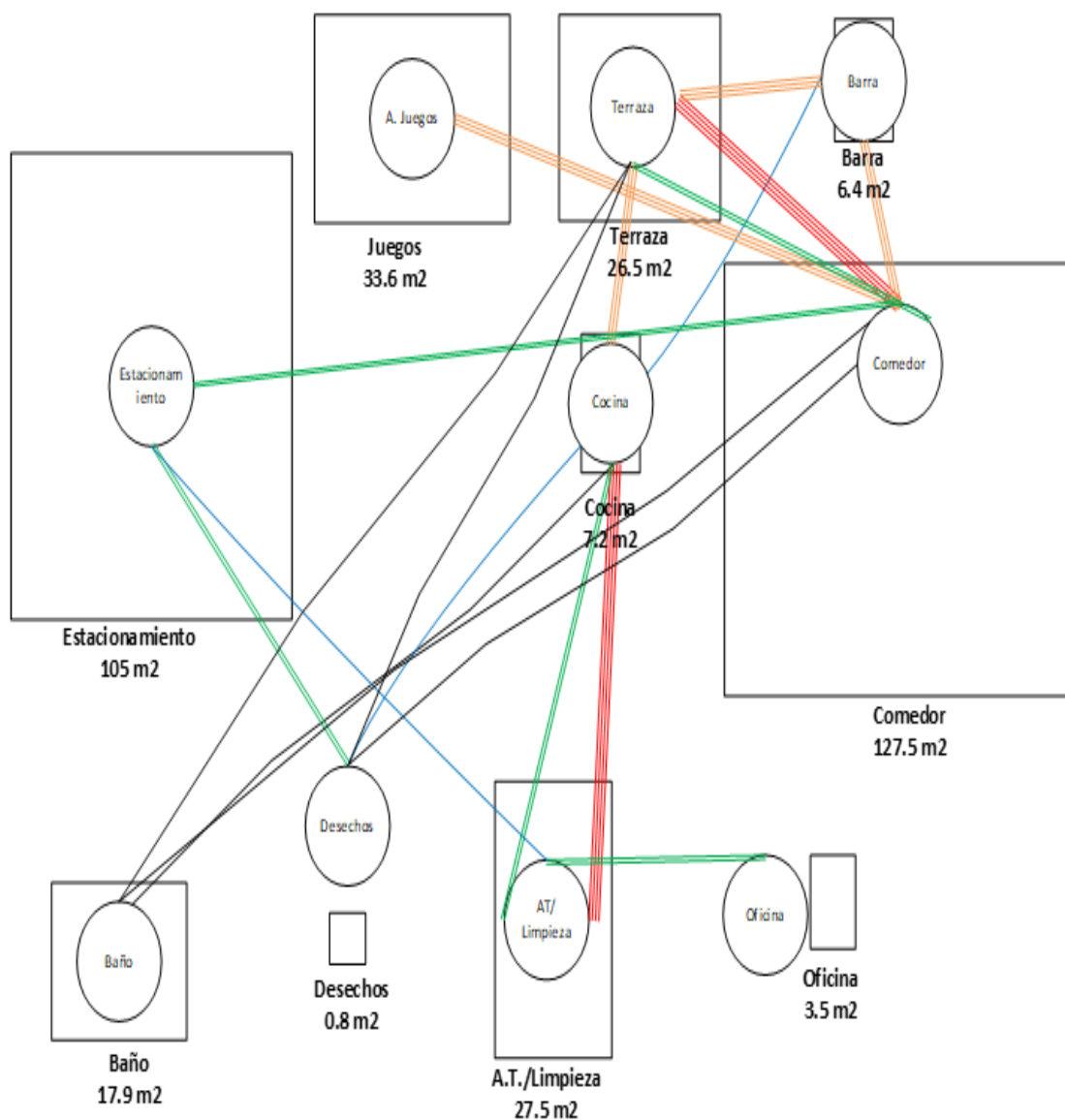


Figura 2. 11 Diagrama de relación de espacio (Elaboración propia).

2.5.7 Paso 7: Factores influyentes

En el paso 7, de SLP, es importante tener en cuenta, nuevamente, los diagramas realizados en los pasos anteriores y a las personas responsables de implementar el proyecto. Sin embargo, el proyecto aún no será aceptable ya que no se han considerado los "Factores de influencia" que pueden generar modificaciones (Muther, 1968, 2015). Algunos ejemplos de estos factores incluyen los métodos de almacenamiento, las características del edificio, la ubicación de los pasillos y los requisitos del personal, entre otros.

2.5.8 Paso 8: Limitaciones prácticas

A medida que se trabaje con los diferentes factores influyentes, van surgiendo ideas para distribuir el espacio disponible. Sin embargo, junto con cada una de esas ideas también surgen limitaciones que pueden impedir la realización de las ideas previamente pensadas.

Muther (1968, 2015) menciona las siguientes limitaciones prácticas que pueden ser tomadas en cuenta:

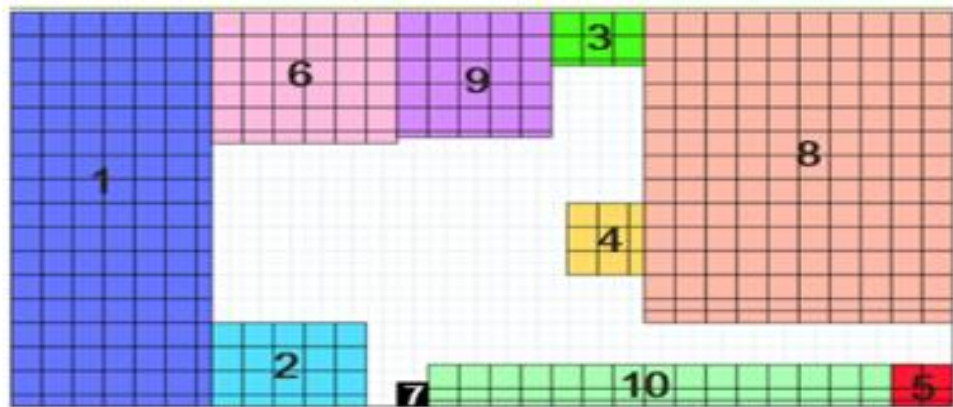
- El presupuesto o los costos del proyecto.
- La capacidad de carga del piso y la altura del techo.
- Las características a las que se debe adaptar.
- Los requisitos de seguridad.
- Las preferencias personales.

2.5.9 Paso 9: Generación de alternativas

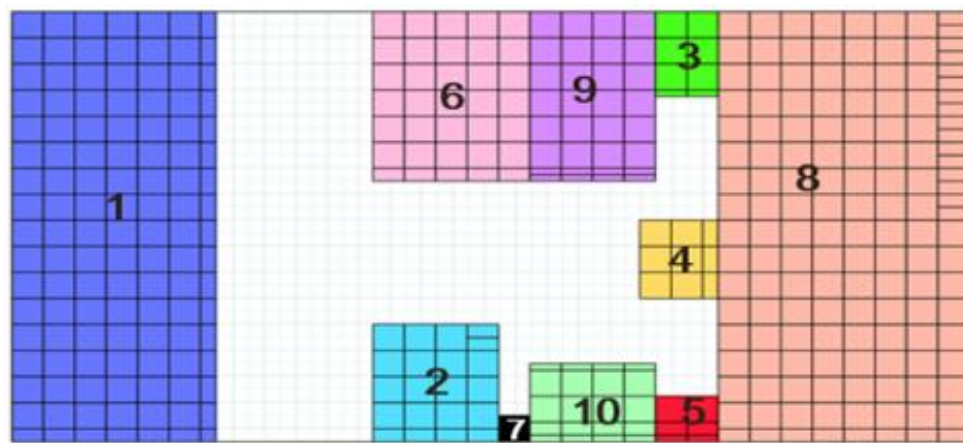
Todas las ideas deben ser evaluadas, teniendo en cuenta sus limitaciones y ajustándolas en consecuencia. Sin embargo, sólo se deben considerar aquellas ideas que tengan un valor práctico. Antes de seleccionar cualquier alternativa, es importante representarlas de manera clara, tal y como se muestra en la Figura 2. 12. En la actualidad, hay una variedad de software de dibujo computarizado que son fáciles de usar y flexibles, lo que facilita la representación de alternativas y brinda una mejor comprensión de los requisitos. Ejemplos de estos *softwares* incluyen Visio, *AutoCad*, *Sketchup*, *Sweet Home*, entre otros.

Departamento	Nomenclatura	Color
Estacionamiento	1	Purple
Baño	2	Light Blue
Barra	3	Light Green
Cocina	4	Yellow
Oficina	5	Red
Juegos	6	Pink
Desechos	7	Black
Comedor	8	Light Orange
Terraza	9	Purple
A.T./Limpieza	10	Light Green

a)



b)



c)

Figura 2. 12 Ejemplo de alternativas: a) Tabla de descripción de colores, b) Alternativa de distribución 1, c) Alternativa de distribución 2 (Elaboración propia).

2.5.10 Paso 10: Selección del proyecto

En este paso se lleva a cabo la evaluación de cada una de las alternativas generadas en el paso anterior. Durante esta evaluación se deben considerar diferentes factores, como la adaptabilidad, flexibilidad, facilidad de expansión a futuro, beneficios económicos, facilidad de supervisión y control, inversión necesaria, logística, entre otros.

Existen varias herramientas disponibles que pueden utilizarse para llevar a cabo una evaluación de alternativas de manera exitosa. No obstante, Montgomery & George (2005), recomiendan el método evaluación de factores por puntos (Figura 2. 1), ya que es una herramienta que permite evaluar aspectos cualitativos y generar una valoración cuantitativa, lo que facilita la toma de decisiones.

2.5.11 Paso 11: Detallado

En este paso se lleva a cabo una representación a escala de la alternativa seleccionada en el paso 10. Según Muther (1968, 2015) en esta etapa ya no es relevante el flujo y/o relación de actividades, sino la relación entre los centros de trabajo.

Durante el proceso de detallado es importante tener en cuenta la opinión de las personas responsables de la operación en cada uno de los departamentos o áreas que se están estudiando.

Anteriormente, el detallado se realizaba a través de dibujos, plantillas o maquetas; sin embargo, estas opciones suelen requerir más tiempo y costos. Por lo tanto, es recomendable seguir el consejo de Cabrera (2014), y llevar a cabo el detallado utilizando software de dibujo, ya que permite generar una representación clara, precisa, rápida y a un costo relativamente bajo.

2.6 Conclusión

Este capítulo destacó la importancia del diseño eficiente de una planta industrial, explorando a fondo la distribución de planta, y la metodología SLP.

La comprensión de los fundamentos, presentó un enfoque estructurado y sistemático para abordar los desafíos de diseño y reorganización de instalaciones industriales.

Además, este capítulo establece los cimientos tanto teóricos como prácticos para el análisis y diseño efectivo de la redistribución y distribución de planta del presente proyecto, proporcionando un marco teórico completo y una metodología para optimizar los procesos y maximizar la productividad de la empresa en estudio.

Capítulo 3

Implementación de mejoras

Este capítulo describe la metodología utilizada para diseñar la redistribución de planta en una empresa metalmecánica y, además, diseñar una distribución en un terreno nuevo. El proceso inició con un análisis exhaustivo y una evaluación inicial de la empresa, seguido de la planificación e implementación de mejoras, y concluyó con la validación de los resultados y la identificación de acciones a seguir.

3.1 Metodología

Para minimizar distancias de traslado de materiales y optimizar el espacio utilizado para expansión futura, en la empresa en estudio, mediante el diseño de una redistribución de planta y una distribución en un terreno nuevo, se utilizó la siguiente metodología:

1. Obtener un panorama general de la empresa.
2. Identificar áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa.
3. Definir área de oportunidad.
4. Definir indicadores de desempeño.
5. Medir indicador: distancia recorrida en el traslado de materiales.
6. Medir indicador: espacio disponible para expansión futura.
7. Proponer plan de mejora, basado en la aplicación de SLP.
8. Medir indicador “distancia recorrida en el traslado de materiales” de la propuesta de mejora.
9. Medir indicador “espacio disponible para expansión futura” de la propuesta de mejora.
10. Validar el grado de mejora.
11. Propuesta de distribución de planta, en terreno nuevo, usando SLP.

3.2 Obtener un panorama general de la empresa

Para obtener un panorama general de la empresa se realizaron las siguientes actividades:

- Conocer antecedentes de la empresa.
- Conocer áreas, departamentos y procesos que integran la empresa.

3.2.1 Conocer antecedentes de la empresa

Para realizar esta actividad fue necesario recopilar información a través de varias entrevistas informales con el personal y rescatar información del manual de calidad de la empresa en estudio. Esta información se presentó de forma detallada en la Sección 1.5.

La realización de esta actividad brindó información sobre la ubicación geográfica, los antecedentes y la cultura organizacional de la empresa en estudio; la cual incluye la misión, visión, valores y política de calidad. La información obtenida proporcionó una comprensión amplia de los objetivos que se persiguen.

3.2.2 Conocer áreas, departamentos y procesos que integran la empresa

Con el fin de establecer como se integra la empresa en estudio se determinó lo siguiente:

- La empresa está formada por dos plantas (baja y alta) en las cuales se integran 30 áreas; éstas se enlistaron en la Sección 1.5.6.1 y Sección 1.5.6.2. En estas 30 áreas laboran aproximadamente 30 trabajadores directos y 10 indirectos.
- El proceso de fabricación general de la empresa en estudio está compuesto por los siguientes ocho departamentos:
 1. Clientes.
 2. Ventas.
 3. Ingeniería.
 4. Almacén.
 5. Compras.
 6. Producción.
 7. Calidad.

8. Logística.

Este proceso de fabricación, que se mostró mediante un diagrama (Figura 1. 6 de la Sección 1.5.9), se determinó con base en observaciones realizadas durante varios recorridos y con la revisión de la información y documentación referente a los procesos de fabricación.

3.3 Identificar áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa

Para identificar problemas e inquietudes de mejora, en la empresa en estudio, se realizaron las siguientes actividades:

- Un recorrido, guiado por el encargado del departamento de producción, con el fin de descubrir áreas de la empresa que requirieran mejoras. Las áreas identificadas fueron tres: producción, almacén y compras.
- Se realizaron entrevistas informales con el equipo de trabajo para entender las problemáticas que podrían ser mejoradas en las áreas identificadas.
- Se mantuvo una conversación, con el dueño, para comprender los aspectos que se desean mejorar de cada problemática identificada durante las entrevistas con el personal de la empresa en estudio.

Los resultados obtenidos de estas tres actividades se muestran en la Tabla 3. 1.

Tabla 3. 1 Áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa (Elaboración propia).

Área identificada	Problemáticas que podrían ser mejoradas	Aspectos que se desean mejorar
Producción	Se recorren largas distancias en el traslado de materiales y existen obstrucciones en las vías de tránsito.	Minimizar la distancia en los recorridos de traslado de materiales y mejorar la disponibilidad de espacio.
Almacén	Falta de organización y orden en el almacén.	Organizar los materiales del almacén y llevar un control.
Compras	La adquisición de materiales en muy tardada.	Agilizar la adquisición de materiales y mejorar la comunicación con los proveedores.

3.4 Definir área de oportunidad

Aprovechando la elaboración de la Tabla 3. 1 en la cual se englobaron las áreas, problemáticas y aspectos que se desean mejorar, se procedió a seleccionar un área prioritaria mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Definir factores mediante la técnica lluvia de ideas.
2. Definir área de oportunidad mediante el método de evaluación de factores por puntos

3.4.1 Definir factores mediante la técnica lluvia de ideas

Para determinar los factores, para seleccionar el área de oportunidad, se empleó la técnica de lluvia de ideas mediante el desarrollo de las siguientes acciones:

- Se determinó el tema principal de la de lluvia de ideas, el cual se enfocó en identificar factores pertinentes para evaluar las diferentes áreas identificadas en la empresa en estudio.
- Se nombró al responsable del presente proyecto de tesis como moderador del grupo.
- Se presentaron las ideas de cada miembro del equipo y se registraron en un pizarrón.
- Se organizaron las ideas según sus similitudes.
- Se llevó a cabo un debate para respaldar cada una de las ideas registradas en el pizarrón.
- Se seleccionaron las ideas más relevantes mediante consenso entre los participantes: dueño de la empresa y los responsables de los departamentos de producción, almacén y compras

Los seis factores considerados como cruciales, obtenidos mediante la aplicación de la técnica de lluvia de ideas, se detallan en la Figura 3. 1.

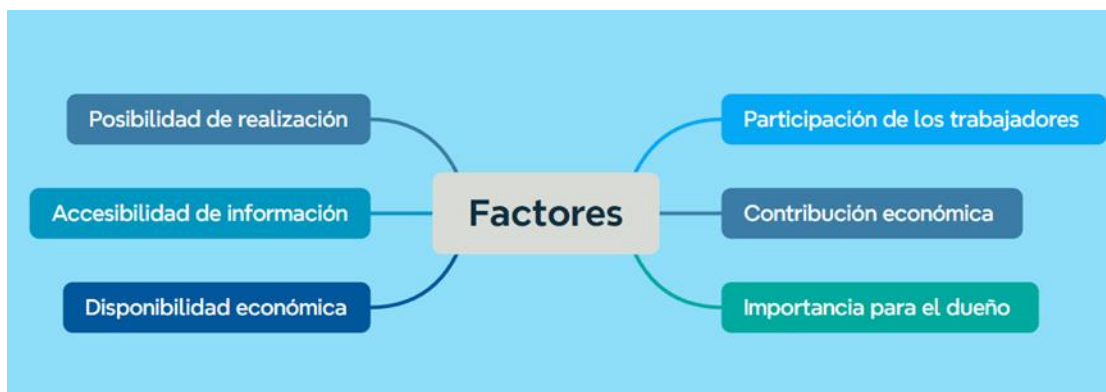


Figura 3. 1 Lluvia de ideas de la obtención de factores (Elaboración propia).

3.4.2 Definir área de oportunidad mediante el método de evaluación de factores por puntos

Para definir la selección de una de las áreas identificadas y mostradas en la Tabla 3. 1, para llevar a cabo el presente proyecto de tesis, se optó por emplear un método de evaluación de factores por puntos, utilizando los factores derivados de la lluvia de ideas, detallados en la Figura 3. 1.

Para completar el formato del método de evaluación de factores por puntos, se realizaron los siguientes pasos:

- Seleccionar a los miembros del equipo. Los factores de la Figura 3. 1 fueron evaluados por los mismos participantes de la sesión de lluvia de ideas: el dueño de la empresa y los responsables de los departamentos de producción, almacén y compras.
- Detallar los factores. Las descripciones individuales de cada factor se presentan en la Tabla 3. 2.
- Asignar puntuaciones a los factores: El equipo optó por emplear una escala del 0 al 100 para calificar la importancia de cada factor. Los puntajes asignados, según la importancia de cada factor en la elección del área de oportunidad, se detallan en la Tabla 3. 3.
- Establecer la escala para la evaluación de cada factor en relación con el área de oportunidad. Se eligió una escala compuesta por las vocales: de la A a la U. Los valores asociados a cada vocal se presentan en la Tabla 3. 4.

- Llenado del formato:
 - Colocar los pesos de cada factor (Figura 3. 2).
 - Calificar cada factor por área de oportunidad (Figura 3. 2).
 - Multiplicar los pesos de cada factor por la calificación de cada factor por área de oportunidad (Figura 3. 2).
 - Determinar área de oportunidad. **Se determinó el área producción como el área de oportunidad:** puntaje de 1750 puntos; superando por 150 puntos a su competidor más cercano: el almacén.

Tabla 3. 2 Descripción de factores para selección de área de oportunidad (Elaboración propia).

Factor	Descripción
Posibilidad de realización	Es importante saber si los aspectos que se desean mejorar se podrán aplicar.
Accesibilidad de información	Tener acceso a la información necesaria facilita realizar mejoras en esta área.
Disponibilidad económica	Conocer con que recursos monetarios se cuenta es relevante para saber que mejoras se pueden llevar a cabo en esta área.
Participación de los trabajadores	Contar con la colaboración de los trabajadores y con su buena actitud al a cambio, en esta área, es indispensable.
Contribución económica	Es sumamente importante saber si se obtendrán beneficios económicos.
Importancia para el dueño	Tener en consideración la opinión y aprobación del dueño para realizar mejoras, en esta área, es indispensable.

Tabla 3. 3 Valoración de los factores para método por puntos (Elaboración propia).

Factor	Puntaje
Posibilidad de realización	90
Accesibilidad de información	80
Disponibilidad económica	100
Participación de los trabajadores	95
Contribución económica	100
Importancia para el dueño	85

Tabla 3. 4 Escala de evaluación de factores (Elaboración propia).

Letra	Significado	Valor numérico
A	Casi perfecto (excelente)	4
E	Especialmente bueno (muy bueno)	3
I	Importantes resultados (bueno)	2
O	Resultados ordinarios (mediano)	1
U	Resultados sin importancia (mediocre)	0

Método de evaluación de factores por puntos, selección de área de oportunidad								
Empresa:	Metalmecanica	Proyecto:	Selección del área de oportunidad		Fecha:	28/11/2023		
Peso (ponderación) establecido por:	Ma. Cristina Zavala Giles	Acotaciones hechas por:	Ma. Cristina Zavala Giles	Totales hechos por:	Ma. Cristina Zavala Giles			
Factores/Puntos de vista		Acotación Bruta o ponderada						
		Producción		Almacén		Compras		
Posibilidad de realización		90	O	90	A	360	A	360
Accesibilidad de información		80	A	320	O	80	E	240
Disponibilidad económica		100	E	300	E	300	E	300
Participación de los trabajadores		95	E	285	I	190	I	285
Contribución económica		100	A	400	A	400	E	300
Importancia para el dueño		85	A	340	E	255	I	170
		1735		1585		1655		
Área de oportunidad				Producción				

Figura 3. 2 Selección de área de oportunidad (Elaboración propia).

Dado que el área de oportunidad fue el área de producción y que ésta presenta las problemáticas de largas distancias en el traslado de materiales y obstrucciones en las vías de tránsito, tal y como se indica en la Tabla 3.1, se considera que la metodología SLP es una herramienta útil y valiosa para abordar estas cuestiones ya que esta metodología permite un análisis detallado de los flujos de materiales y facilita la redistribución de planta para optimizar la disposición de materiales, equipos y estaciones de trabajo.

3.5 Definir indicadores de desempeño

Tras definir el área de producción como área de oportunidad (Sección 3.4.2), se procedió al análisis específico de las problemáticas asociadas al área de producción, mencionadas en la

Tabla 3. 1, y se determinó la existencia de los siguientes dos indicadores de desempeño, dado que son medibles, modificables y ofrecen una métrica clara del progreso y rendimiento del proyecto:

- ***Distancia de recorridos en el traslado de materiales.***

Este indicador se refiere a la distancia en metros que los materiales deben viajar desde su punto de origen hasta su destino durante la realización de los proyectos. Con este indicador se evaluará la eficiencia del transporte de materiales, donde distancias más cortas generalmente implican una mayor eficiencia y menor consumo de recursos, mientras que distancias más largas pueden implicar ineficiencias o pérdida de tiempo y recursos.

- ***Espacio disponible para expansión futura.***

Este indicador mide el espacio disponible, en metros cuadrados, para una posible expansión futura de algún área en particular, según las necesidades de la empresa en cuestión. Su propósito es evaluar la eficiencia en el uso del espacio: un mayor espacio disponible suele reflejar una mayor eficiencia en la utilización de los recursos disponibles, mientras que un espacio reducido puede señalar posibles ineficiencias o pérdidas de recursos.

3.6 Medir indicador: distancia recorrida en el traslado de materiales

Una vez establecidos los indicadores del proyecto (Sección 3.5) y el área de oportunidad (Sección 3.4.2), se procedió a la medición del indicador de distancia recorrida en el traslado de materiales, a través de las siguientes actividades:

- Identificación de proyectos.
- Selección de proyectos a incluir en el análisis.
- Medición de distancias entre centros de las áreas de la empresa.
- Medición de flujos entre centros de las áreas, de proyectos seleccionados
- Definición de distancia recorrida.

3.6.1 Identificación de proyectos

A fin de identificar los proyectos necesarios para la medición del indicador correspondiente, se llevó a cabo una serie de recorridos por todas las áreas de la empresa y se realizaron entrevistas informales con el personal para entender las operaciones principales de la empresa en estudio.

Debido a que la empresa en estudio es una empresa de giro metalmecánico, su producción se centra en proyectos. Con base en esto, se decidió clasificar los proyectos realizados en los siguientes tres tipos:

1. Proyectos de servicios.
2. Proyectos de ingeniería.
3. Proyectos de maquinados.

La cantidad o volumen de los tres tipos de proyectos, antes mencionados, se identificó y recopiló durante un periodo de seis meses del año 2023. En esencia, los volúmenes de producción, para los proyectos de servicios, ingeniería y maquinados se muestran en la Tabla 3. 5, Tabla 3. 6 y Tabla 3. 7, respectivamente.

Tabla 3. 5 Volumen de proyectos de servicios (Elaboración propia).

Mes		Vol. de fabricación	Proyecto
1	enero	1	Reparación de piso
3	febrero	1	Suministro de materiales
2	marzo	2	Suministro de materiales
4	abril	3	Suministro e instalación
5	mayo	2	Mano de obra
6	julio	2	Suministro de materiales

Tabla 3. 6. Volumen de proyectos de ingeniería (Elaboración propia).

No.	Mes	Vol. de fabricación	Proyecto
1	Enero	1	Tolva para salida de peladora
2		6	Rejillas para drenaje
3		4	Tubería para conexión de medidores de flujo
4	Febrero	1	Gusanos helicoidales para equipo Saizer
5		4	Fabricación de rejilla para drenaje
6		1	Chute de salida de tambor

7		4	Tableros para control de nitrógeno
8	Marzo	8	Soportes para mangueras de extractores de polvos
9		2	Juego de bandas tipo jirafa
10		1	Tanque para reposo de aceite
11		1	Escalera de acero a tanque
12	Abril	1	Bomba centrífuga
13		1	Escritorio para cuarto en tanques de aceite
14		1	Gabinete para cuarto de tanques de aceite
15		1	Banco para escritorio de tanques de aceite
16		2	Puertas para cuarto de tanques de aceite
17	Mayo	1	Gabinete de gabinete
18		3	Gusano para alimentadores de sal
19		3	Camisas para gusano de sal
20		3	Tolvas para condimento
21	Junio	3	Soportes para tolvas
22		3	Gabinete
23		1	Tina para medir básicos
24		1	Mesa de trabajo en línea de operación
25		1	Mesa de inspección

Tabla 3. 7 Volumen de proyectos de maquinados (Elaboración propia).

No	Mes	Vol. de fabricación	Proyecto
1	Enero	90	Rodillo AS
2		80	Buje para mecanismo de tolva
3		180	Collarín 102
4	Febrero	360	Buje 105
5		90	Collarín X65
6		470	Collarín 010
7		250	Collarín 010
8	Marzo	68	Buje para mecanismo de tolva
9		68	Collarín de paso
10		200	Collarín X10
11		54	Collarín X65
12	Abril	232	Collarín X10
13		40	Buje para mecanismo de tolva
14		40	Collarín de paso
15		216	Buje D12
16	Mayo	54	Rodillo AS

17		108	Buje para mecanismo de tolva
18		108	Collarín 102
19		54	Rodillo AS
20	Junio	54	Collarín X65
21		216	Buje 105
22		432	Collarín 010
23		180	Buje para mecanismo de tolva

3.6.2 Selección de proyectos a incluir en el análisis

Para identificar cuáles son los proyectos, que podrían influir en la propuesta de distribución de planta, se realizaron tres diagramas de Pareto: uno para cada tipo de proyecto identificado: proyectos de ingeniería, proyectos de maquinado y proyectos de servicio.

Para realizar los diagramas de Pareto se consideró la teoría mostrada en la Sección 2.2 y el volumen de producción de cada uno de ellos, mostrado en la Tabla 3. 5, Tabla 3. 6 y Tabla 3. 7, respectivamente; el resultado se muestra en la Figura 3. 3, Figura 3. 4 y Figura 3. 5.

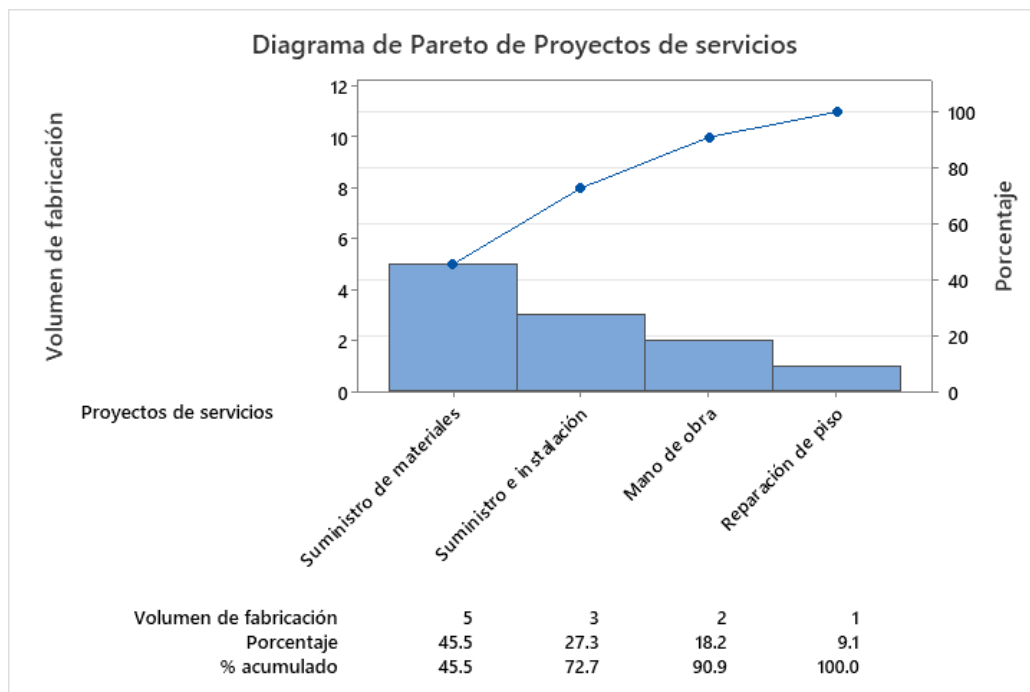


Figura 3. 3 Diagrama de Pareto de proyectos de servicios (Elaboración propia).

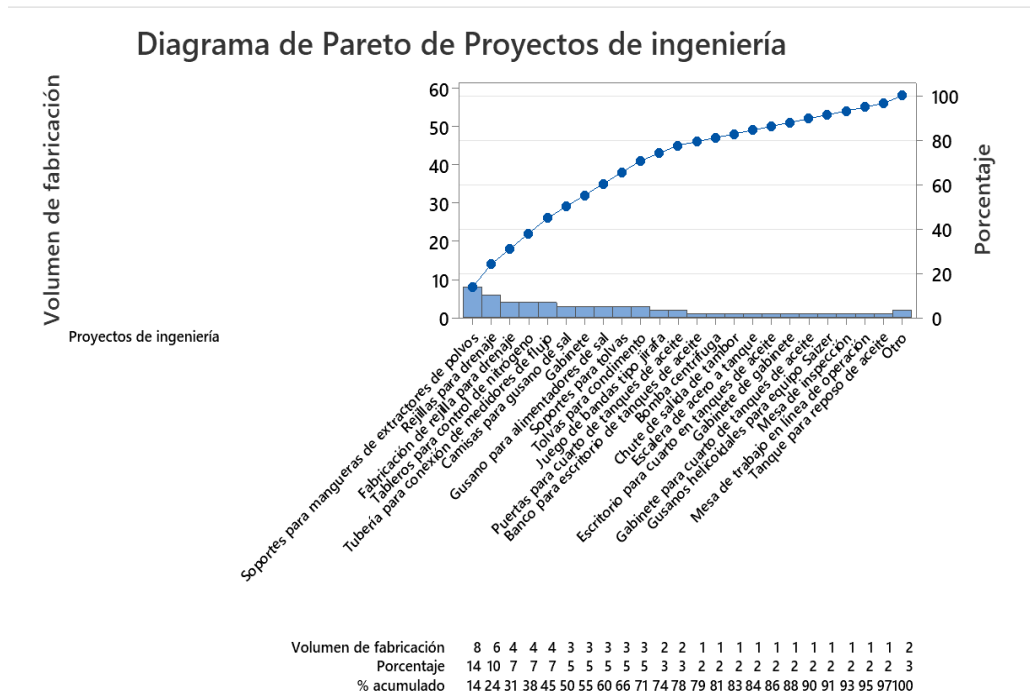


Figura 3. 4 Diagrama de Pareto de proyectos de ingeniería (Elaboración propia).

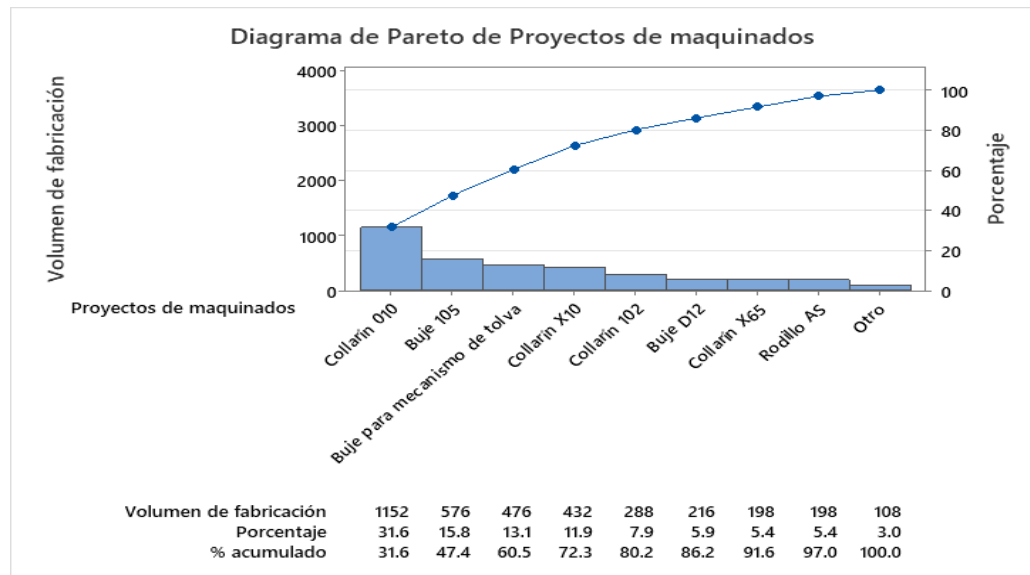


Figura 3. 5 Diagrama de Pareto de proyectos de maquinados (Elaboración propia).

Con base en la Figura 3. 3, Figura 3. 4 y Figura 3. 5, se realizaron las siguientes observaciones:

- Hay un único proyecto de servicios (Figura 3. 3) que sobresale ligeramente respecto a los demás, alcanzando un porcentaje del 45.5%.
- Existe un proyecto de ingeniería (Figura 3. 4) que se distingue levemente, con un porcentaje del 14%.
- Sólo hay un proyecto de ingeniería (Figura 3. 5) que destaca ligeramente sobre los otros; su porcentaje es del 31.6%.

De acuerdo con las observaciones, se determinó que cada tipo de proyecto tiene uno que destaca, pero ninguno alcanza un porcentaje superior al 46%. Esto indica que no existe un proyecto con un impacto significativo. En consecuencia, la regla de Pareto (80/20) no aplicó, de manera evidente, en este estudio. Por lo tanto, ningún proyecto resultó lo suficientemente relevante como para influir decisivamente en la redistribución de la planta. Por esta razón, se decidió que todos los proyectos fueran considerados en el desarrollo de la nueva redistribución de la planta.

3.6.3 Medición de distancias entre centros de áreas de la empresa

Para medir las distancias entre los centros de las áreas, de la empresa en estudio, fue necesario realizar una serie de pasos que permitieran evaluar y analizar su separación física. Los pasos realizados se enlistan a continuación:

1. Obtener un panorama del recorrido de flujo de los proyectos.

Este paso se realizó con base en el contexto mencionado en la Sección 3.6.2: ningún proyecto resulta lo suficientemente relevante como para influir decisivamente en la redistribución de la planta.

Con base en el contexto, para ofrecer un panorama general de la trayectoria del flujo de proyectos, se creó un diagrama de espagueti (Figura 3. 6) en la planta actual de la empresa. En este diagrama se muestran los dos primeros proyectos de cada uno los tres tipos de proyectos, los cuales se ilustraron en los diagramas de Pareto de las Figura 3. 3, Figura 3. 4 y Figura 3. 5.

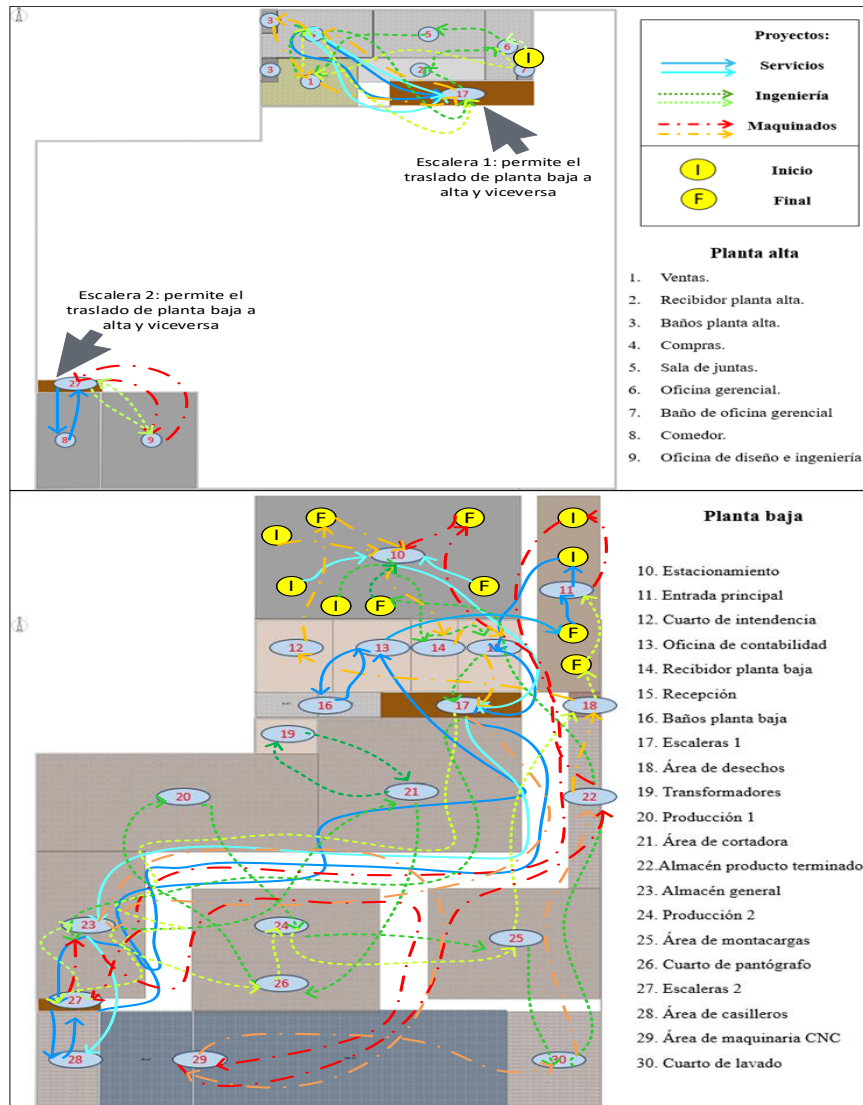


Figura 3. 6 Trayectoria del flujo de proyectos (Elaboración propia).

2. Determinar los centroides de las áreas de la empresa.

Para calcular los centroides de las áreas se utilizó la teoría de la Sección 2.3 y se dividieron en las siguientes dos categorías:

I. Determinar centroides de figuras regulares en planta baja y planta alta.

Este paso consistió en posicionar las ubicaciones de las áreas dentro de un marco de coordenadas y marcar los centroides, con una cruz verde, como se muestra en la Figura 3. 7 y Figura 3. 8.

Es importante mencionar que, por disponibilidad de espacio, los nombres de las áreas sólo se representaron con dos o más letras.

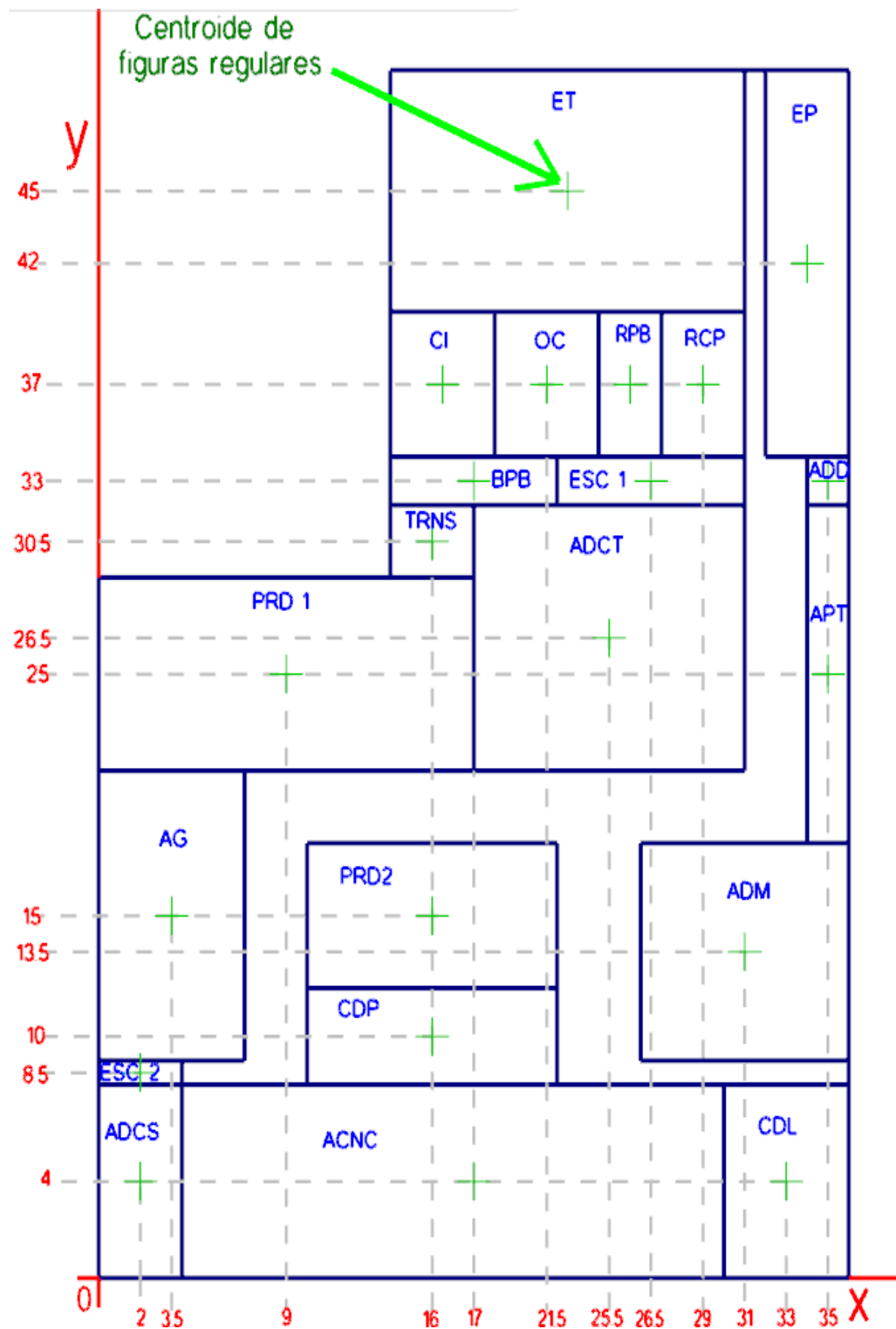


Figura 3. 7 Centroides de figuras regulares en planta baja (Elaboración propia).

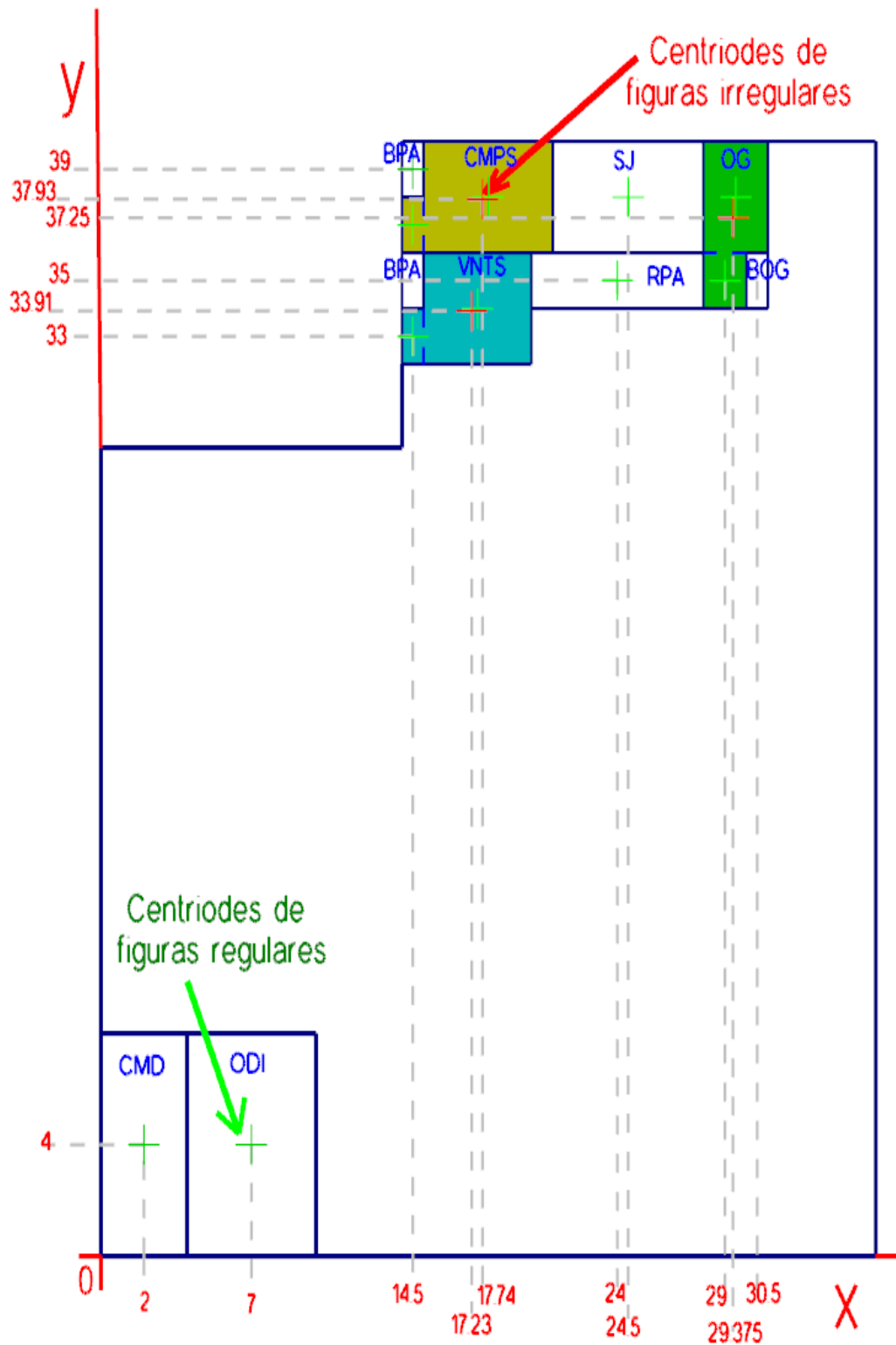


Figura 3. 8 Centroides de figuras irregulares y regulares en planta alta (Elaboración propia).

II. Determinar centroides de figuras irregulares.

Para hallar los centroides de áreas formadas por figuras irregulares se realizó lo siguiente:

- Identificación de las áreas irregulares: área de ventas (VNTS), área de compras (CMPS) y la oficina gerencial (OG).
- Situar las áreas en un sistema de coordenadas (Figura 3. 8).
- Asignar un color a cada área para mejor identificación: azul para el área de ventas, amarillo para el área de compras y verde para el área de oficina gerencial.
- Dividir cada área coloreada en figuras regulares.
- Encontrar centroides de figuras regulares de cada área (Tabla 3. 8) y graficarlos (cruz en color verde) en la Figura 3. 8.
- Encontrar centroides de cada área irregular.

Para encontrar estos centroides se sustituyeron los centroides de las figuras regulares de cada área en la Ecuación 3. 1 y la Ecuación 3. 2. Los resultados se ilustran en la Tabla 3. 8.

$$x = \frac{\sum_i d_{ix} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$y = \frac{\sum_i d_{iy} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots\dots\dots (3.2)$$

- Graficar los centroides de las figuras irregulares (con cruces rojas) en la Figura 3. 8.

III. Concentrar los datos de todos los centroides (Tabla 3. 8).

Tabla 3. 8 Cálculo de los centroides de figuras irregulares (Elaboración propia).

Área de empresa	Figuras regulares	Coordenadas x	Coordenadas y	Área (Qi)	Sustitución de datos en Ecuaciones 3.1 y 3.2	Centroide
VNTS	1	14.5	33	2	$x = \frac{14.5(2) + 17.5(20)}{22}$ $= 17.23$	(17.23, 33.91)
	2	17.5	34	20	$y = \frac{33(2) + 34(20)}{22}$ $= 33.91$	
CMPS	1	14.5	37	2	$x = \frac{14.5(2) + 18(24)}{26}$ $= 17.74$	(17.74, 37.93)
	2	18	38	24	$y = \frac{37(2) + 38(24)}{26}$ $= 37.93$	
OG	1	29	35	4	$x = \frac{29(4) + 29.5(12)}{16}$ $= 29.375$	(29.375, 37.25)
	2	29.5	38	12	$y = \frac{35(4) + 38(12)}{16}$ $= 37.25$	

Tabla 3. 9 Coordenadas de los departamentos (Elaboración propia).

Planta	No. de área	Áreas	Abreviatura	Centroides
Alta	1	Ventas	VNTS	(17.23,33.91)
	2	Recibidor planta alta	RPA	(24,35)
	3	Baños planta alta	BPA	(14.5,35)
	4	Compras	CMPS	(17.74,37.93)
	5	Sala de juntas	SJ	(24.5,38)
	6	Oficina gerencial	OG	(29.375,37.25)
	7	Baño de oficina gerencial	BOG	(30.5,35)
	8	Comedor	CMD	(2,4)
	9	Oficina de diseño e ingeniería	ODI	(7,4)
	10	Estacionamiento	ET	(22.5,45)
	11	Entrada principal	EP	(34,42)

Baja	12	Cuarto de intendencia	CI	(16.5,37)
	13	Oficina de contabilidad	OC	(21.5,37)
	14	Recibidor de planta baja	RPB	(25.5,37)
	15	Recepción planta baja	RCP	(29,37)
	16	Baños planta baja	BPB	(17,33)
	17	Escaleras 1	ESC 1	(26.5,33)
	18	Área de desechos	ADD	(35,33)
	19	Transformadores	TRNS	(16,30.5)
	20	Producción 1	PRD 1	(9,25)
	21	Área de cortadora	ADCT	(25.5,26.5)
	22	Almacén de producto terminado	APT	(35,25)
	23	Almacén general	AG	(3.5,15)
	24	Producción 2	PRD 2	(16,15)
	25	Área de montacargas	ADM	(31,13.5)
	26	Cuarto de pantógrafo	CDP	(16,10)
	27	Escaleras 2	ESC 2	(2,8.5)
	28	Área de casilleros	ADC	(2,4)
	29	Área de maquinaria CNC	ACNC	(17,4)
	30	Cuarto de lavado	CDL	(33,4)

IV. Determinar las distancias de manejo de materiales entre áreas.

Tras identificar los centroides de cada área, se calcularon las distancias (en metros) para el movimiento de materiales entre las distintas áreas de la empresa en estudio. Los cálculos correspondientes se realizaron mediante la elaboración de una carta DE-A la cual se muestra en la Figura 3. 9.

DE-A DE DISTANCIA ENTRE ÁREAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA

Coordenadas		X		Y		Abreviatura	de áreas																									
		V	Y	V	Y		RPA	BPA	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	ET	EP	CI	OC	RPB	RCP	RPB	ESC	ADD	TRNS	PRD.1	ADCT	APT	AG	PRD.2	ADM	CDP	ESC.2
17.23	33.91	VNTS	0	7.86	3.82	4.79	11.36	15.49	14.36	45.14	40.14	16.36	24.86	3.82	7.36	11.36	14.86	1.14	10.18	18.68	4.64	17.14	15.68	26.68	32.64	20.14	34.18	25.14	40.64	45.14	30.14	45.68
24	35	RPA	7.86	0	9.5	8.93	3.5	7.625	6.5	53	48	11.5	17	9.5	4.5	3.5	7	9	4.5	13	12.5	25	10	21	40.5	28	28.5	33	48.5	53	38	40
14.5	35	BPA	3.82	9.5	0	6.43	13	17.13	16	43.5	38.5	18	26.5	4	9	13	16.5	4.5	14	22.5	6	15.5	19.5	30.5	31	21.5	38	26.5	39	43.5	33.5	49.5
18	37.93	CMPS	4.79	8.93	6.43	0	6.57	12.06	15.43	49.93	44.93	11.57	20.07	2.43	4.43	8.43	11.93	5.93	13.43	21.93	9.43	21.93	18.93	29.93	37.43	24.93	37.43	29.93	45.43	49.93	34.93	48.93
24.5	38	SJ	11.36	3.5	13	6.57	0	5.625	9	56.5	51.5	9	13.5	9	4	2	5.5	12.5	7	15.5	16	28.5	12.5	23.5	44	31.5	31	36.5	52	56.5	41.5	42.5
29	37.25	OG	15.485	7.625	17.13	12.055	5.625	0	3.375	60.63	55.625	14.625	9.375	13.13	8.125	4.125	0.625	16.63	7.125	9.875	20.13	32.63	14.63	17.875	48.125	35.625	25.38	40.63	56.125	60.63	45.625	36.875
30.5	35	BOG	14.36	6.5	16	15.43	9	3.375	0	59.5	54.5	18	10.5	16	11	7	3.5	15.5	6	6.5	19	31.5	13.5	14.5	47	34.5	22	39.5	55	59.5	44.5	33.5
2	4	CMD	45.14	53	43.5	49.93	56.5	60.63	59.5	0	5	61.5	70	47.5	52.5	56.5	60	44	53.5	62	40.5	28	46	54	12.5	25	38.5	20	4.5	0	15	31
7	4	ODI	40.14	48	38.5	44.93	51.5	55.63	54.5	5	0	56.5	65	42.5	47.5	51.5	55	39	48.5	57	35.5	23	41	49	14.5	20	33.5	15	9.5	5	10	26
22.5	45	ET	16.36	11.5	18	11.57	9	14.63	18	61.5	56.5	0	14.5	14	9	11	14.5	17.5	16	24.5	17	33.5	21.5	32.5	49	36.5	40	41.5	57	61.5	46.5	51.5
34	42	EP	24.86	17	26.5	20.07	13.5	9.375	10.5	70	65	14.5	0	22.5	17.5	13.5	10	26	16.5	10	29.5	42	24	18	57.5	45	31.5	50	65.5	70	55	39
16.5	37	CI	3.82	9.5	4	2.43	9	13.13	16	47.5	42.5	14	22.5	0	5	9	12.5	4.5	14	22.5	7	19.5	19.5	30.5	35	22.5	38	27.5	43	47.5	33.5	49.5
21.5	37	OC	7.36	4.5	9	4.43	4	8.125	11	52.5	47.5	9	17.5	5	0	4	7.5	8.5	9	17.5	12	24.5	14.5	25.5	40	27.5	33	32.5	48	52.5	37.5	44.5
25.5	37	RPB	11.36	3.5	13	8.43	2	4.125	7	56.5	51.5	11	13.5	9	4	0	3.5	12.5	5	13.5	16	28.5	10.5	21.5	44	31.5	29	36.5	52	56.5	41.5	40.5
29	37	RCP	14.86	7	16.5	11.93	5.5	0.625	3.5	60	55	14.5	10	12.5	7.5	3.5	0	16	6.5	10	19.5	32	14	18	47.5	35	25.5	40	55.5	60	45	37
17	33	RPB	1.14	9	4.5	5.93	12.5	16.63	15.5	44	39	17.5	26	4.5	8.5	12.5	16	0	9.5	18	3.5	16	15	26	31.5	19	33.5	24	39.5	44	29	45
26.5	33	ESC.1	10.18	4.5	14	13.43	7	7.125	6	53.5	48.5	16	16.5	14	9	5	6.5	9.5	0	8.5	13	25.5	7.5	16.5	41	28.5	24	33.5	49	53.5	38.5	35.5
35	33	ADD	18.68	13	22.5	21.93	15.5	9.875	6.5	62	57	24.5	10	22.5	17.5	13.5	10	18	8.5	0	21.5	34	16	8	49.5	37	23.5	42	57.5	62	47	31
16	30.5	TRNS	4.64	12.5	6	9.43	16	20.13	19	40.5	35.5	21	29.5	7	12	16	19.5	3.5	13	21.5	0	12.5	13.5	24.5	28	15.5	32	20.5	36	40.5	27.5	43.5
9	25	PRD.1	17.14	25	15.5	21.93	28.5	32.63	31.5	28	23	33.5	42	19.5	24.5	28.5	32	16	25.5	34	12.5	0	18	26	15.5	17	33.5	22	23.5	28	29	45
25.5	26.5	ADCT	15.68	10	19.5	18.93	12.5	14.63	13.5	46	41	21.5	24	19.5	14.5	10.5	14	15	7.5	16	13.5	18	0	11	33.5	21	18.5	26	41.5	46	31	30
35	25	APT	26.68	21	30.5	29.93	23.5	17.88	14.5	54	49	32.5	18	30.5	25.5	21.5	18	26	16.5	8	24.5	26	11	0	41.5	29	15.5	34	49.5	54	39	23
3.5	15	AG	32.64	40.5	31	37.43	44	48.13	47	12.5	14.5	49	57.5	35	40	44	47.5	31.5	41	49.5	28	15.5	33.5	41.5	0	12.5	29	17.5	8	12.5	24.5	40.5
16	13.5	PRD.2	20.14	28	21.5	24.93	31.5	35.63	34.5	25	20	36.5	45	22.5	27.5	31.5	35	19	28.5	37	15.5	17	21	29	12.5	0	16.5	5	20.5	25	12	28
31	13.5	ADM	34.18	28.5	38	37.43	31	25.38	22	38.5	33.5	40	31.5	38	33	29	25.5	33.5	24	23.5	32	33.5	18.5	15.5	29	16.5	0	18.5	34	38.5	23.5	11.5
16	10	CDP	25.14	33	26.5	29.93	36.5	40.63	39.5	20	15	41.5	50	27.5	32.5	36.5	40	24	33.5	42	20	22	26	34	17.5	5	18.5	0	15.5	20	7	23
2	8.5	ESC.2	40.64	48.5	39	45.43	52	56.13	55	4.5	9.5	57	65.5	43	48	52	55.5	39.5	49	57.5	36	23.5	41.5	49.5	8	20.5	34	15.5	0	4.5	19.5	35.5
2	4	ADC	45.14	53	43.5	49.93	56.5	60.63	59.5	0	5	61.5	70	47.5	52.5	56.5	60	44	53.5	62	40.5	28	46	54	12.5	25	38.5	20	4.5	0	15	31
17	4	ACNC	30.14	38	33.5	34.93	41.5	45.63	44.5	15	10	46.5	55	33.5	37.5	41.5	45	29	38.5	47	27.5	29	31	39	24.5	12	23.5	7	19.5	15	0	16
33	4	CDL	45.68	40	49.5	48.93	42.5	36.88	33.5	31	26	51.5	39	49.5	44.5	40.5	37	45	35.5	31	43.5	45	30	23	40.5	28	11.5	23	35.5	31	16	0

Figura 3. 9 Carta DE-A de la distancia entre las áreas de la distribución de la empresa (Elaboración propia).

3.6.4 Medición de flujos entre centros de las áreas, de proyectos seleccionados

Una vez determinadas las distancias entre las diferentes áreas de la empresa, mediante la elaboración de una carta DE-A (Figura 3. 9), se examinó el flujo de interacción entre cada área mediante los siguientes pasos:

1. Se analizó el volumen de fabricación de cada uno de los tipos de proyectos de servicios, ingeniería y maquinados, listados previamente en la Tabla 3. 5, Tabla 3. 6 y Tabla 3. 7.
2. Se concentró el recorrido de materiales en la Tabla 3. 10.

Al tratarse únicamente del recorrido de materiales no fue posible considerar los proyectos de servicios, ya que el flujo de este tipo de proyectos se concentra, solamente, en las personas y la información.

Tabla 3. 10 Recorridos de materiales de procesos (Elaboración propia).

Tipo de proyecto	Nombre del proyecto	Volumen de producción por semestre	Recorridos de materiales de los proyectos
Ingeniería	Rejillas para drenaje	6	AG, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tolva para salida de peladora	1	AG, ADM, ADCT, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tubería para conexión de...	4	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, APT, ET
	Gusanos helicoidales para...	1	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Fabricación de rejilla para...	4	AG, CDP, PRD 2, ADM, CDL, APT, EP
	Chute de salida de tambor	1	AG, CDP, PRD 2, PROD 1, PROD 2, ADM, APT, EP
	Tableros para control de...	4	AG, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Soportes para mangueras de...	8	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Juego de bandas tipo jirafa	2	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tanque para reposo de aceite	1	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Escalera de acero a tanque	1	AG, CDP, ADCT PRD 2, ADM, APT, EP
	Bomba centrífuga	1	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Escritorio para cuarto en...	1	AG, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Gabinete para cuarto de...	1	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Banco para escritorio de...	1	AG, ADCT, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Puertas para cuarto de...	2	AG, ADM, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Gabinete de gabinete	1	AG, ADCT, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Gusano para alimentadores de...	3	AG, CDP, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Camisas para gusano de sal	3	AG, CDP, ADCT, PRD 1, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tolvas para condimento	3	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Soportes para tolvas	3	AG, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
Maquinados	Gabinete	3	AG, CDP, ADCT, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Tina para medir básicos	1	AG, CDP, PRD 2, ADM, CDL, APT, EP
	Mesa de trabajo en línea de...	1	AG, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Mesa de inspección	1	AG, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Rodillo AS	198	AG, ACNC, CDL, APT, EP
	Buje para mecanismo de tolva	476	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín 102	288	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Buje 105	576	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín X65	198	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín 010	1152	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín de paso	108	AG, ACNC, APT, ET
	Collarín X10	432	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Buje D12	216	AG, ACNC, APT, EP

3. Se concentró el recorrido de personas e información en la Tabla 3. 11.

El recorrido de información y personas se concentró en una sola tabla, debido a que se consideró que la información se mueve a través de las personas; en este caso si fue posible considerar los tres tipos de proyectos: servicios, ingeniería y maquinados; ya que en todos los proyectos el flujo considera el recorrido de personas e información

Tabla 3. 11Recorridos de personas e información de los proyectos (Elaboración propia).

Tipo de proyecto	Nombre del proyecto	Recorridos por semestre	Recorridos de personas e información de los proyectos
Servicios	Reparación de piso	1	ET, ESC 1, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, ET
	Suministro de materiales	5	EP, RCP, ESC1, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, OC, EP
	Suministro e instalación	3	ET, ESC 1, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, OC, EP
	Mano de obra	2	OG, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, ET
Ingeniería	Rejillas para drenaje	6	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Tolva para salida de peladora	1	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Tubería para conexión de...	4	ET, RPB, RCP, ESC 1, RPA, OG, CMP, VNTS, SJ, ESC 2, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Gusanos helicoidales para...	1	VNTS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, ESC 1, CMPS, ESC 1, OC, AG, PRD 2, PRD1
	Fabricación de rejilla para...	4	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Chute de salida de tambor	1	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2 PROD 1, PROD 2
	Tableros para control de...	4	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, ESC 1, SJ, ESC 1, OC, AG, CDP, PRD 2
	Soportes para mangueras de...	8	ET, RPB, RCP, ESC 1, RPA, OG, CMP, VNTS, SJ, ESC 2, AG, ACDT, CDP, PRD 1, PRD 2
	Juego de bandas tipo jirafa	2	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, ESC 1, SJ, ESC 1, OC, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Tanque para reposo de aceite	1	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Escalera de acero a tanque	1	OG, VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Bomba centrífuga	1	ET, RPB, RCP, ESC 1, OG, CMP, VNTS, SJ, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Escritorio para cuarto en...	1	OG, VNTS, CMPS, SJ, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Gabinete para cuarto de...	1	ET, RPB, RCP, ESC 1, OG, CMP, VNTS, SJ, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Banco para escritorio de...	1	ET, RPB, RCP, ESC 1, RPA, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Puertas para cuarto de...	2	OG, VNTS, CMPS, ESC1, OC, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Gabinete de gabinete	1	ET, RPB, RCP, ESC 1, RPA, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, ACDT, CDP, PRD 1, PRD 2
	Gusano para alimentadores de...	3	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2, PRD1
	Camisas para gusano de sal	3	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Tolvas para condimento	3	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
	Soportes para tolvas	3	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Gabinete	3	ET, RPB, RCP, ESC 1, VNTS, COMP, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Tina para medir básicos	1	OG, VNTS, CMPS, SJ, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, PRD 2
	Mesa de trabajo en línea de...	1	VNTS, CMPS, ESC1, ESC2, ODI, ESC 2, OC, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
	Mesa de inspección	1	VNTS, CMPS, ESC1, OC, ESC2, ODI, ESC 2, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
Maquinados	Rodillo AS	198	VNTS, OG, CMP, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, ACNC
	Buje para mecanismo de tolva	476	ET, RPB, RCP, ECS 1, RPA, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, ACNC
	Collarin 102	288	EP, ESC, 1, VNTS, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, ACNC
	Buje 105	576	ET, RPB, RCP, ECS 1, VNTS, CMPS, ESC 1, AG, ACNC
	Collarin X65	198	EP, ESC, 1, VNTS, CMPS, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, ACNC
	Collarin 010	1152	EP, ESC, 1, VNTS, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, ACNC
	Collarin de paso	108	EP, ESC, 1, VNTS, CMPS, ESC 1, OC, ESC 2, ODI, ESC 2, AG, ACNC
	Collarin X10	432	EP, ESC, 1, VNTS, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, ESC 1, CMPS, ESC 1, OC, AG, ACNC
	Buje D12	216	VNTS, OG, ESC 1, ESC 2, ODI, ESC 2, ESC 1, CMPS, ESC 1, AG, ACNC

4. Se realizó una carta DE-A (Figura 3. 10) en la que se concentraron los datos del volumen de fabricación, de la Tabla 3. 10, y los recorridos semestrales, de la Tabla 3. 11. Cabe mencionar que los datos, debajo de la diagonal principal, representan flujos de retorno.

DE-A FLUJO ENTRE ÁREAS

[illegible]

Figura 3. 10 Carta DE-A del flujo por semestre entre áreas (Elaboración propia).

3.6.5 Definición de la distancia recorrida

Para obtener los valores del indicador definido en la Sección 3.5: distancia recorrida en el traslado de materiales; se elaboró otra carta DE-A en la cual se colocó el dato de la multiplicación de la distancia entre centros de departamentos (Figura 3. 9) por los flujos entre departamentos (Figura 3. 10). La carta DE-A resultante se muestra en la Figura 3. 11.

DE-A DE DISTANCIA TOTAL RECORRIDA EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA																														
Planta A y B	VNTS	RPA	CMPS	SI	OG	BOG	CMD	ODI	ET	EP	CI	OC	RPB	RCP	BPB	ESC 1	ADD	TRNS	PRD 1	ADCT	APT	AG	PRD 2	ADM	CDP	ESC 2	ADC	ACNC	CDL	
VNTS	0	0	1997.4	136	6411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RPA	3757	0	0	0	915	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMPS	1916	0	3704	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OG	325.2	0	2772.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BOG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ODI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25061	0	0	0	
ET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11781	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	35937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17560	0	0	0	5328	0	0	0	
RPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3749	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ESC 1	28219	2205	8702.6	14	21.4	0	0	679	0	0	4941	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50676	0	0	0	113970	0	0	0	
ADD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRNS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRD 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ADCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	0	525	104	0	0	0	0	
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	104975	8082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	147	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	369	0	0	12.5	406	1365	0	0	178556	0
PRD 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ADM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	527	0	0	167	0	0	0	80.5	
CDP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ESC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	52	0	0	0	32046	57.5	0	0	0	0	15952	246	0	0	0	0	0	0	
ADC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ACNC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12636	0	0	0	0	0	0	0	53120	
CDL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76705	0	0	0	0	0	0	0	912181.35	
912181.35																														

Figura 3. 11 Carta DE-A de distancia total recorrida en metros/semestre (Elaboración propia).

Al realizar el análisis de la Figura 3. 11, realizada para definir el indicador de desempeño actual: ***distancia de recorridos en el traslado de materiales***; se definieron los siguientes puntos:

- La distancia total recorrida es de 912,181.35 metros en 6 meses, lo que en promedio equivale a 913 Kilómetros en un semestre.
- La distribución actual presenta múltiples retrocesos notables, lo que evidencia la necesidad de implementar una nueva distribución de la planta.

3.7 Medir indicador: espacio disponible para expansión futura

Para medir el indicador de desempeño de “espacio disponible para expansión futura” fue necesario realizar las siguientes actividades:

1. Se realizaron recorridos en planta alta y baja, guiados por el encargado del departamento de producción, con el fin de conocer el espacio disponible para expansión futura y, en acuerdo con la administración de la empresa, se detectó que sólo existe dicho espacio disponible en planta baja.
2. Se midió y delimitó el espacio disponible identificado; dando como resultado un total de 232m².
3. Se hizo uso de los planos de la empresa, realizados por un arquitecto, a fin de corroborar los datos obtenidos.
4. Se realizó un plano representativo y se sombrea con color amarillo el espacio disponible para expansión futura; este plano se muestra en la Figura 3. 12.

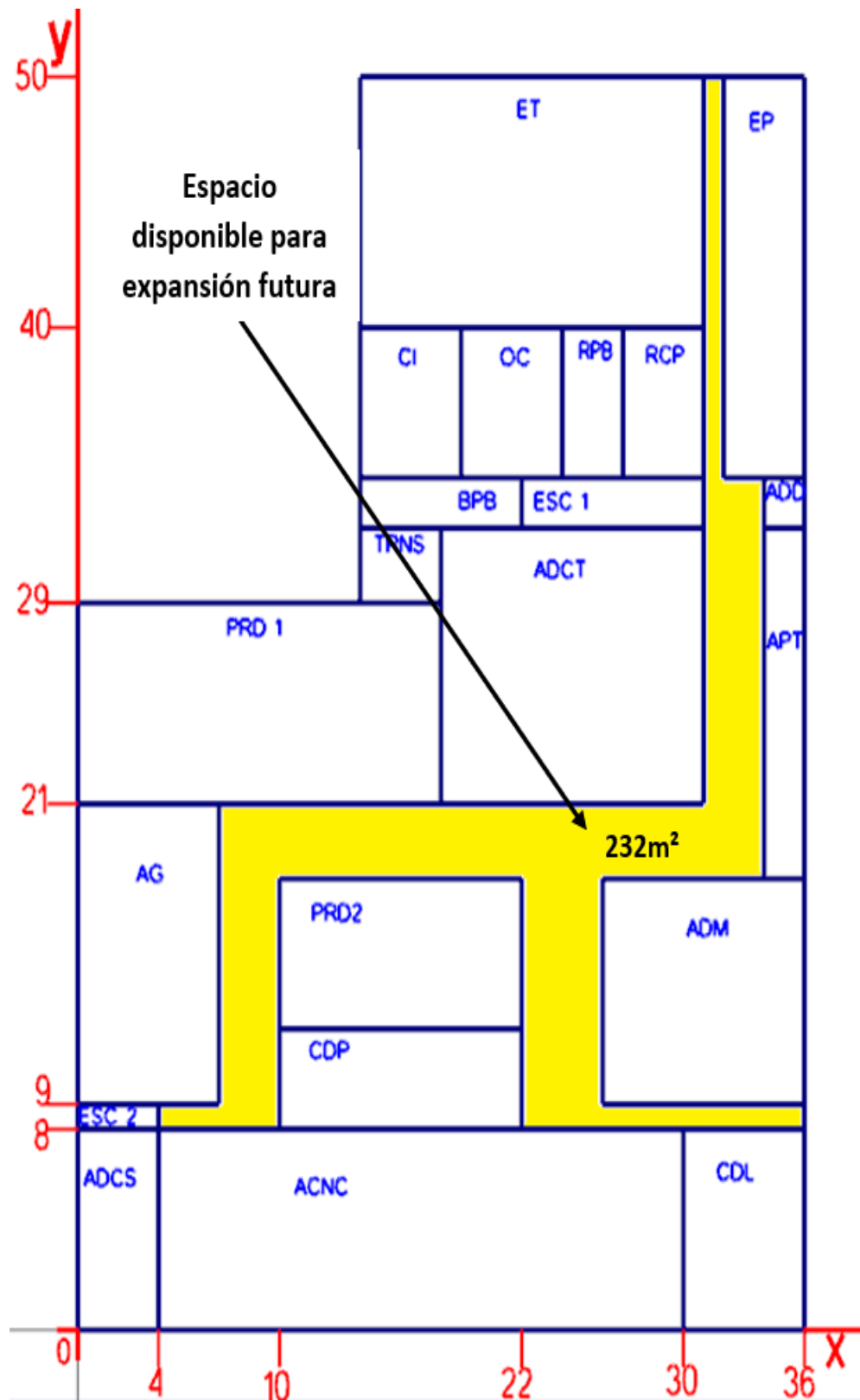


Figura 3. 12 Plano de la empresa. El espacio disponible para expansión futura se sombrea con color amarillo (Elaboración propia).

3.8 Proponer plan de mejora basado en la aplicación de SLP

Esta sección tiene como objetivo la aplicación de la metodología Planeación sistematizada de la distribución (SLP, de las siglas en inglés de *Systematic Layout Planning*); desde la definición de los elementos de la llave PQRST hasta el detallado de la redistribución de planta que se desea realizar.

Los pasos de la metodología SLP que se realizaron fueron los siguientes:

- Paso 0: Preparación.
- Paso 1: Flujo de materiales
- Paso 2: Relación entre actividades.
- Paso 3: Diagrama de relación de actividades.
- Paso 4: Requerimientos.
- Paso 5: Disponibilidad de espacios.
- Paso 6: Diagrama de relación de espacio.
- Paso 7: Factores influyentes.
- Paso 8: Limitaciones prácticas.
- Paso 9: Generación de alternativas.
- Paso 10: Selección del proyecto.

3.8.1 Paso 0: Preparación

Para establecer los cinco elementos clave de la llave PQRST se llevaron a cabo visitas detalladas a la empresa durante las cuales se recopilaron datos sobre los productos, volúmenes, trayectorias, servicios y tiempos de producción a lo largo de un período de seis meses.

A continuación, se describen cada uno de los elementos de la llave PQRST:

- Proyecto (P).

En la Sección 3.6.1 se mencionó que se llevó a cabo una serie de recorridos por todas las áreas de la empresa los cuales sirvieron para identificar los siguientes tres tipos de proyectos:

- Proyectos de ingeniería.
- Proyectos de maquinados.
- Proyectos de servicios.

- Volumen (Q).

La información de Q “*Quantity*”, que se traduce a cantidad o volumen, se identificó para los tres tipos de proyectos existentes: ingeniería, maquinados y servicios; y se recopiló previamente en la Tabla 3. 5, Tabla 3. 6 y Tabla 3. 7, respectivamente. Estas tablas se mostraron en la Sección 3.6.1.

- Ruta (R).

A fin de tener un panorama de cómo se realizaban los recorridos de materiales para los tres tipos de proyectos existentes: ingeniería, maquinados y servicios; en la distribución de planta actual, se realizó un diagrama de espagueti; éste se mostró en la Figura 3. 6.

- Servicio (S).

El área de producción se apoya de 16 áreas para llevar a cabo los tres tipos de proyectos existentes: ingeniería, maquinados y servicios. En la Tabla 3. 12 se listan estas áreas.

Tabla 3. 12 Áreas de apoyo de la producción (Elaboración propia).

No. de área	Áreas	Abreviatura
1	Recibidor planta alta	RPA
2	Baños planta alta	BPA
3	Sala de juntas	SJ
4	Baño de oficina gerencial	BOG
5	Comedor	CMD
6	Estacionamiento	ET
7	Entrada principal	EP

8	Cuarto de intendencia	CI
9	Recibidor de planta baja	RPB
10	Recepción planta baja	RCP
11	Baños planta baja	BPB
12	Escaleras 1	ESC 1
13	Área de desechos	ADD
14	Transformadores	TRNS
15	Escaleras 2	ESC 2
16	Área de casilleros	ADC

- Tiempo (T).

En el contexto de la distribución de planta, el factor tiempo sólo se toma en cuenta cuando se necesita adquirir y ubicar una nueva máquina o equipo de producción. Si esta situación no se presenta, como en el caso del presente proyecto, el tiempo no es un aspecto relevante por considerar.

3.8.2 Paso 1: Flujo de materiales

Para implementar adecuadamente el SLP es esencial llevar a cabo un análisis detallado del flujo de materiales. A continuación, se describen los pasos que se utilizaron para llevar a cabo dicho análisis:

1. Conocer las áreas de la distribución de planta actual.
Las áreas pertinentes de la distribución actual de la planta se enlistaron y describieron previamente en la Sección 1.5.6.1 y la Sección 1.5.6.2.
2. Determinar principales proyectos elaborados.
Los principales proyectos fabricados se especificaron en la Sección 3.6.1.
3. Desarrollar diagrama de recorrido.
Para visualizar los recorridos de materiales se elaboró un diagrama de espagueti, el cual se mostró en la Figura 3. 6 (Sección 3.6.3).
4. Elaborar carta de De-A.

Con el objetivo de reorganizar la distribución de la planta, se creó una nueva carta De-A en la cual se sumaron los viajes de regreso, a los de ida, de las estaciones correspondientes. Esta carta De-A se muestra en la Figura 3. 13.

Con base en los datos obtenidos en la nueva carta De-A (Figura 3. 12) se concluye que el mayor flujo de materiales, personas e información se encuentra entre el rango de flujo de 11781 – 178556; los cuales se muestran en la Tabla 3. 13:

Tabla 3. 13 Áreas con mayor flujo de materiales (Elaboración propia).

Áreas con mayor flujo	Cantidad de flujo
De almacén general a área de CNC	178556
De escaleras 1 a escaleras 2	156016
De estacionamiento a área de producto terminado	104975
De área de producto terminado a cuarto de lavado	76705
De área de CNC a cuarto de lavado	53120
De escaleras 1 a almacén general.	50758
De oficina de diseño e ingeniería a escaleras 2	50027
De ventas a escaleras 1	47286
De compras a escaleras 1	39054
De entrada, principal, a escaleras 1	35937
De oficina de contabilidad a almacén general	17880
De almacén general a escaleras 2	15952
De área de producto terminado a área de CNC	12636
De estacionamiento a recepción planta baja	11781

DE-A SIN RETROCESOS

Planta	VNTS	RPA	BPA	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	ET	EP	CI	OC	RPB	RCP	BPB	ESC 1	ÁDD	TRNS	PRD 1	ADCT	APT	AG	PRD 2	ADM	CDP	ESC 2	ADC	ACNC	CDL
AYB	VNTS	0	3757.1	0	2026.2	136	6736	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RPA	0	0	0	0	0	91.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CMPS	0	0	0	0	0	2773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BOG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CMD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ODI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	727.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11781	0	0	64	0	0	0	0	104975	147	0	0	0	0	0	0	0
	EP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	35937	0	0	0	0	8082	0	0	0	0	0	0	0	0
	CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4941	0	0	0	0	0	17880	0	0	0	5376	0	0	0
	RPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3749	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0
	RCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESC1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50758	0	0	0	156016	0	0	0
	ADD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TRNS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PRD 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	0	1139	302	660	0	0	0	0
	ADCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	525	37	1144	0	0	0	0
	APT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	527	0	0	0	12636	76705
	AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	406	1365	15952	0	178556	0
	PRD 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	743	220	246	0	0	0
	ADM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	0	80.5	0
	CDP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESC 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ADC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ACNC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53120	0
	DL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 3. 13 Carta DE-A de distancia total recorrida sin retrocesos (Elaboración propia).

3.8.3 Paso 2: Relación de actividades

Para llevar a cabo este paso 2 se utilizaron los datos de flujo, obtenidos previamente, de la carta de De-A (Figura 3. 13). Con estos datos se realizó lo siguiente:

- Se ordenaron los datos de flujo de mayor a menor en la Tabla 3. 14
- Se definió un código de la importancia de la relación de cercanía, con base en rangos de flujo (Tabla 3. 14) entre cada área, con base en las vocales A, E, I, O y U. Este código transformó el criterio cuantitativo en uno cualitativo de cercanía.
- Se calculó el número de relaciones N a evaluar en la carta de relaciones de actividades mediante la Ecuación 3.3.

$$N = \frac{n \times (n-1)}{2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Donde:

N = número de relaciones totales.

n = número de áreas, departamentos u operaciones.

- Se sustituyó en la fórmula el número de áreas n=30 y se determinó un número de relaciones totales; el resultado es N = 435.
- Se elaboró la carta de relación de actividades, mostrada en la Figura 3. 14, empleando el método descrito en la Sección 2.5.3 de la metodología SLP, adicionando los colores descritos en la Tabla 3. 14.

Tabla 3. 14 Colores del diagrama de relación (Elaboración propia).

Puntuación en carta De-A	Rango	Letra de ponderación	Cercanía deseada	Código de color
178556	11781 - 178556	A	Absolutamente importante	Rojo
156016				
104975				
76705				
53120				
50758				
50027				
47286				
39054				
35937				
17880				
15952				
12636				
11781				
8082	1139 - 11780	E	Especialmente importante	Amarillo
7007				
6736				
5376				
4941				
3757.08				
3749				
2773				
2205				
2026.2				
1560				
1365				
1144				
1139				
743	136 - 1139	I	Importante	Verde
727.5				
660				
527				
525				
406				
302				
246				
234				
220				
167				
147				
136				
91.5	10-135	O	Ordinario	Azul
80.5				
70				
64				
63				
52				
37				
12.5				
10				
	0-9	U	Sin importancia	Blanco
		X	Indeseable	Café

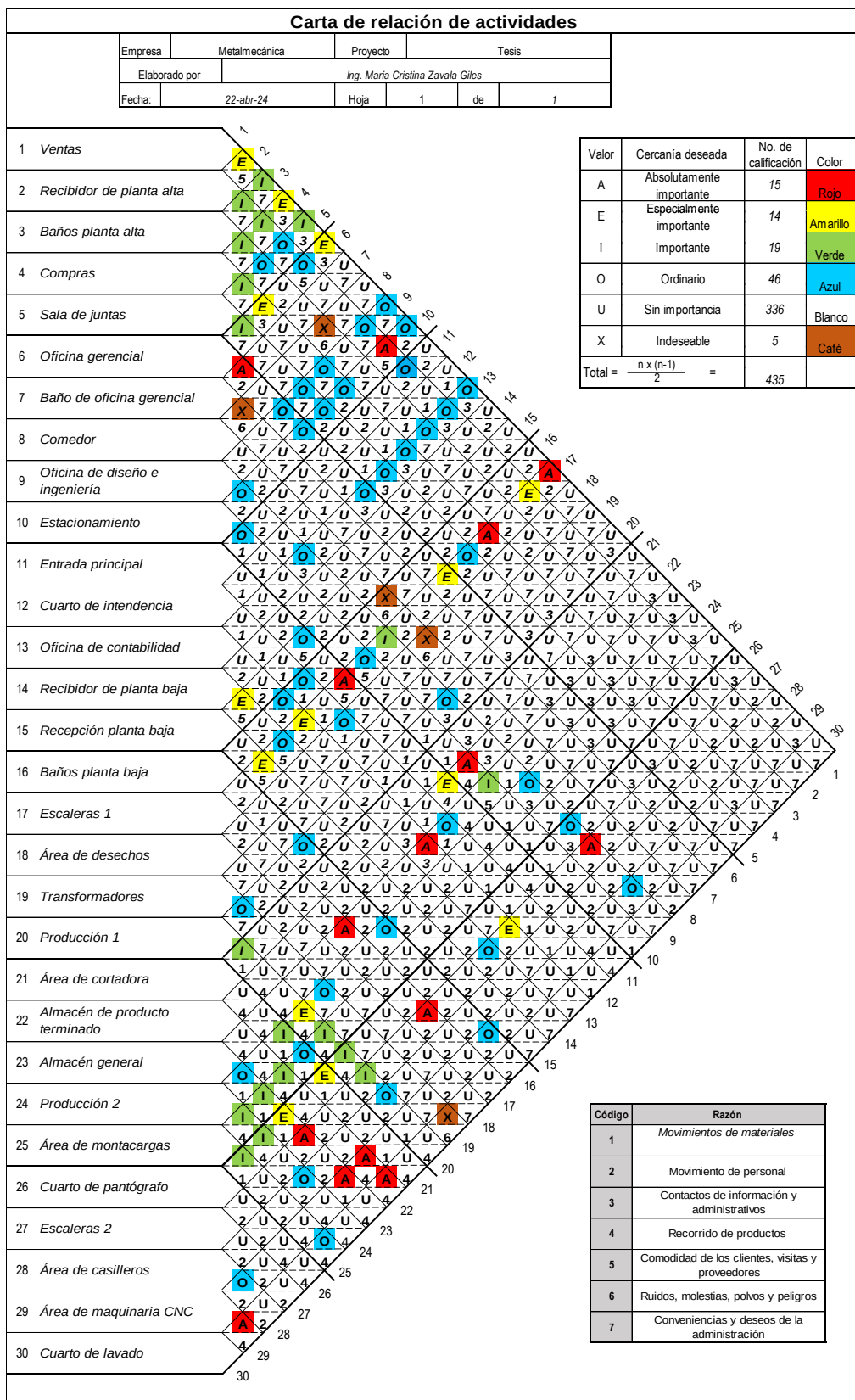


Figura 3. 14 Carta de relación de actividades (Elaboración propia).

La carta de relación de actividades permitió los siguientes avances:

- Definir la proximidad deseada entre las diversas áreas de la empresa.
- Identificar las relaciones de cercanía no deseables entre ciertas áreas, debido a factores como ruidos, molestias, polvo y riesgos.
- Conocer las razones de cercanía deseada entre cada área de la empresa.
- Garantizar que las propuestas de distribución de la empresa tomen en cuenta las interacciones entre las áreas implicadas en el flujo de materiales, personal e información, así como las áreas de apoyo a la producción.
- Concentrar la información necesaria para elaborar un diagrama que detalle la relación de actividades.

3.8.4 Paso 3: Diagrama de relación de actividades

En esta sección se diseñó un diagrama de relaciones de actividades, basado en la carta de relaciones de actividades, mostrada previamente en la Figura 3. 14, con el fin de proporcionar una representación gráfica, y clara, de las interacciones entre las distintas áreas de la empresa.

Para crear el diagrama de relación de actividades, se realizaron los siguientes pasos:

1. Se emplearon los rangos de cercanía, indicados en la Tabla 3. 15, para representar las relaciones de proximidad necesarias entre las áreas. En esta tabla, en lugar de línea quebrada para las relaciones indeseables, se colocó una línea café, gruesa.

Tabla 3. 15 Líneas para el diagrama de relación de actividades (Elaboración propia).

Letra	Líneas de identificación	Cercanía deseada	Color
A		Absolutamente importante	Rojo
E		Especialmente importante	Amarillo
I		Importante	Verde
O		ordinario	Azul
U		Sin importancia	Sin línea
X		Indeseable	Café

2. Se dibujaron círculos, dentro de los cuales se indicó el número de cada área que tiene una relación de cercanía tipo A; por ejemplo, del Almacén general (1) al Área de CNC (2).
3. Se asignaron cuatro líneas paralelas de color rojo a cada par de áreas relacionadas en el paso 2.
4. Se conectaron mediante tres líneas de color amarillo las áreas con relación de cercanía tipo E. El diagrama resultante con las relaciones A y E se muestra en la Figura 3. 15.
5. Se unieron mediante dos líneas de color verde las áreas con relación de cercanía tipo I. Este diagrama se ilustra en la Figura 3. 16.

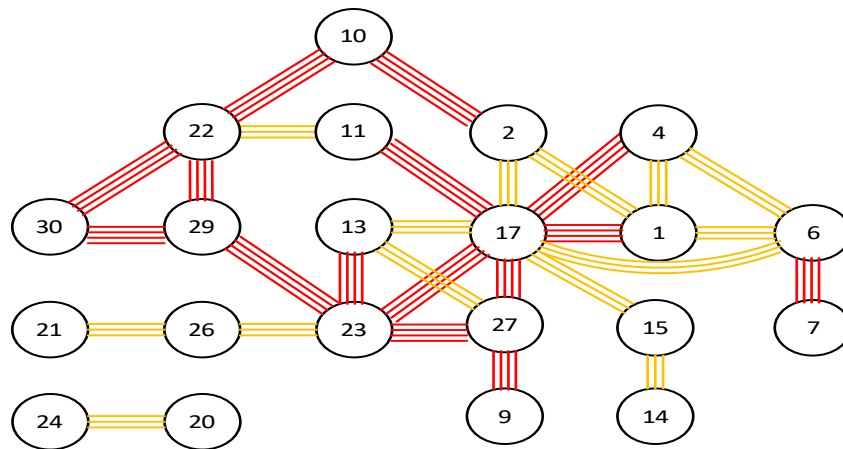


Figura 3. 15 Diagrama de relación de actividades de A's y E's (Elaboración propia).

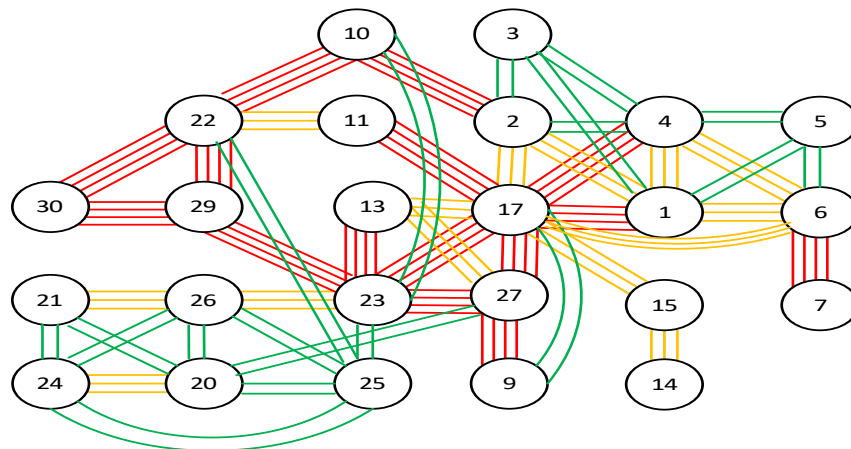


Figura 3. 16 Diagrama de relación de actividades con I's (Elaboración propia).

6. Se conectaron con una línea de color azul las áreas con relación de cercanía tipo O.
7. Se unieron usando una línea punteada de color café las áreas con relación de cercanía tipo X. En la Figura 3. 17 se muestra el diagrama con las relaciones A, E, I, O y X.
8. Se reorganizaron, finalmente, todas las áreas para minimizar el cruce de líneas. El diagrama final se muestra en la Figura 3. 18.

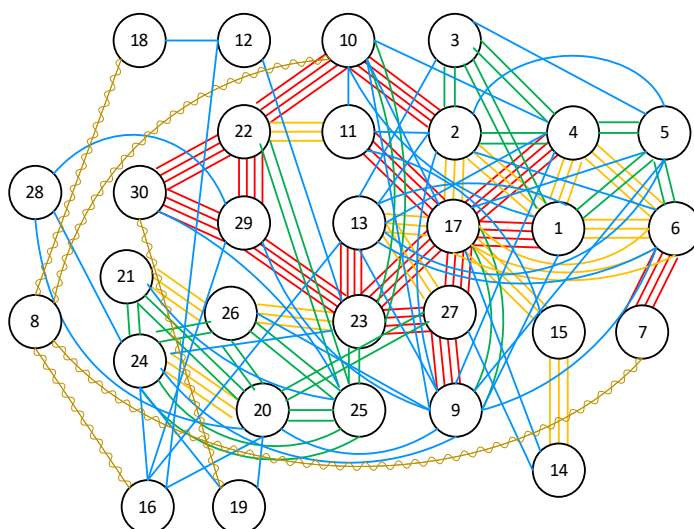


Figura 3. 17 Diagrama de relación de actividades con O's y X's (Elaboración propia).

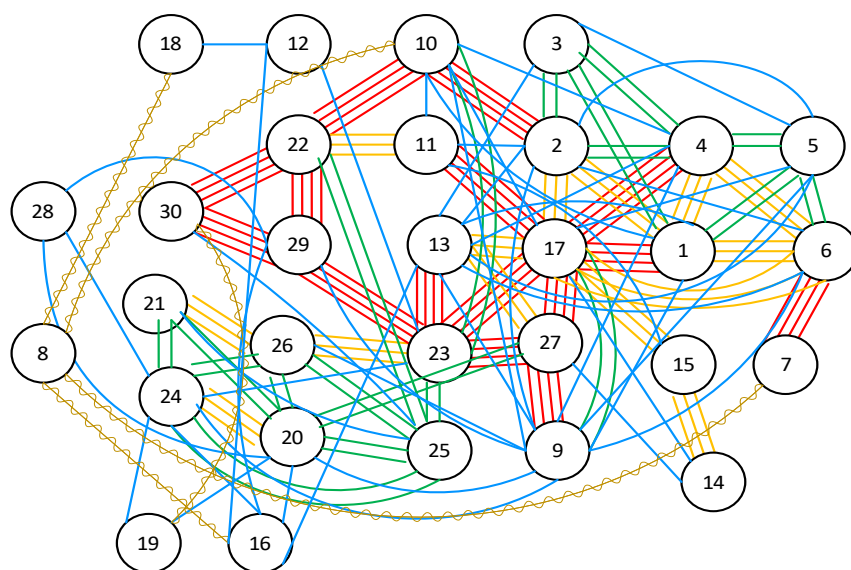


Figura 3. 18 Diagrama de relación de actividades final (Elaboración propia).

3.8.5 Paso 4: Requerimientos de espacio

Para evaluar los requerimientos de espacio, se utilizaron los dos tipos de formatos siguientes:

- Hoja de registro de inventario: Este documento concentró el espacio requerido para cada máquina, de las 30 áreas listadas anteriormente en la Tabla 3. 9. Un ejemplo de esta hoja se muestra en la Figura 3. 19, mientras que las demás hojas de registro de inventario se encuentran en el Anexo 1.

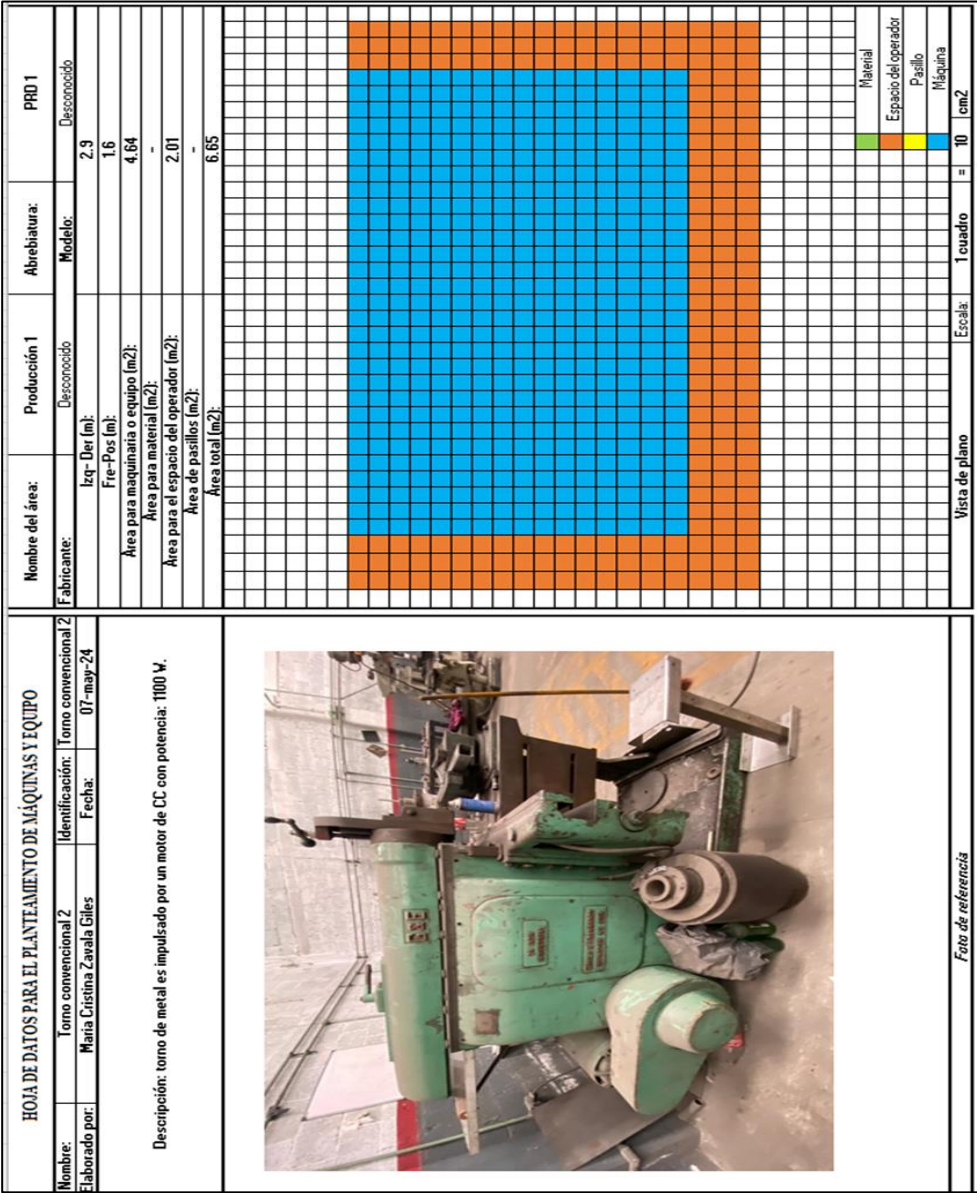


Figura 3. 19 Ejemplo de hoja de Registro de Inventario (Elaboración propia).

- Hoja de maquinaria y equipo por área: Este formato compiló la información requerida para cada área de la empresa, con base en las hojas de registro de inventario.

La Figura 3. 20 muestra los requerimientos de espacio para la sala de “producción 1”.

Los requerimientos de espacio para las demás áreas se encuentran en el Anexo 2.

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA									
Empresa:		Metalmeccánica		Nombre del área:		Producción 1		Realizado por:	
								Fecha:	
						17-may-24		Maria Cristina Zavala Giles	
								Hoja	
								20 de 30	
								PRD 1	
								Abreviatura:	
								Características físicas requeridas	
								110 - AC	
								220 - AC	
								Otra energía	
								Agua	
								Vapor	
								Desagüe	
								Aire comprimido	
								Gas	
								Otras	
				</					

- Hoja de concentrado total: Este formato compiló la información de todas las hojas de maquinaria y equipo de cada área de la empresa.

Los requerimientos de espacio para todas las áreas se muestran en la Tabla 3. 16. Los resultados obtenidos suman un total de 815m² (redondeados), requeridos para la redistribución de planta.

Tabla 3. 16 Hoja de concentrado total (Elaboración propia).

HOJA DE CONCETRADO TOTAL				Características Físicas Requeridas										Empresa:		Metalmecánica			
														Por:	Maria Cristina Zavala Giles				
														Fecha:	30-may-24	Página	1	de	1
														Requerimientos por forma o Configuración de Área (Espacio)					
Nº	Nombre del área	Abreviatura	Total en m²	Indicar unidad y Cantidad Requerida de cada una				Importancia Relativa de características						Colocar Requerimientos por Forma o Configuración Y, por lo tanto, Razones					
			815	m	kg	kg	cm	A - Absolutamente Necesario E - Especialmente importante I - Importante O - Ordinaria, importancia - No Requerido											
1	Ventas	VNTS	5	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
2	Recibidor planta alta	RPA	3	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
3	Baños planta alta	BPA	8	4	-	300,000	20x20	A	-	-	-	-	Separar los baños de mujeres y hombres						
4	Compras	CMPS	5	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
5	Sala de juntas	SJ	18	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
6	Oficina gerencial	OG	5	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
7	Baño de oficina gerencial	BOG	2	4	-	300,000	20x20	A	-	-	-	-							
8	Comedor	CMD	25	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
9	Oficina de diseño e ingeniería	ODI	16	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
10	Estacionamiento	ET	156	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
11	Entrada principal	EP	34	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
12	Cuarto de intendencia	CI	2	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
13	Oficina de contabilidad	OC	9	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
14	Recibidor de planta baja	RPB	3	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
15	Recepción planta baja	RCP	4	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
16	Baños planta baja	BPB	8	4	-	300,000	20x20	A	-	-	-	-	Separar los baños de mujeres y hombres						
17	Escaleras 1	ESC 1	8	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-	Adaptables a la altura						
18	Área de desechos	ADD	6	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
19	Transformadores	TRNS	24	4	-	300,000	20x20	-	-	A	-	A							
20	Producción 1	PRD 1	70	4	-	300,000	20x20	-	-	A	-	E							
21	Área de cortadora	ADCT	57	4	-	300,000	20x20	-	A	-	-	A	Se necesita cimientos profundos						
22	Almacén de producto terminado	APT	36	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
23	Almacén general	AG	70	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
24	Producción 2	PRD 2	55	4	-	300,000	20x20	-	-	A	-	E							
25	Área de montacargas	ADM	18	4	224,530	300,000	20x20	-	-	-	-	-	Se requieren pasillos grandes de desplazamiento						
26	Cuarto de pantógrafo	CDP	70	4	-	300,000	20x20	-	-	A	A	A							
27	Escaleras 2	ESC 2	9	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-	Adaptables a la altura						
28	Área de casilleros	ADC	16	4	-	300,000	20x20	-	-	-	-	-							
29	Área de maquinaria CNC	ACNC	66	4	-	300,000	20x20	-	-	A	A	A							
30	Cuarto de lavado	CDL	7	4	-	300,000	20x20	A	-	-	-	-							
Claves Referencias		a	Se necesita colocar conectores de electricidad.											Nota: Los valores del total de m² se redondearon al siguiente elemento para fines prácticos.					
		b	Se necesitan colocar puertas y ventanas.																
		c	El área de cuarto de pantógrafo y de maquinaria CNC debe estar libre de polvo.																
		d	El área de transformadores no debe estar en contacto con el agua.																

3.8.6 Paso 5: Disponibilidad de espacio

Para determinar el espacio disponible se consideraron las medidas establecidas por la empresa en estudio, se elaboró, en el software *Mastercam Learning Edition 2024*, un plano de la planta baja (Figura 3. 21) y un plano de la planta alta (Figura 3. 22) y se determinó lo siguiente:

1. Un área física disponible de 1394 en la planta baja
2. Un área física disponible de 194m² en la planta alta (sumando las dos áreas marcadas en el plano de la Figura 3. 22)
3. Un área física total disponible de 1588m² (sumando las áreas de planta baja y planta alta).
4. Que el espacio requerido de 815m² (Sección 3.8.5) es menor que el espacio disponible (1588m²), lo que permite realizar la redistribución sin ningún inconveniente.

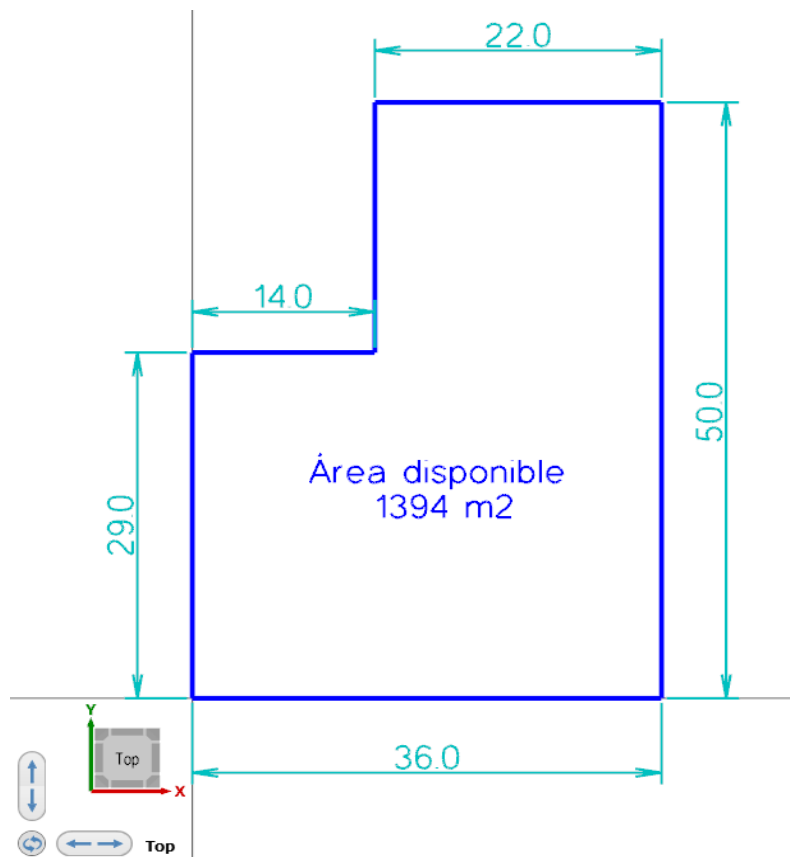


Figura 3. 21 Plano de espacio disponible planta baja (Elaboración propia).

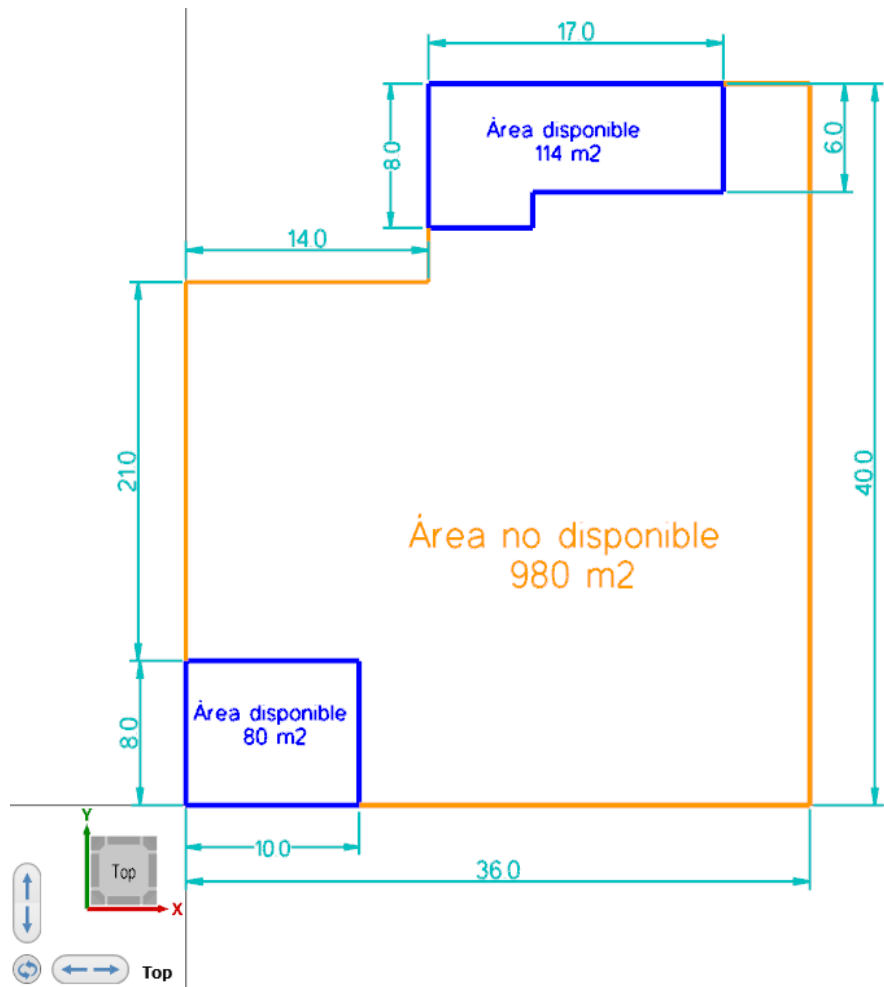


Figura 3. 22 Plano de espacio disponible planta alta (Elaboración propia).

3.8.7 Paso 6: Diagrama de relación de espacio

Una vez definido el espacio requerido, en la Sección 3.8.6, se elaboró el diagrama de relación de espacios de la Figura 3. 23. Los pasos para elaborar este diagrama fueron los siguientes:

1. Determinar los siguientes elementos a representar en el diagrama:
 - Las áreas de la empresa, representadas en el diagrama de relación de actividades de la Figura 3. 18.
 - Las líneas de cercanía requeridas del diagrama de relación de actividades de la Figura 3. 18.
 - El espacio requerido para cada área de la empresa (en metros cuadrados), tomado de la Tabla 3. 16.

2. Establecer la escala a emplear: se consideró la escala 1mm =10cm.
3. Dibujar los espacios: se dibujaron rectángulos (o cuadros) para ilustrar los espacios requeridos para cada área de la empresa, utilizando la información de la Figura 3. 17
4. Etiquetar cada área: por cuestiones de espacio se colocó solamente el número correspondiente a cada área de la empresa dentro del rectángulo (o cuadrado) tomado de la Tabla 3. 16; éste se puede observar en la Figura 3. 23.
5. Añadir líneas de cercanía: se colocaron las líneas de cercanía requerida de acuerdo con el diagrama de relación de actividades de la Figura 3. 17.

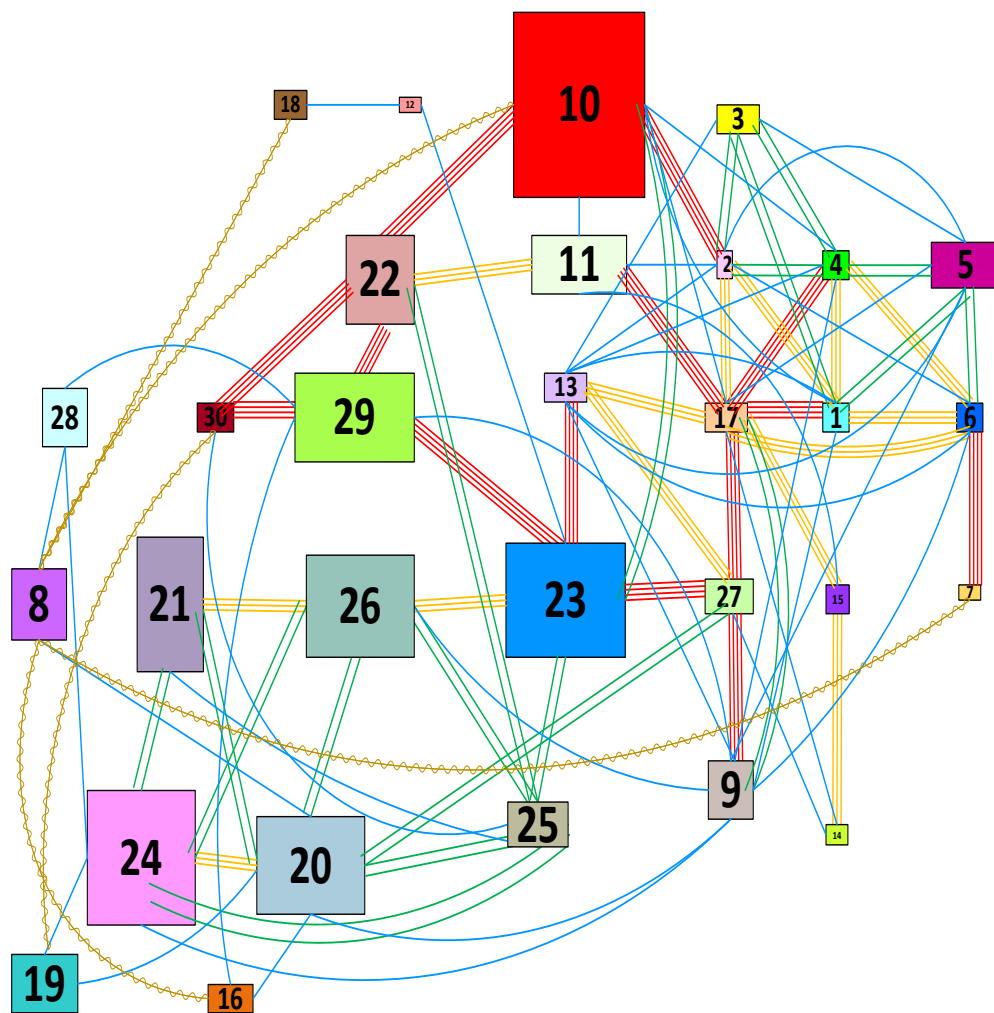


Figura 3. 23 Diagrama de relación de espacio (Elaboración propia).

3.8.8 Paso 7: Factores influyentes

En esta sección se identificaron los siguientes factores, que influyen en la redistribución de la empresa en estudio:

1. Características del edificio. Este factor se consideró debido a las siguientes características del espacio disponible de la redistribución de planta:
 - a. Cuenta con una sola entrada.
 - b. La parte frontal de la planta baja tiene una longitud de 10 metros mayor que la de la planta alta. En este espacio se consideró las áreas de entrada principal y del estacionamiento.
2. Procedimientos de maquinaria CNC y de pantógrafo. Este factor consideró el procedimiento para operar en el área de maquinaria CNC y del cuarto de pantógrafo, ya que requieren una zona aislada debido a las siguientes razones:
 - a. La maquinaria CNC y el pantógrafo no pueden estar expuestas a partículas volátiles, producidas por el polvo, ya que podría provocarles daño.
 - b. Gases inflamables generados por las sustancias manejadas en el área.
3. Procedimiento de carga y descarga de materiales. Este factor consideró el procedimiento de carga y descarga de materiales, equipos y productos terminados. El procedimiento incluyó la entrada y movimiento del montacargas por los pasillos de la empresa desde la entrada principal hasta el área de almacén general; cuando los elementos de carga o descarga son de grandes dimensiones y/o de grandes volúmenes, para facilitar su traslado.

3.8.9 Paso 8: Limitaciones prácticas

En el desarrollo de esta sección, se establecieron las siguientes limitaciones prácticas para considerar en la planificación de la redistribución de planta, basadas en una conversación con el gerente:

1. No sobrepasar el espacio disponible. Esta limitación es crucial, ya que se dispone de un espacio de 1588m² para la distribución de planta. En ninguna circunstancia se puede requerir un espacio mayor.

2. Disponibilidad de inversión monetaria: Se consideró la disponibilidad de inversión de la empresa, que actualmente tiene limitaciones. Por esta razón, cualquier cambio en la distribución actual, deberá realizarse con la menor inversión de capital posible.
3. Planta alta y planta baja separadas. Esta limitación contempla la separación de áreas dentro de la empresa debido a las condiciones de operación existentes. Para ello se decidió colocar en la planta alta las siguientes áreas:
 1. Ventas.
 2. Recibidor planta alta
 3. Baños planta alta.
 4. Compras.
 5. Sala de juntas.
 6. Oficina gerencial.
 7. Baño de oficina gerencial.
 8. Comedor.
 9. Oficina de diseño e ingeniería.

3.8.10 Paso 9: Generación de alternativas

En esta sección se describe como se generaron alternativas para la redistribución de la planta, considerando los siguientes aspectos:

1. La proximidad requerida entre las áreas de la empresa.
2. Los factores influyentes a tener en cuenta (considerando que la entrada principal y el estacionamiento ya tienen un espacio disponible de 10m de profundidad).
3. Las limitaciones prácticas establecidas.

Como resultado, se desarrollaron cinco alternativas para la distribución de la planta:

- Alternativa 1: En esta primera opción (Figura 3. 24) se ubicaron todas las áreas según el diagrama de relación de espacios (Figura 3. 23) priorizando la proximidad de las áreas más importantes y evitando que las áreas no deseadas se juntaran.

- Alternativa 2: En la segunda alternativa (Figura 3. 25) se propuso un flujo en forma de U, lo cual facilitará el tránsito libre del montacargas durante los procesos de carga y descarga de materiales.

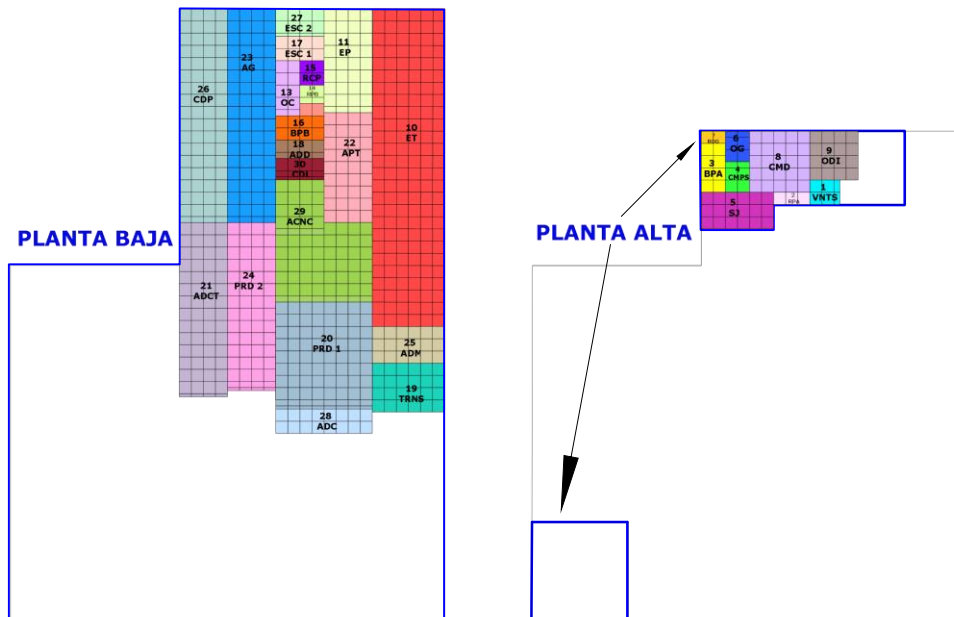


Figura 3. 24 Alternativa de redistribución 1 (Elaboración propia).

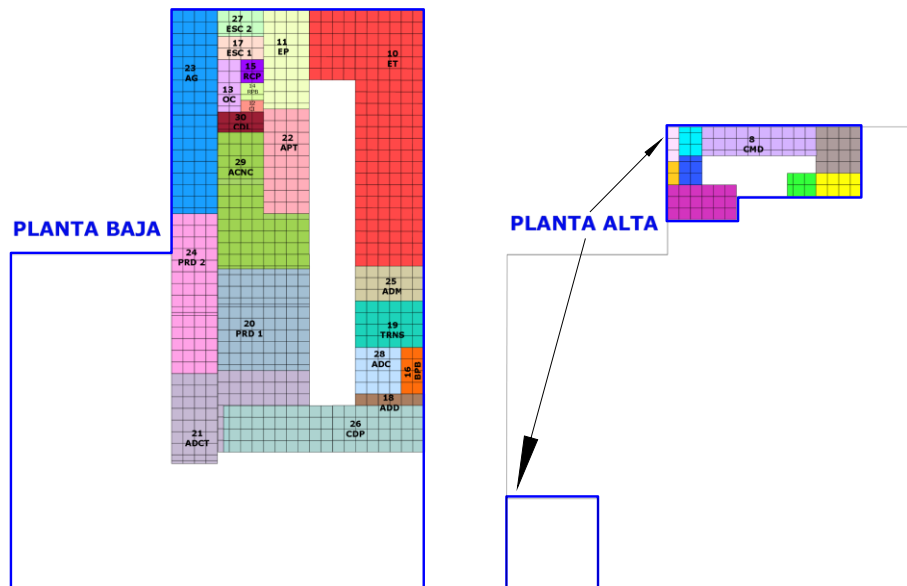


Figura 3. 25 Alternativa de redistribución 2 (Elaboración propia).

- Alternativa 3: Esta tercera alternativa (Figura 3. 26) es similar a la alternativa 1, pero se ha dado mayor importancia a los aspectos mencionados en el punto número dos de los factores influyentes (Sección 3.8.8). A fin de proteger y prevenir de posibles daños el equipo del área de maquinaria CNC y del cuarto de pantógrafo; dichas áreas se ubicaron al fondo del espacio disponible, alejadas de las zonas de producción 1 y 2, que son consideradas las principales fuentes de partículas volátiles producidas por el polvo y gases inflamables generados por las sustancias manejadas en el área.
- Alternativa 4: En la cuarta alternativa (Figura 3. 27) se buscó unificar los dos almacenes (áreas 22 y 23), es decir, agrupar el almacén general y el almacén de producto terminado, con el fin de mejorar uno de los aspectos destacados en la Tabla 3. 1: la organización de los materiales del almacén para tener un mejor control.
- Alternativa 5: En esta última alternativa (Figura 3. 28), se buscó ubicar una parte del estacionamiento en la parte frontal del espacio disponible, para agilizar el acceso a la planta alta y facilitar el acceso directo desde la entrada principal.

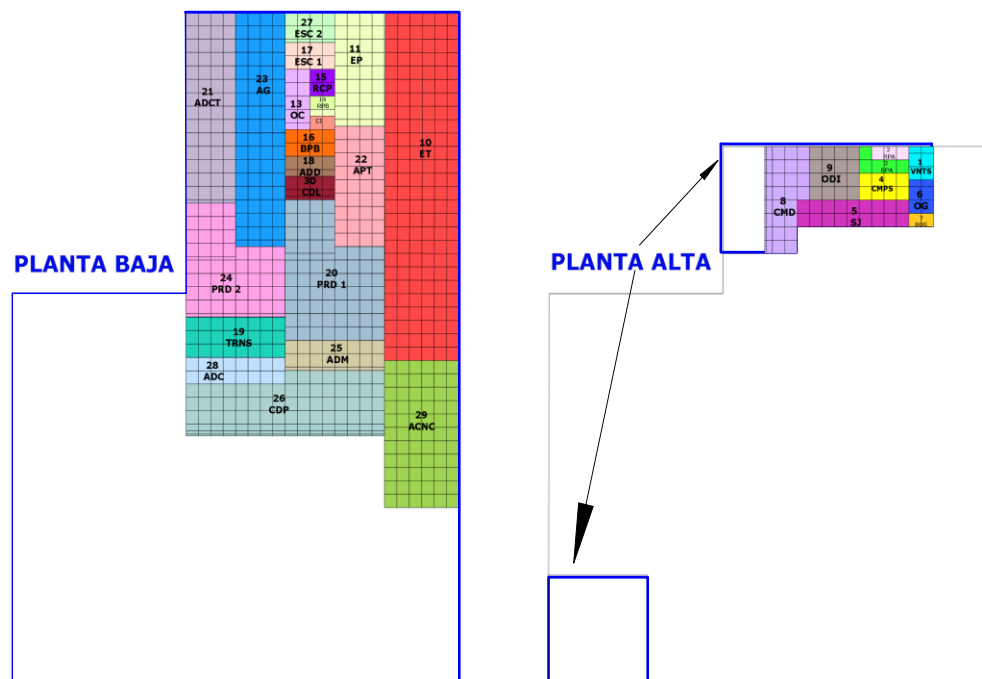


Figura 3. 26 Alternativa de redistribución 3 (Elaboración propia).

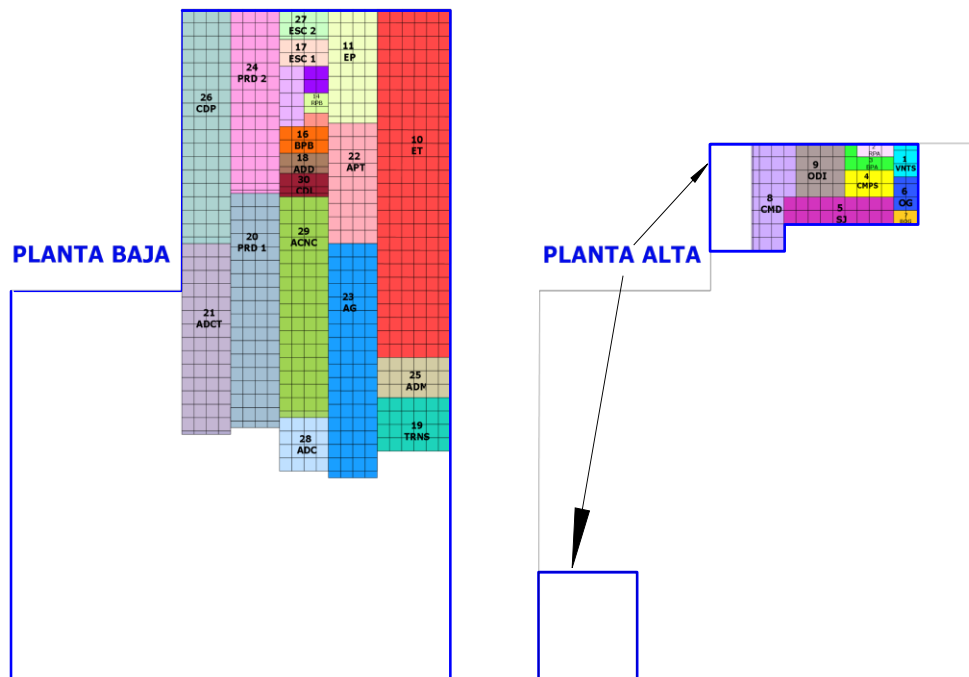


Figura 3. 27 Alternativa de redistribución 4 (Elaboración propia).

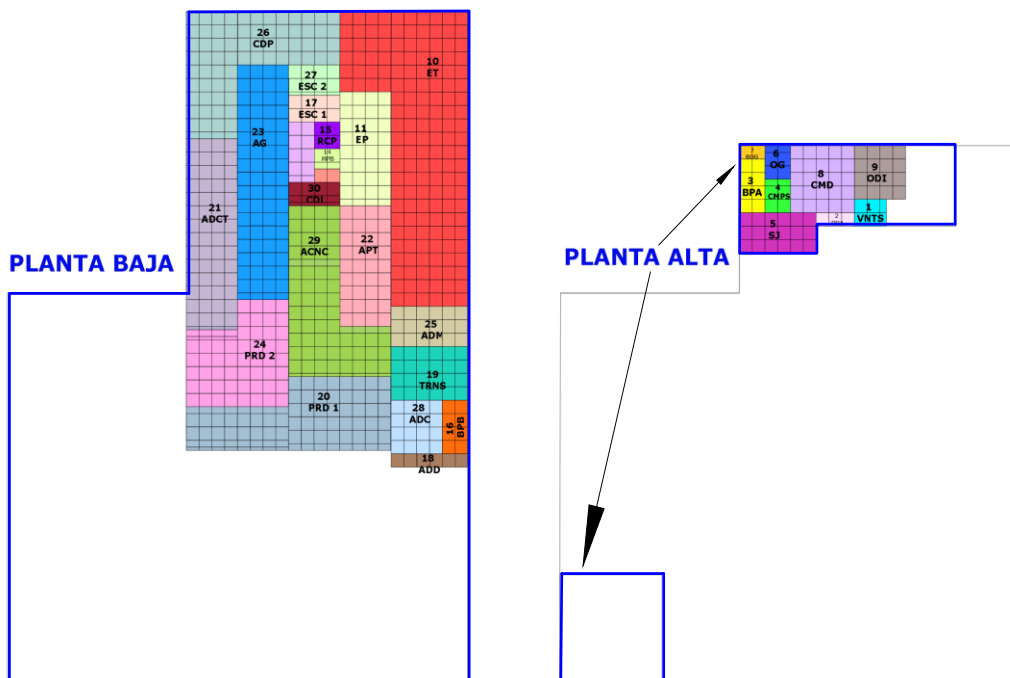


Figura 3. 28 Alternativa de redistribución 5 (Elaboración propia).

3.8.11 Paso 10: Selección del proyecto

Este paso consistió en seleccionar la mejor opción entre las cinco alternativas presentadas en la Sección 3.8.10, utilizando el método de evaluación de factores por puntos, descrito en la Sección 2.1. Los pasos realizados fueron los siguientes:

1. Se definieron cinco criterios (Tabla 3. 17) para evaluar las alternativas de redistribución.
2. Se asignó a cada criterio un peso 0 y 100 (Tabla 3. 17).
3. Se definió una calificación con vocales y un significado (Tabla 3. 18) para indicar que tan bien cada alternativa cumpliría con los criterios de la Tabla 3. 17.
4. Se asignó a cada vocal un valor numérico, entre 1 y 5 (Tabla 3. 18).
5. Se asignó la vocal de la Tabla 3. 18 a cada alternativa de redistribución y se registró en el formato de evaluación por puntos (Tabla 3. 19) en la celda correspondiente.
6. Se colocaron los pesos de los criterios (Tabla 3. 17) en la Tabla 3. 19 y se multiplicaron por el valor numérico de las vocales, el resultado se colocó en la celda correspondiente.
7. Se sumaron los valores obtenidos para las cinco alternativas. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3. 19.
8. Se concluyó que la alternativa que obtuvo el mayor puntaje corresponde a la alternativa 1. Por lo tanto, la alternativa seleccionada para realizar la redistribución global y a detalle será la mostrada en la alternativa 1 (Figura 3. 24).

Tabla 3. 17 Criterios para evaluar las alternativas (Elaboración propia).

No.	Criterios	Peso
1	Reduce la distancia recorrida	100
2	Menor costo de instalación	95
3	Mejora el flujo de los materiales	90
4	Facilidad de una futura expansión	85
5	Adaptación a la estructura general de la empresa	80

Tabla 3. 18 Calificación para criterios (Elaboración propia).

Calificación	Significado	Valor
A	Cumple excelentemente	5
E	Cumple muy bien	4
I	Cumple bien	3
O	Cumple poco	2
U	Cumple sin importancia	1

Tabla 3. 19 Selección de la mejor alternativa de distribución (Elaboración propia).

Método de evaluación de factores por puntos, selección de alternativa de redistribución												
Empresa:	Metalmecánica	Proyecto:	Selección de la alternativa de redistribución						Fecha:		28/08/2024	
Peso (ponderación) establecido por:	Ma. Cristina Zavala Giles		Acotaciones hechas por:		Ma. Cristina Zavala Giles			Totales hechos por:		Ma. Cristina Zavala Giles		
Criterios	Peso	Acotación Bruta o ponderada										
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		
Reduce la distancia recorrida	100	A	400	I	300	O	200	E	400	E	400	
Menor costo de instalación	95	E	285	O	190	I	285	I	285	I	285	
Mejora el flujo de los materiales	90	A	450	O	180	I	360	E	360	I	270	
Facilidad de una futura expansión	85	A	425	A	425	A	425	A	425	A	425	
Adaptación a la estructura general de la empresa	80	E	240	O	160	I	240	I	240	I	240	
Totales		1560		1095		1270		1470		1380		
Alternativa de redistribución seleccionada									Alternativa 1			

3.9 Medir indicador “distancia recorrida en el traslado de materiales” de la propuesta de mejora

Una vez establecida la alternativa 1 (Figura 3. 24), como la propuesta de mejora, se procedió a la medición del indicador de distancia recorrida en el traslado de materiales, a través de las siguientes actividades:

1. Medir distancias, entre centros de las áreas, de la propuesta de mejora. Para realizar este paso fue necesario realizar lo siguiente:
 - I. Determinar los centroides en figuras regulares en planta baja y planta alta.

En este paso se ubicaron las áreas dentro de un sistema de coordenadas y se marcaron los centroides con una cruz verde para la Planta Alta (Figura 3. 29) y Planta baja (Figura 3. 30). Los nombres de las áreas se abreviaron utilizando dos o más letras.

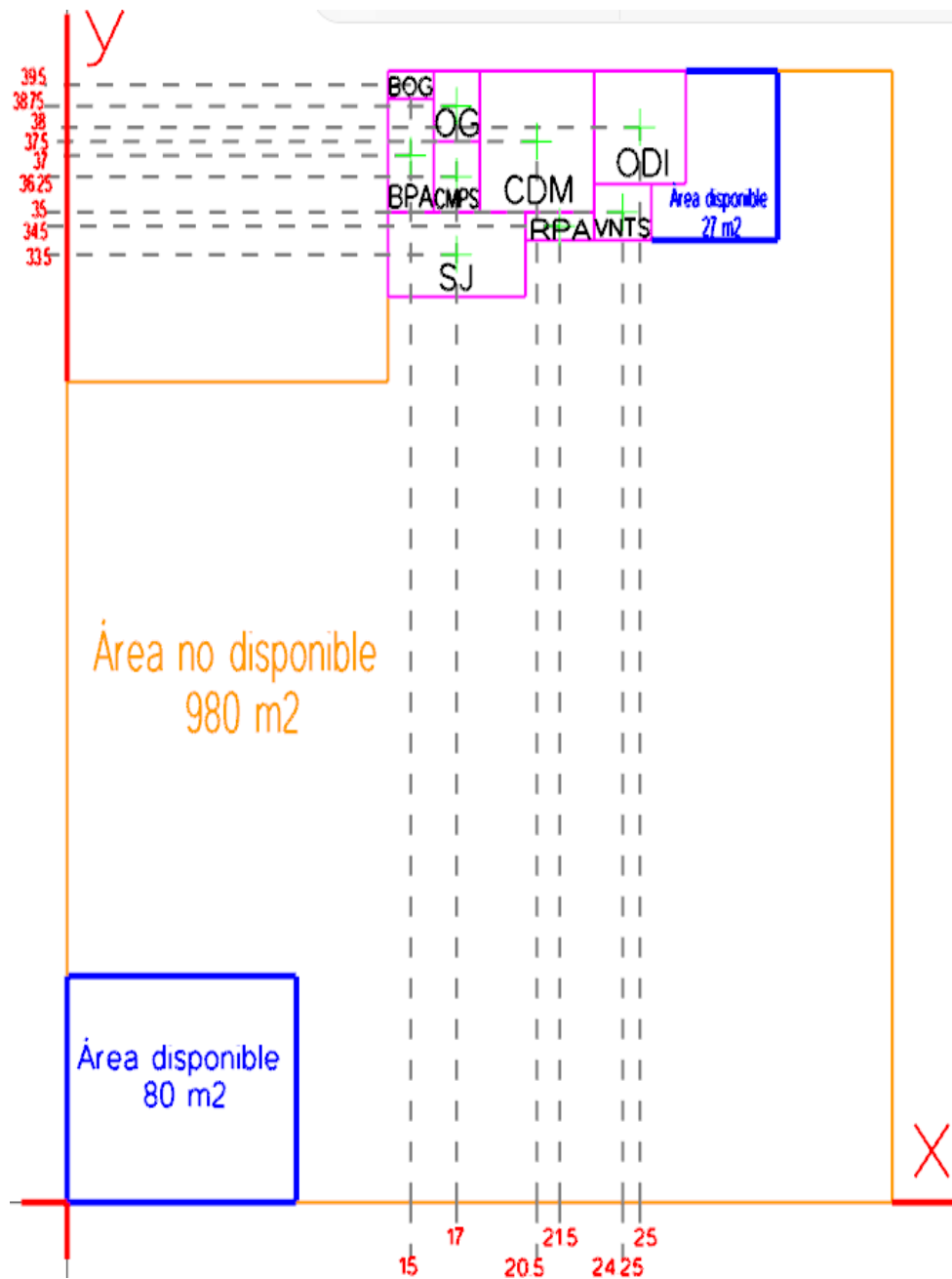


Figura 3. 29 Centroides de alternativa ganadora en **planta alta** (Elaboración propia).

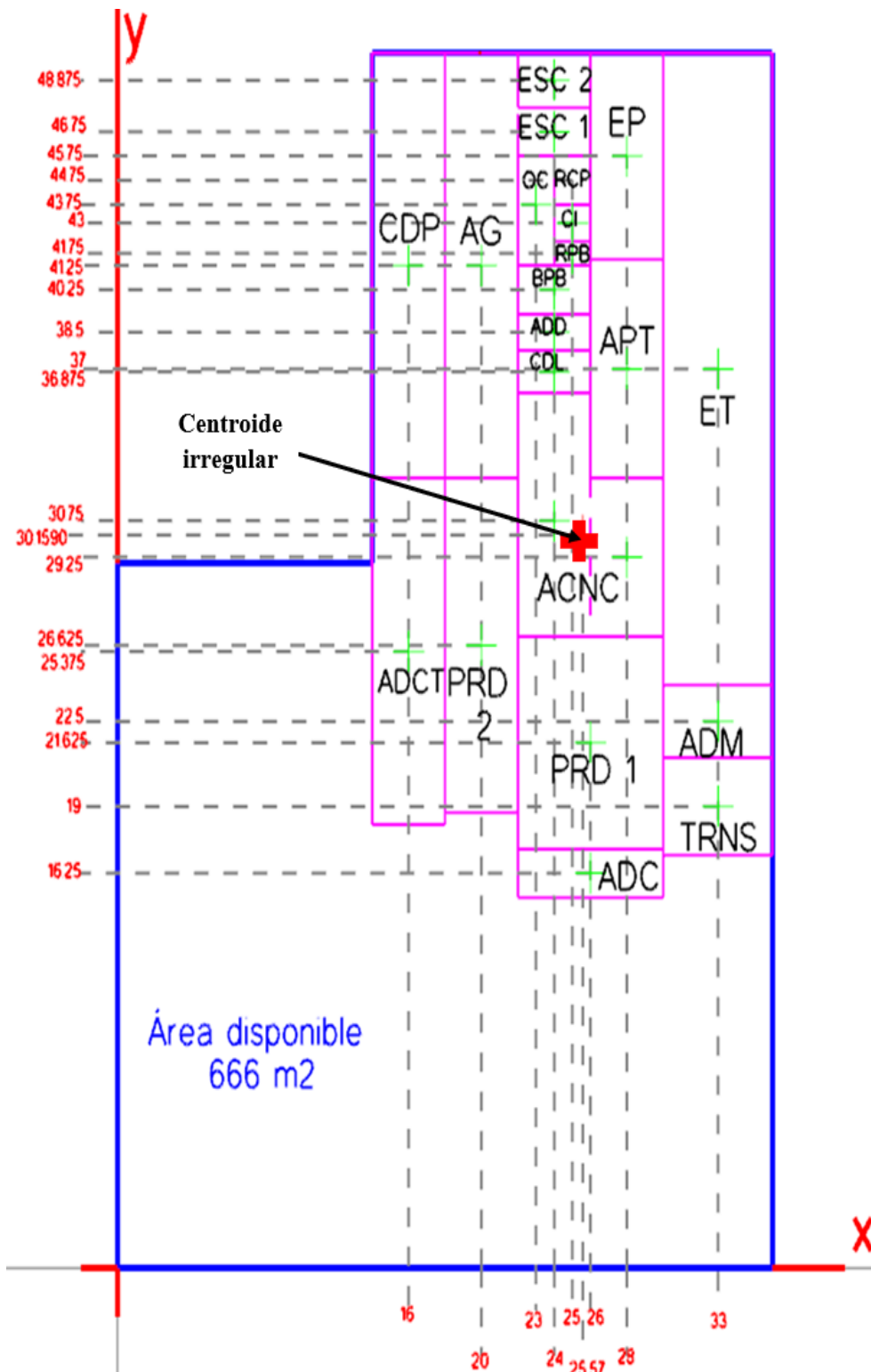


Figura 3. 30 Centroides de alternativa ganadora en **planta baja** (Elaboración propia).

II. Determinar centroides en figuras irregulares.

Para hallar los centroides de áreas compuestas por figuras irregulares, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Identificar las áreas irregulares. Sólo se identificó al área de maquinaria CNC.
- Colocar el área en un sistema de coordenadas. El área CNC se le colocó la nomenclatura ACNC (Figura 3. 30).
- Dividir el área en figuras regulares.
- Encontrar y graficar los centroides de cada figura regular indicada, con una cruz verde, en la Figura 3. 30. Los centroides se encuentran en la Tabla 3. 20.
- Calcular el centroide, del área irregular identificada, sustituyendo los centroides de las figuras regulares en las Ecuaciones 3.3 y 3.4. Los resultados se presentan en la Tabla 3. 20.
- Graficar el centroide, del área irregular identificada, en la Figura 3. 30. El centroide se identificó con una cruz roja.

$$x = \frac{\sum_i d_{ix} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$y = \frac{\sum_i d_{iy} Q_i}{\sum_i Q_i} \dots \dots \dots (3.5)$$

Tabla 3. 20 Cálculo de centroide de figura irregular (Elaboración propia).

Nomenclatura del Área	Figuras regulares	Centroide		Área (Qi)	Sustitución de datos en Ecuaciones 3.1 y 3.2	Centroide
		Coordenadas x	Coordenadas y			
ACNC	1	24	30.75	40	$x = \frac{24(40) + 28(26)}{66}$ $= 25.57$	(25.57, 30.1590)
	2	28	29.25	26	$y = \frac{30.75(40) + 29.25(26)}{66}$ $= 30.1590$	

- III. Concentrar los datos de todos los centroides (Tabla 3. 21).
- IV. Determinar las distancias de manejo de materiales entre áreas.

Tras identificar los centroides de cada área, se calcularon las distancias (en metros) para el movimiento de materiales entre las distintas áreas de la empresa en estudio. La Figura 3. 31 muestra la carta "DE-A" que se utilizó para los cálculos de las distancias entre centros de áreas de la propuesta de mejora.

Tabla 3. 21 Coordenadas de la alternativa ganadora (Elaboración propia).

No. de área	Planta	Áreas	Coordenadas
1	Alta	Ventas	(24,25,35)
2		Recibidor planta alta	(21,5,34.5)
3		Baños planta alta	(15,37)
4		Compras	(17,36.25)
5		Sala de juntas	(17,33.5)
6		Oficina gerencial	(17,38.75)
7		Baño de oficina gerencial	(15,39.5)
8		Comedor	(20,5,37.5)
9		Oficina de diseño e ingeniería	(25,38)
10	Baja	Estacionamiento	(33,37)
11		Entrada principal	(28,45.75)
12		Cuarto de intendencia	(25,43)
13		Oficina de contabilidad	(23,43.75)
14		Recibidor de planta baja	(25,41.75)
15		Recepción planta baja	(25,44.75)
16		Baños planta baja	(24,40.25)
17		Escaleras 1	(24,46.75)
18		Área de desechos	(24,38.5)
19		Transformadores	(33,19)
20		Producción 1	(26,21.625)
21		Área de cortadora	(16,25.375)
22		Almacén de producto terminado	(28,37)
23		Almacén general	(20,41.25)
24		Producción 2	(20,25.625)
25		Área de montacargas	(33,22.5)
26		Cuarto de pantógrafo	(16,41.25)
27		Escaleras 2	(24,48.875)
28		Área de casilleros	(26,16.25)
29		Área de maquinaria CNC	(25.57, 30.1590)
30		Cuarto de lavado	(24,36.875)

DE-A DISTANCIA ENTRE ÁREAS DE LA PROPUESTA DE MEJORA

X	24.25	21.5	15	17	17	17	15	20.5	25	33	28	25	23	25	24	24	24	24	20	20	20	33	16	24	26	25.57	24					
Y	35	34.5	37	36.25	33.5	38.75	39.5	37.5	38	37	45.75	43	43.75	41.75	44.75	40.25	46.75	38.5	19	21.63	25.38	37	41.25	25.625	22.5	41.25	48.875	16.25	30.159	36.875		
Planta																																
Y	Ay B	VNTS	RPA	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	ET	EP	CI	OC	RPB	RCP	BPB	ESC1	ADD	TRNS	PRD1	ADCT	APT	AG	PRD2	ADM	CDP	ESC2	ADC	ACNC	CDL		
24.25	35	VNTS	0	3.25	11.25	8.5	8.75	11	13.75	6.25	3.75	14.5	8.75	10	7.5	10.5	5.5	12	3.75	24.75	15.13	17.88	5.75	10.5	13.625	21.25	14.5	14.125	20.5	6.161	2.125	
21.5	34.5	RPA	3.25	0	9	6.25	5.5	8.75	11.5	4	7	14	17.75	12	10.75	10.75	8.25	14.75	6.5	27	17.38	12.63	9	8.25	10.375	23.5	12.25	16.875	22.75	8.411	4.875	
15	37	BPA	11.25	9	0	2.75	5.5	3.75	2.5	6	11	18	17.75	16	14.75	17.75	12.25	18.75	10.5	36	26.38	14.63	13	9.25	16.375	32.5	5.25	20.875	31.75	17.411	9.125	
17	36.25	CMPS	8.5	6.25	2.75	0	2.75	2.5	4.75	9.75	16.75	20.5	14.75	13.5	13.5	16.5	11	17.5	9.25	33.25	23.63	11.88	11.75	8	13.625	29.75	6	19.625	29	14.661	7.625	
17	33.5	SJ	8.75	5.5	5.5	2.75	0	5.25	8	7.5	12.5	19.5	23.25	17.5	16.25	16.25	19.25	13.75	20.25	12	30.5	20.88	9.125	14.5	10.875	27	8.75	22.375	26.25	11.911	10.375	
17	38.75	OG	11	8.75	3.75	2.5	5.25	0	2.75	4.75	8.75	17.75	18	12.25	11	11	14	8.5	15	7.25	35.75	26.13	14.38	12.75	5.5	16.125	32.25	3.5	17.125	31.5	17.161	8.875
15	39.5	BOG	13.75	11.5	2.5	5.25	8	2.75	0	7.5	11.5	20.5	19.25	13.5	12.25	12.25	15.25	9.75	16.25	10	38.5	28.88	15.13	15.5	6.75	18.875	35	2.75	18.375	34.25	19.911	11.625
20.5	37.5	CMD	6.25	4	6	4.75	7.5	4.75	7.5	0	5	13	15.75	10	8.75	11.75	6.25	12.75	4.5	31	21.38	16.63	8	4.25	12.375	27.5	8.25	14.875	26.75	12.411	4.125	
25	38	ODI	3.75	7	11	9.75	12.5	8.75	11.5	5	0	9	10.75	5	7.75	3.75	6.75	3.25	9.75	1.5	27	17.38	21.63	4	8.25	17.375	23.5	12.25	11.875	22.75	8.411	2.125
33	37	ET	10.75	14	18	16.75	19.5	17.75	20.5	13	9	0	13.75	14	16.75	12.75	15.75	12.25	18.75	10.5	18	22.38	28.63	5	17.25	24.375	14.5	21.25	20.875	27.75	14.271	9.125
28	45.75	EP	14.5	17.75	21.75	20.5	23.25	18	19.25	15.75	10.75	13.75	0	5.75	7	4	9.5	5	11.25	31.75	26.13	32.38	8.75	12.5	28.125	28.25	16.5	7.125	31.5	18.021	12.875	
25	43	Q	8.75	12	16	14.75	17.5	12.25	13.5	10	5	14	5.75	0	2.75	1.25	1.75	3.75	4.75	5.5	32	22.38	26.38	9	6.75	22.375	28.5	10.75	6.875	27.75	13.411	7.125
23	43.75	OC	10	10.75	14.75	13.5	16.25	11	12.25	8.75	7.75	16.75	7	2.75	0	4	3	4.5	4	6.25	34.75	25.13	29.38	11.75	5.5	21.125	31.25	9.5	6.125	30.5	16.161	7.875
25	41.75	OC	7.5	10.75	14.75	13.5	16.25	11	12.25	8.75	3.75	12.75	7	1.25	4	0	3	2.5	6	4.25	30.75	21.13	25.38	7.75	5.5	21.125	27.25	9.5	8.125	26.5	12.161	5.875
25	44.75	RPB	10.5	13.75	17.75	16.5	19.25	14	15.25	11.75	6.75	15.75	4	1.75	3	0	5.5	3	7.25	33.75	24.13	28.38	10.75	8.5	24.125	30.25	12.5	5.125	29.5	15.161	8.875	
24	40.25	BPB	5.5	8.25	12.25	11	13.75	8.5	9.75	6.25	3.25	12.25	9.5	3.75	4.5	2.5	5.5	0	6.5	1.75	30.25	20.63	22.88	7.25	5	18.625	26.75	9	8.625	26	11.661	3.375
24	46.75	ESC1	12	14.75	18.75	17.5	20.25	15	16.25	12.75	9.75	18.75	5	4.75	4	6	3	6.5	0	8.25	36.75	27.13	29.38	13.75	9.5	25.125	33.25	13.5	2.125	32.5	18.161	9.875
24	38.5	ADD	3.75	6.5	10.5	9.25	12	7.25	10	4.5	1.5	10.5	11.25	5.5	6.25	4.25	7.25	1.75	8.25	0	28.5	18.88	21.13	5.5	6.75	16.875	25	10.75	10.375	24.25	9.911	1.625
33	19	TRNS	24.75	27	36	33.25	30.5	35.75	38.5	31	27	18	31.75	32	34.75	30.75	33.75	30.25	36.75	28.5	0	9.625	23.38	23	35.25	19.625	3.5	39.25	38.875	9.75	18.589	26.875
26	21.625	PRD1	15.125	17.375	26.38	23.625	20.88	26.13	28.88	21.38	17.375	22.375	26.13	22.38	21.13	21.13	24.13	20.63	22.75	18.88	9.625	0	13.75	17.375	25.625	10	7.875	29.63	29.25	5.375	8.964	17.25
16	25.375	ADCT	17.875	14.625	12.63	11.875	9.125	14.38	15.13	16.63	21.625	28.625	32.38	26.63	25.38	25.38	28.38	22.88	29.375	21.13	23.38	13.75	0	23.625	19.875	4.25	19.88	15.88	31.5	19.34	19.5	
28	37	APT	5.75	9	13	11.75	14.5	17.75	15.5	8	4	5	8.75	9	11.75	7.75	10.75	7.25	13.75	5.5	23	17.38	23.63	0	12.25	19.375	19.5	16.25	15.875	22.75	9.271	4.125
20	41.25	AG	10.5	8.25	9.25	8	10.75	5.5	6.75	4.25	8.25	17.25	12.5	6.75	5.5	8.5	5	9.5	6.75	35.25	25.63	19.88	12.25	0	15.625	31.75	4	11.625	31	16.661	8.375	
20	25.625	PRD2	13.625	10.375	16.38	13.625	10.88	16.13	18.88	12.38	17.375	24.375	28.13	22.38	21.13	21.13	24.13	18.63	25.125	16.88	19.63	10	4.25	19.375	15.625	0	16.13	19.63	27.25	15.38	10.104	15.25
33	22.5	ADM	21.25	23.5	32.5	29.75	27	32.25	35	27.5	23.5	14.5	28.25	28.5	31.25	27.25	30.25	26.75	33.25	25	3.5	7.875	19.88	19.5	31.75	16.125	0	35.75	35.975	13.25	15.089	23.375
16	41.25	CDP	14.5	12.25	5.25	6	8.75	3.5	2.75	8.25	12.25	21.25	16.5	10.75	9.5	9.5	12.5	9	13.5	10.75	39.25	29.63	15.88	16.25	4	19.625	35.75	0	15.625	35	20.661	12.375
24	48.875	ESC2	14.125	16.875	20.88	19.625	22.38	17.13	18.38	14.88	11.875	20.875	7.125	6.875	6.125	8.125	5.125	8.625	2.125	10.38	38.88	29.25	31.5	15.875	11.625	27.25	35.38	15.63	0	34.63	20.286	12
26	16.25	ADC	20.5	22.75	31.75	29	26.25	31.5	34.25	26.75	22.75	27.75	31.5	27.75	30.5	26.5	29.5	26	33.5	24.25	9.75	5.375	19.13	22.75	31	15.375	13.25	35	34.625	0	14.339	22.625
25.57	30.159	ACNC	6.161	8.411	17.41	14.661	11.91	17.16	19.91	12.41	8.411	14.271	18.02	13.41	16.16	12.16	15.16	11.66	18.161	9.911	18.59	8.964	14.35	9.271	16.661	10.104	15.09	20.66	20.286	14.34	0	8.286
24	36.875	CDL	2.125	4.875	9.125	7.625	10.38	8.875	11.63	4.125	2.125	9.125	12.88	7.125	7.875	5.875	8.875	3.375	9.875	1.625	26.88	17.25	19.5	4.125	8.375	15.25	23.38	12.38	12	22.63	8.286	0

Figura 3. 31 Carta De-A de distancia entre áreas de la propuesta de mejora (Elaboración propia).

2. Medir los flujos entre centros de las áreas de la propuesta de mejora. Para este paso se consideró la medición de flujos, entre centros de las áreas, mostrado previamente en la carta DE-A de la Figura 3. 10 (Sección 3.6.4).
3. Definir la distancia recorrida de la propuesta de mejora. Para obtener los valores de distancia recorrida, en el traslado de materiales, se elaboró otra carta DE-A en la cual se colocaron los datos de la multiplicación de la distancia entre los centros de áreas de la redistribución (Figura 3. 31) por los flujos entre áreas (Figura 3. 10). La carta DE-A resultante se muestra en la Figura 3. 32.

DE-A DISTANCIA TOTAL RECORRIDA DE LA PROPUESTA DE MEJORA																															
Planta	VNTS	RPA	BPA	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	ET	EP	CI	OC	RPB	RCP	BPB	ESC.1	ADD	TRNS	PRD.1	ADCT	APT	AG	PRD.2	ADM	CDP	ESC.2	ADC	ACNC	CDL	
AYB	0	0	0	3544.5	105	4554	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VNTS	1554	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMPS	34	0	1584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OG	231	0	0	575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BOG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ODI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13655	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2415	0	0	0	67988	0	0	0	
RPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ESC.1	33264	7227.5	0	11340	40.5	45	0	13655	0	0	2196	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11742	0	0	0	0	53763	0	0	0	0
ADD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRNS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRD.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ADCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	16150	3929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	51.75	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	219	0	0	0	15625	445	312	0	121425	0	
PRD.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	0	0	0	0	726	0	0	0	0	0	
ADM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	0	0	0	1636	
CDP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	889	635	0	0	0	863.5	0	0	0	0	0	0	
ESC.2	0	0	0	0	0	0	0	31208	0	0	6.13	8.125	0	0	1390	10.4	0	0	0	0	0	23180	327	0	0	0	0	0	0	0	0
ADC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ACNC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3003.8	0	0	0	0	0	0	0	0	27510
CDL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13757	0	0	0	0	0	0	0	0	462986.442
																														462986.442	

Figura 3. 32 Carta DE-A de distancia recorrida de la propuesta de mejora (Elaboración propia).

Al realizar un análisis de la Figura 3. 32, realizada para medir el indicador distancia recorrida en el traslado de materiales de la propuesta de mejora; se definió lo siguiente: la distancia total recorrida de la propuesta de mejora es de 462,986.442 metros en 6 meses, lo que en promedio equivale a 463 Kilómetros en un semestre.

3.10 Medir indicador “espacio disponible para expansión futura” de la propuesta de mejora

Para medir el indicador de desempeño de espacio disponible para expansión futura de la propuesta de mejora fue necesario realizar las siguientes actividades:

1. Se identificó de la propuesta ganadora (Figura 3. 24), el espacio disponible para expansión futura, tanto en planta baja como en planta alta, y se coloreo de amarillo, como se muestra en la Figura 3. 33.
2. Se cálculo el área en m² de cada área disponible.
3. Se sumaron los espacios disponibles y determinó que hay 773m² de espacio disponible para expansión futura.

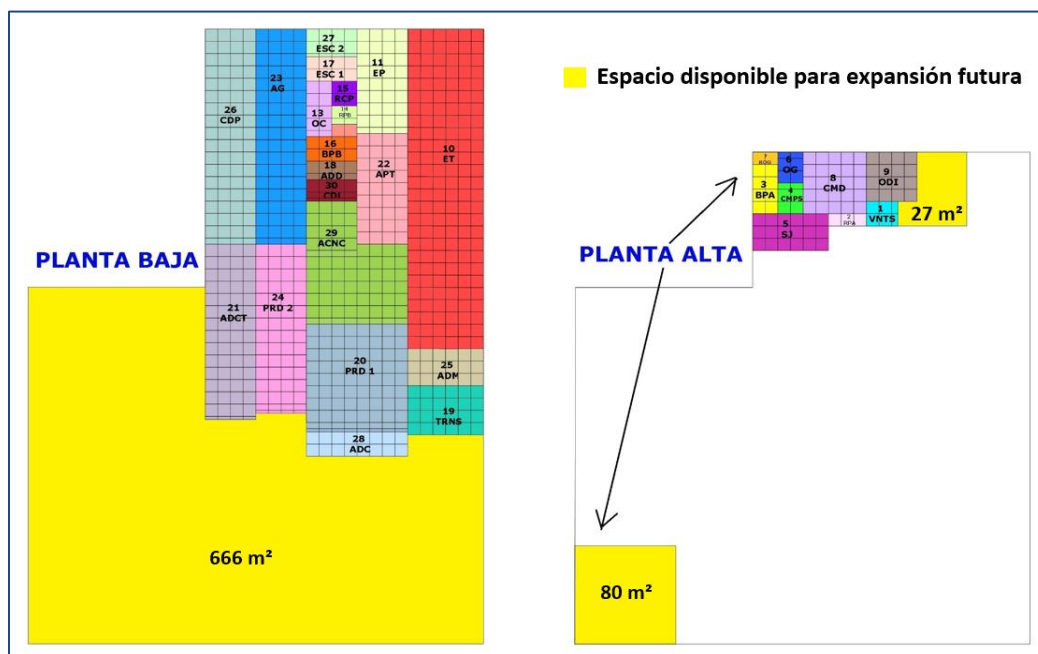


Figura 3. 33 Planos de espacio disponible para expansión futura de la propuesta de mejora (Elaboración propia).

3.11 Validar el grado de mejora

Una vez medidos los indicadores: **distancia recorrida en el traslado de materiales** (Sección 3.9) y **espacio disponible para expansión futura** (Sección 3.10); se procedió a validar el grado de mejora y para ello fue necesario realizar los siguientes pasos:

1. Se recopilaron los resultados de los indicadores de desempeño en dos diagramas representativos (Figura 3. 34 y Figura 3. 35) para cada uno de los indicadores de desempeño.

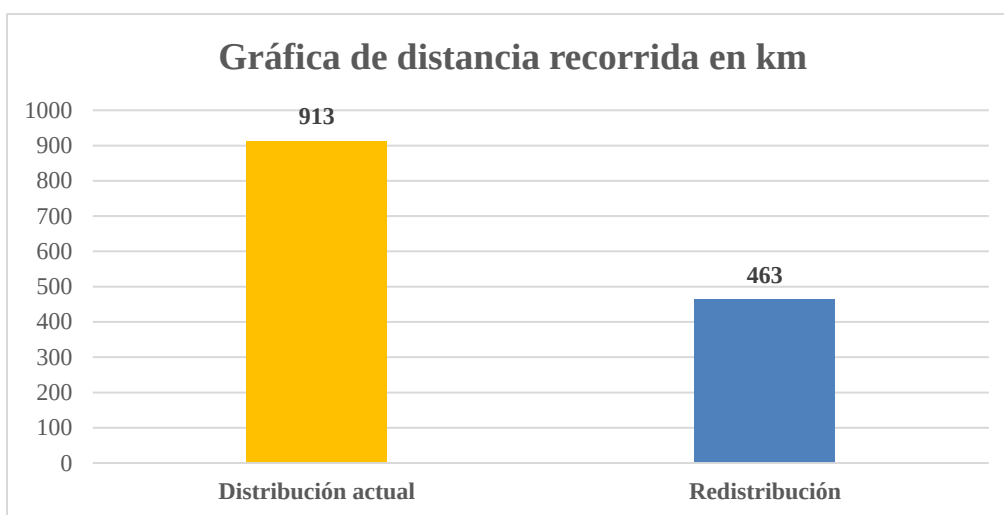


Figura 3. 34 Gráfica de distancia recorrida (Elaboración propia).

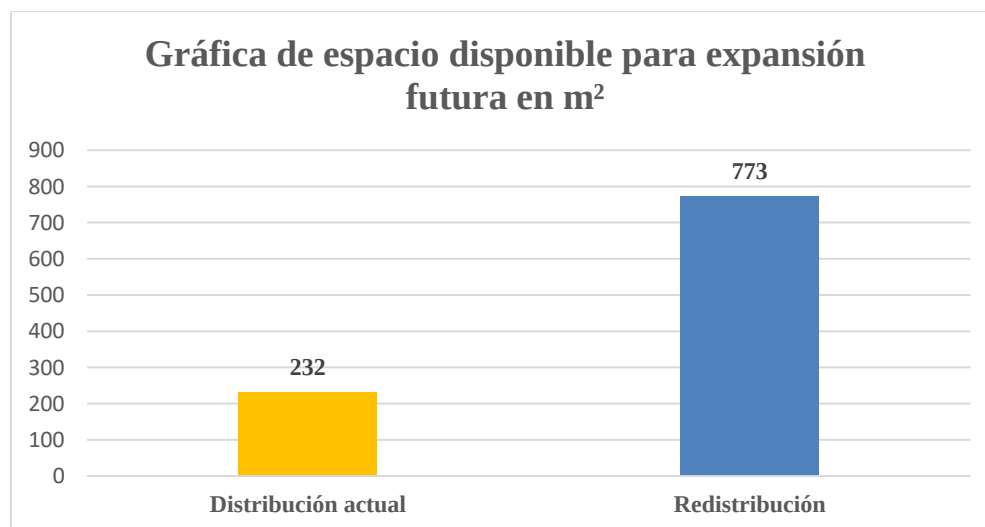


Figura 3. 35 Gráfica de espacio disponible para expansión futura (Elaboración propia).

2. Se realizó un análisis de las Figura 3. 34 y Figura 3. 35 y se definieron los siguientes puntos:
 - La distancia total recorrida se minimizó de 913 km a 463 km en un periodo de 6 meses.
 - La redistribución de planta propuesta minimiza 450 km en un semestre.
 - El espacio disponible para expansión futura se máximo de 232m² a 773m².
 - La redistribución de planta propuesta maximiza un espacio de 541m².

3.12 Propuesta de distribución de planta, en terreno nuevo, usando SLP

Esta sección tiene como objetivo realizar una distribución de planta a través de la aplicación de la metodología SLP, en un terreno nuevo, mediante la realización de los siguientes pasos:

1. Realizar fases iniciales del Proceso SLP: de preparación a requerimientos de espacio.
2. Determinar disponibilidad de espacio
3. Realizar diagrama de relación de actividades
4. Determinar factores influyentes.
5. Determinar limitaciones prácticas.
6. Generar alternativas de distribución.
7. Seleccionar alternativa de distribución.
8. Ajustes a la distribución seleccionada.
9. Realizar detallado.
10. Medir distancia recorrida

3.12.1 Realizar fases iniciales del Proceso SLP: de preparación a requerimientos de espacio

La información de los pasos del 0 al 4, de la metodología SLP: Paso 0: Preparación; Paso 1: Flujo de materiales; Paso 2: Relación entre actividades; Paso 3: Diagrama de relación de actividades; y Paso 4: Requerimientos de espacio; se desarrollaron y explicaron de manera detallada en Sección 3.8.1 a Sección 3.8.5, para una propuesta de redistribución de la planta.

Los resultados obtenidos en el análisis de estos pasos serán utilizados en su totalidad para desarrollar la nueva propuesta de distribución de planta. Esto se debe a que los procesos productivos, asociados a los proyectos que aplicarán la nueva distribución, corresponden a los seleccionados previamente en la Sección 3.6.2.

3.12.2 Determinar disponibilidad de espacio

La administración de la empresa ha definido la disponibilidad de espacio para la futura distribución de la planta en un terreno nuevo, el cual se muestra en la Figura 3. 36. Éste tiene unas dimensiones de 28 metros de ancho por 67 metros de profundidad, lo que da un área de 1,876 m². Esta área disponible es suficiente para realizar la distribución de la planta sin inconvenientes, dado que el área requerida es de 815 m², tal como se mencionó en la Sección 3.8.5. Es importante destacar que el dueño de la planta sólo ha contemplado la construcción de una planta baja y no tiene planes inmediatos para añadir un segundo nivel.

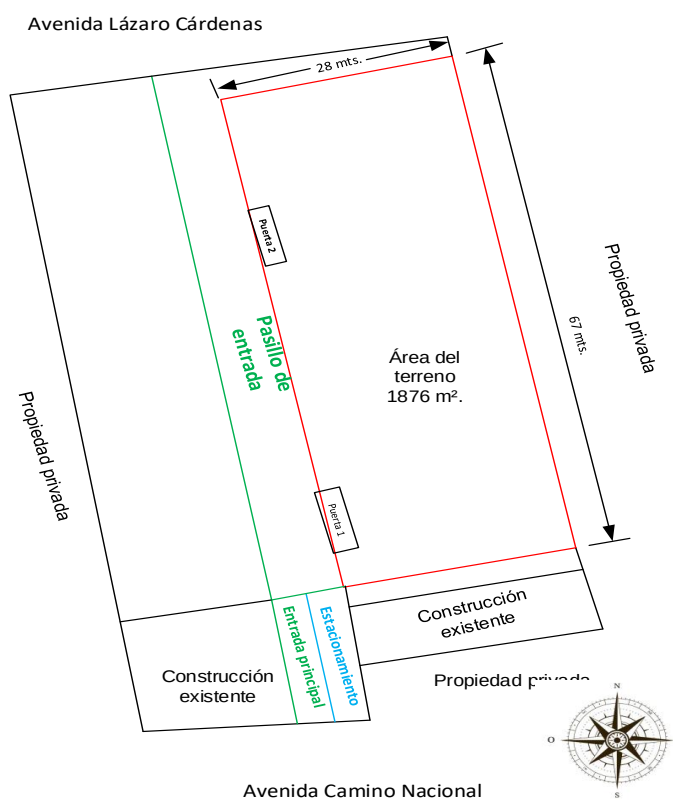


Figura 3. 36 Plano de disponibilidad de espacio en un terreno nuevo (Elaboración propia).

3.12.3 Realizar diagrama de relación de actividades

El diagrama de relación de espacios para la nueva propuesta se desarrolló siguiendo los pasos detallados en la Sección 3.8.7. Los resultados obtenidos reflejan con precisión las áreas de la empresa, los espacios requeridos y las líneas de cercanía correspondientes, los cuales se presentan en la Figura 3. 37, proporcionando una visión clara de la relación entre actividades y los espacios necesarios.

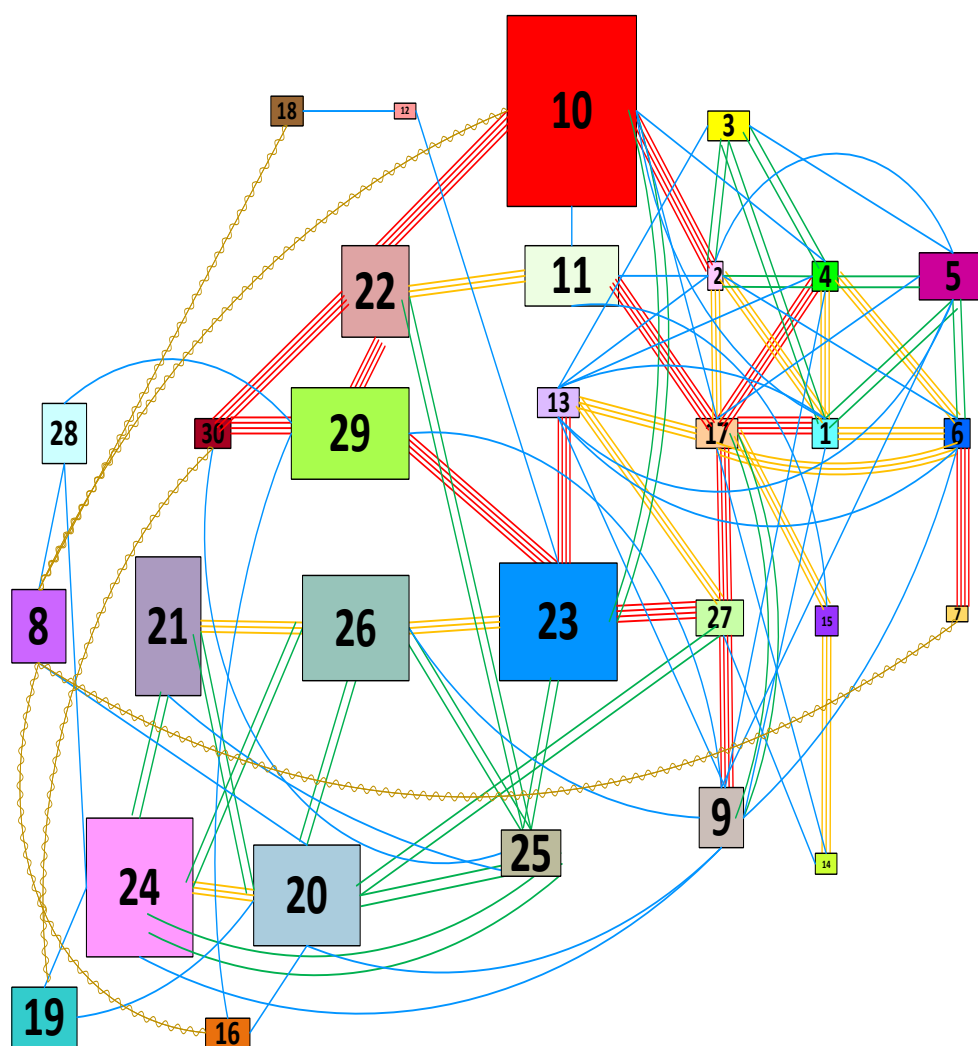


Figura 3. 37 Diagrama de relación de espacio para distribución de planta, en un terreno nuevo (Elaboración propia).

3.12.4 Determinar factores influyentes

En esta sección; se identificaron los siguientes factores, que influyen en la distribución de la empresa en estudio:

1. Características del edificio. Este factor se consideró debido a las características fijas del terreno donde se ubicará la nueva distribución de planta:
 - a. Cuenta con dos puertas laterales.
 - b. Cuenta con un espacio fijo, destinado para la entrada principal y el estacionamiento (Figura 3. 36); por esta razón en la generación de alternativas no se contemplarán estos espacios.
 - c. No se han considerado ventanas.
2. Procedimientos del área CNC y del pantógrafo. Este factor consideró el procedimiento para operar en el área del pantógrafo, que requiere una zona aislada debido a las siguientes razones:
 - a. La maquinaria del CNC y del pantógrafo no pueden estar expuesta a partículas volátiles producidas por el polvo, ya que podría provocar que se dañen.
 - b. Gases inflamables generados por las sustancias manejadas en el área.
3. Procedimiento de carga y descarga de materiales. Este factor consideró el procedimiento de carga y descarga de materiales, equipos y productos terminados. Este procedimiento incluye la entrada de vehículos de la empresa por el pasillo de entrada (Figura 3. 36), en otras palabras, puede recorrer los 67 metros del terreno; cuando los elementos de carga o descarga sean de grandes dimensiones y/o de grandes volúmenes, para facilitar su traslado.

3.12.5 Determinar limitaciones prácticas

En el desarrollo de esta sección se establecieron las siguientes limitaciones prácticas a considerar en la planificación de la distribución de planta, basadas en una conversación con el gerente:

1. No sobrepasar el espacio disponible. Esta limitación es crucial, ya que se dispone de un espacio de 1876m² para la distribución de planta. En ninguna circunstancia se puede requerir un espacio mayor.
2. Considerar las características de la nave en el terreno existente. Para esta limitación se tomaron en cuenta las siguientes características de la nave:
 - El terreno existente cuenta con una sola planta.
 - La ventilación sólo se encuentra en dos puertas laterales.
 - El espacio disponible de aislamiento para la maquinaria CNC y los pantógrafos sólo se encuentra disponible al final de la nave del terreno. Estas características deben considerarse en la distribución de planta, que requieren un adecuado aislamiento para evitar que estén expuestas al polvo.
3. Disponibilidad de inversión monetaria: Se consideró que hay limitaciones de disponibilidad de inversión de la empresa, por esta razón, cualquier cambio en la nave del terreno, deberá realizarse con la menor inversión de capital posible.
4. Áreas separadas de la distribución de planta. Esta limitación contempla la separación de áreas dentro de la nave del terreno debido a las condiciones de operación existentes. Las áreas que deben estar separadas son el área de transformadores del cuarto de lavado y el comedor de los baños y del área de desechos; por cuestiones de seguridad e higiene.
5. Áreas unidas de la distribución de planta: Se consideró la necesidad de unir distintas áreas dentro de la nave en el terreno, debido a que el terreno existente cuenta con una sola planta. Las áreas que deben mantenerse unidas son el recibidor de planta alta y planta baja, baños planta alta y baños planta baja.

3.12.6 Generar alternativas de distribución

En esta sección se generaron alternativas para una distribución de la planta en un terreno nuevo, para la empresa en estudio. Para su elaboración se consideraron los siguientes aspectos:

1. La proximidad requerida entre las áreas de la empresa.

2. La entrada principal y el estacionamiento tienen un espacio asignado, por tal motivo no se contemplarán en la distribución de planta del terreno nuevo.
3. No se consideraron las áreas 17 y 27; escaleras 1 y 2; debido a que la nueva distribución debe hacerse en una sola planta.
4. El área de recibidor de planta alta y planta baja deben estar unidos al igual que el área de baños de planta alta y planta baja.
5. Se cuenta con espacio suficiente por esta razón se asignó espacio adicional a ciertas áreas para crear zonas más uniformes y optimizar la distribución. Estos espacios se marcaron con líneas rojas punteadas.

Como resultado, se desarrollaron las siguientes alternativas para la distribución de la planta:

- Alternativa 1. Esta alternativa (Figura 3. 38) se basó en colocar todas las áreas lo más parecido posible a la propuesta de mejora ganadora de la redistribución de la empresa (selecciona en la Sección 3.8.11 y mostrada en la Figura 3. 24), considerando que el terreno existente cuenta con una sola planta y dejando las áreas más importantes con mayor cercanía, evitando que las áreas indeseables se junten.
Es importante mencionar que las áreas 2, 3 y 4, se les dio más área de trabajo para que la propuesta mantuviera áreas regulares.
- Alternativa 2. Esta alternativa (Figura 3. 39), contempló un flujo de tipo U el cual permite el libre tránsito entre las dos puertas laterales para el procedimiento de carga y descarga de materiales.
- Alternativa 3. Esta alternativa (Figura 3. 40), es similar a la alternativa 1; sin embargo, en esta se les dio mucha importancia a las limitaciones prácticas, de esta forma se colocaron las áreas de CNC y del pantógrafo al fondo del terreno, considerando que ambas no pueden estar expuesta a partículas volátiles producidas por el polvo, ya que podría provocar que se dañen. Asimismo, se dejaron las demás áreas de la empresa al fondo del terreno, lo cual proporcionó la parte del frente disponible para futuras expansiones.
- Alternativa 4. En esta alternativa (Figura 3. 41) se buscó colocar en la parte del frente del terreno, todas las áreas de la empresa, ya que esto proporcionó acceso cercano a

la entrada principal y colocó las áreas administrativas al principio del terreno, dejando así la parte del fondo disponible para futuras expansiones.

- Alternativa 5. En esta alternativa (Figura 3. 42), se propuso la unificación de áreas similares, como el área 22 y el área 23, que corresponden al almacén de producto terminado y al almacén general, siguiendo el enfoque planteado en la Alternativa 4 de la Sección 3.8.10. Esto se realizó con el objetivo de optimizar uno de los puntos clave mencionados en la Tabla 3.1: mejorar la organización de los materiales en el almacén para lograr un control más eficiente. Además, se planteó la integración de las áreas 3 y 16, correspondientes a los baños de la planta alta y baja, con el fin de optimizar los espacios.

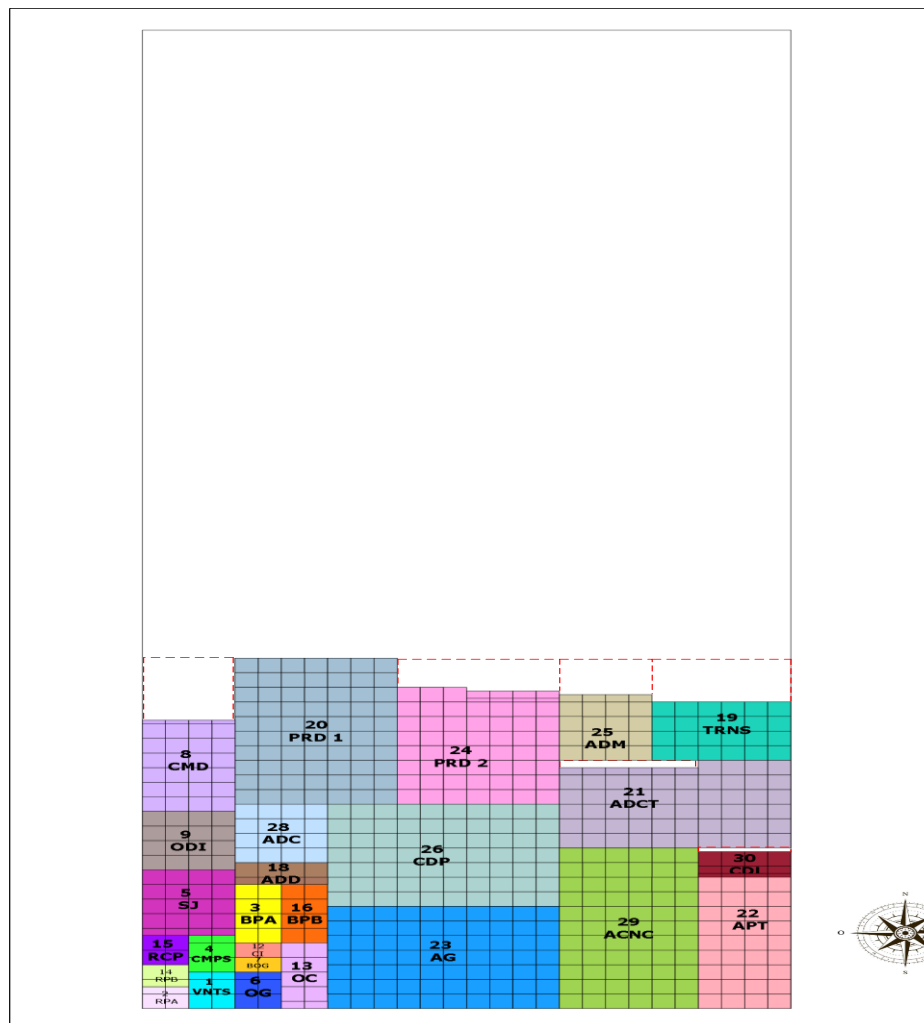


Figura 3. 38 Alternativa de distribución en nuevo terreno 1 (Elaboración propia).

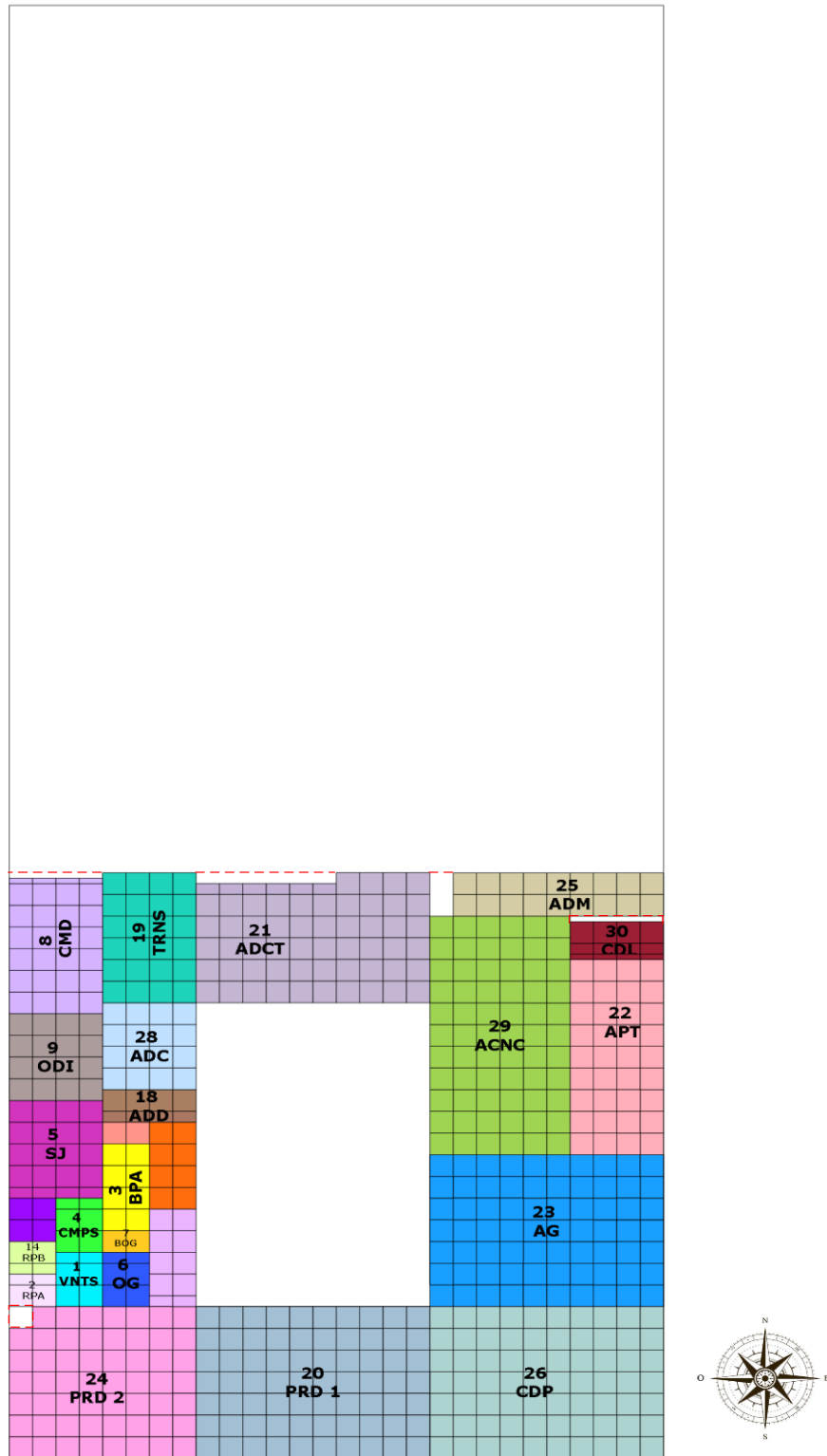


Figura 3. 39 Alternativa de distribución en nuevo terreno 2
(Elaboración propia).

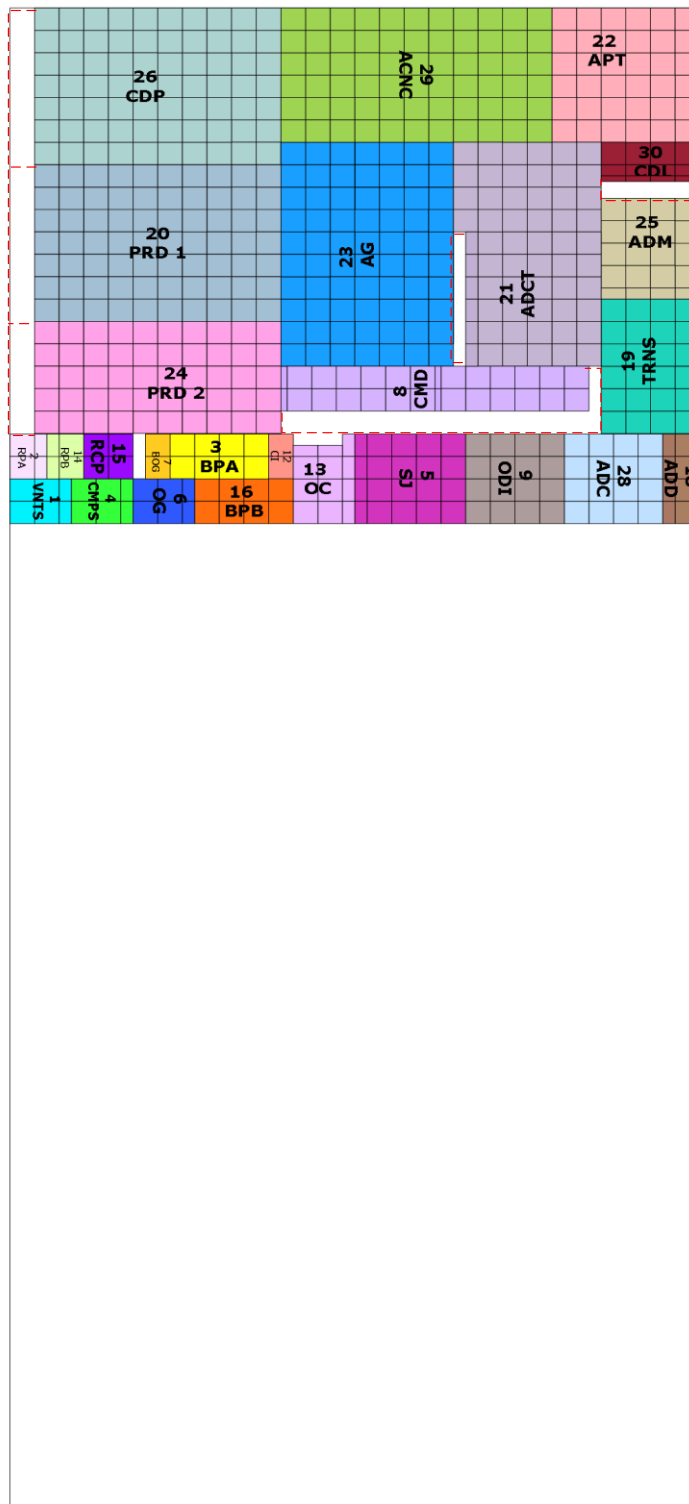


Figura 3. 40 Alternativa de distribución en nuevo terreno 3
(Elaboración propia).

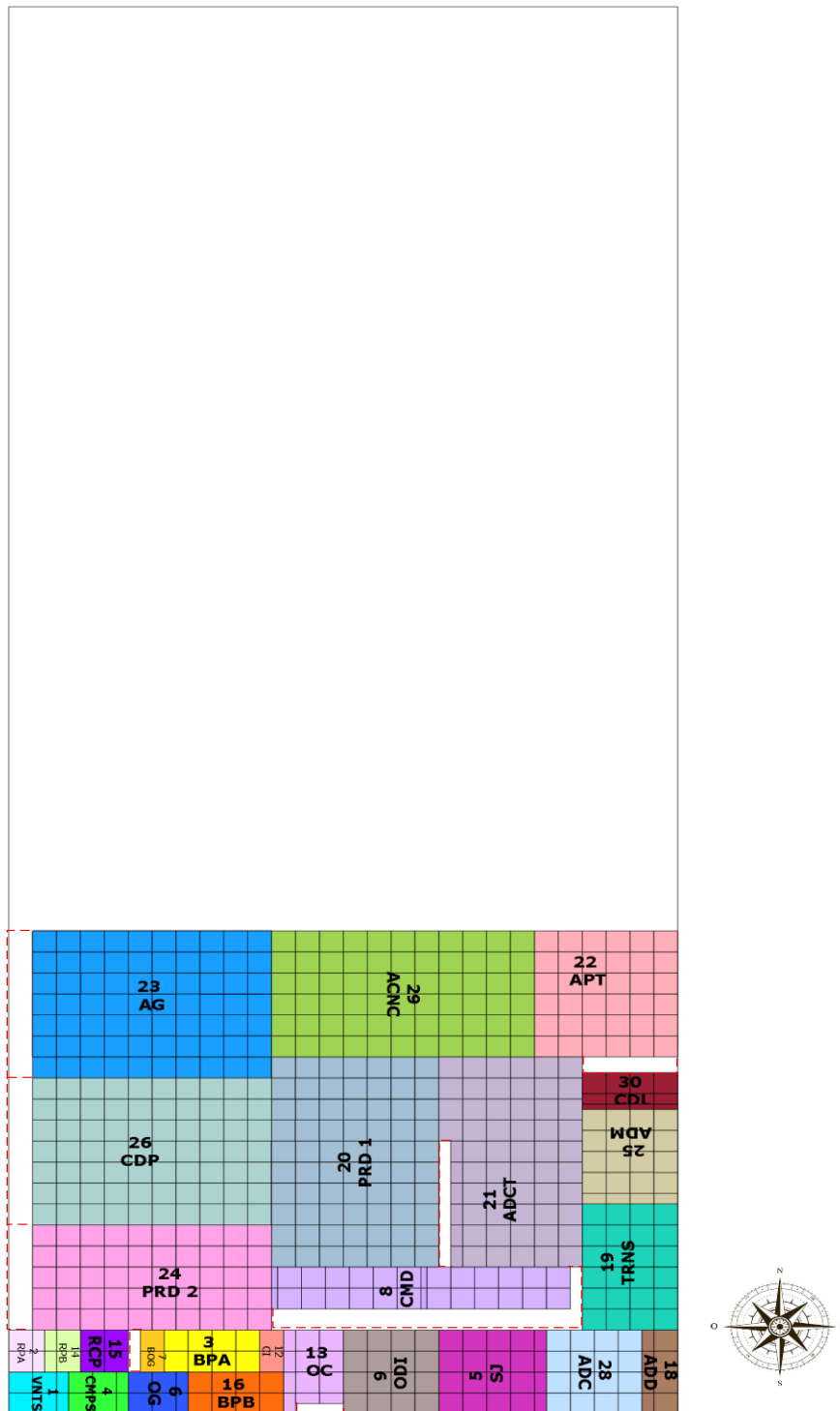


Figura 3. 41 Alternativa de distribución en nuevo terreno 4
(Elaboración propia).

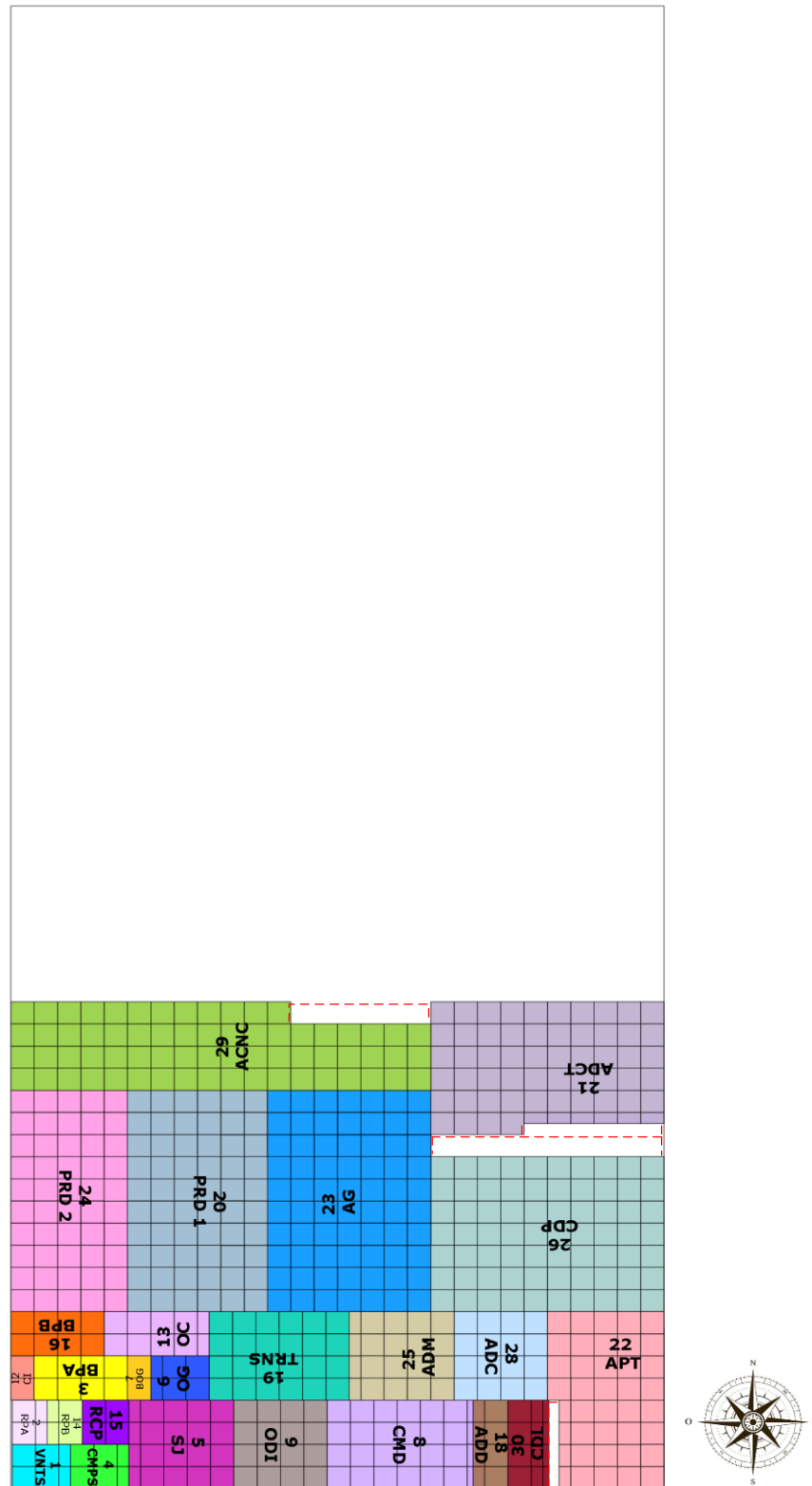


Figura 3. 42 Alternativa de distribución en nuevo terreno 5
(Elaboración propia).

3.12.7 Seleccionar alternativa de distribución

Este proceso implicó la selección de la mejor alternativa, de las presentadas en la Sección 3.12.6, utilizando un método de evaluación de factores por puntos, similar al de la Sección 3.8.11. Para esto se realizó lo siguiente:

1. Se crearon cinco criterios de evaluación, a los cuales se les asignó un peso entre 0 y 100 (Tabla 3.22).
2. Se definió una escala de calificación con vocales y sus significados para indicar qué tan bien cada alternativa cumplía con los criterios y se les asignó un valor numérico (Tabla 3.23).
3. Se registraron las operaciones en el formato de evaluación por puntos (Tabla 3.24).
4. Se seleccionó a la alternativa 1 (Figura 3. 38), ya que tuvo el mayor puntaje.

Tabla 3. 22 Criterios para evaluar las alternativas en un terreno nuevo (Elaboración propia).

No.	Criterios	Peso
1	Facilita el flujo de los materiales	100
2	Menor costo de instalación	95
3	Facilidad de una futura expansión	90
4	Mejora la utilización de la superficie	85
5	Alto grado de satisfacción de la gerencia	80

Tabla 3. 23 Calificación para criterios en un terreno nuevo (Elaboración propia).

Calificación	Significado	Valor
A	Cumple excelentemente	5
E	Cumple muy bien	4
I	Cumple bien	3
O	Cumple poco	2
U	Cumple sin importancia	1

Tabla 3. 24 Selección de la mejor alternativa de distribución en terreno nuevo (Elaboración propia).

Método de evaluación de factores por puntos, selección de alternativa de distribución en terreno nuevo												
Empresa:	Metalmecánica	Proyecto:	Selección de la alternativa de distribución						Fecha:	13/09/2024		
Peso (ponderación) establecido por:	Ma. Cristina Zavala Giles		Acotaciones hechas por:		Ma. Cristina Zavala Giles			Totales hechos por:		Ma. Cristina Zavala Giles		
Criterios	Peso	Acotación Bruta o ponderada										
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5		
Facilita el flujo de los materiales	100	A	500	E	400	I	300	O	200	O	200	
Menor costo de instalación	95	E	380	I	285	U	95	I	285	A	475	
Facilidad de una futura expansión	90	A	450	E	360	A	450	A	450	A	450	
Mejora la utilización de la superficie	85	E	340	O	170	U	85	I	255	A	425	
Alto grado de satisfacción de la gerencia	80	A	400	U	80	U	80	I	240	A	400	
Totales		2070		1295		1010		1430		1950		
Alternativa de distribución seleccionada Alternativa 1												

3.12.8 Ajustes a la distribución seleccionada

La Figura 3. 43 muestra los ajustes considerados a la distribución seleccionada (Figura 3. 38) debido a que permitían tener espacios cuadrados y espacios más grandes:

1. Se le agregó espacio extra al comedor, trasformadores, área de cortadora, área de montacargas, producción 2, y al cuarto de lavado.
2. Se unieron y renombraron las siguientes áreas: el recibidor de la planta alta y baja ahora se denomina “Recibidor”, identificado con las letras RCB. De igual manera, los baños de ambas plantas se agruparon bajo el nombre “Baños”, identificados con las letras BÑ.

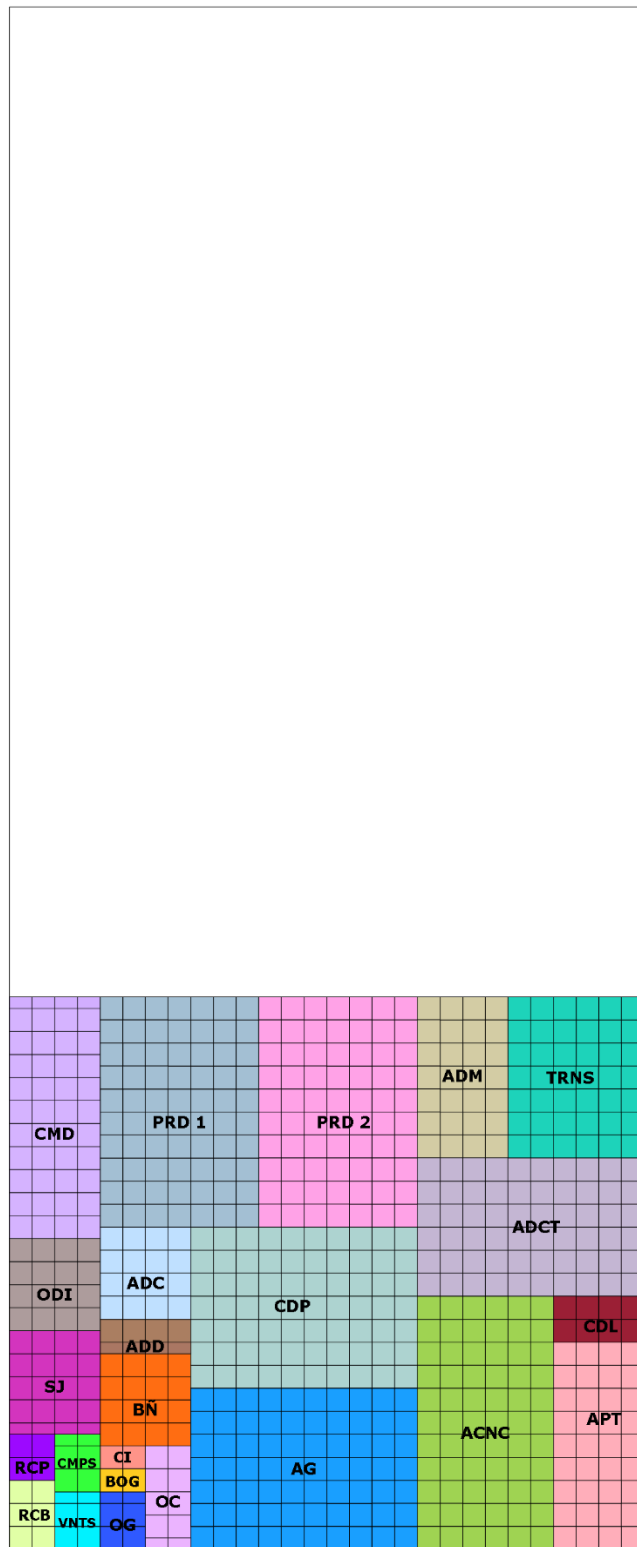


Figura 3. 43 Distribución seleccionada con ajustes
(Elaboración propia).

3.12.9 Visualización detallada de alternativa seleccionada

En este paso se realizó un modelo 3D de la alternativa seleccionada, con ajustes, para la distribución de planta, en un terreno nuevo (Figura 3. 44), utilizando el software *Sweet Home 3D*, que facilitó el proceso de diseño haciéndolo ágil y visualmente atractivo. Otras perspectivas del modelo se incluyen en el Anexo 3.

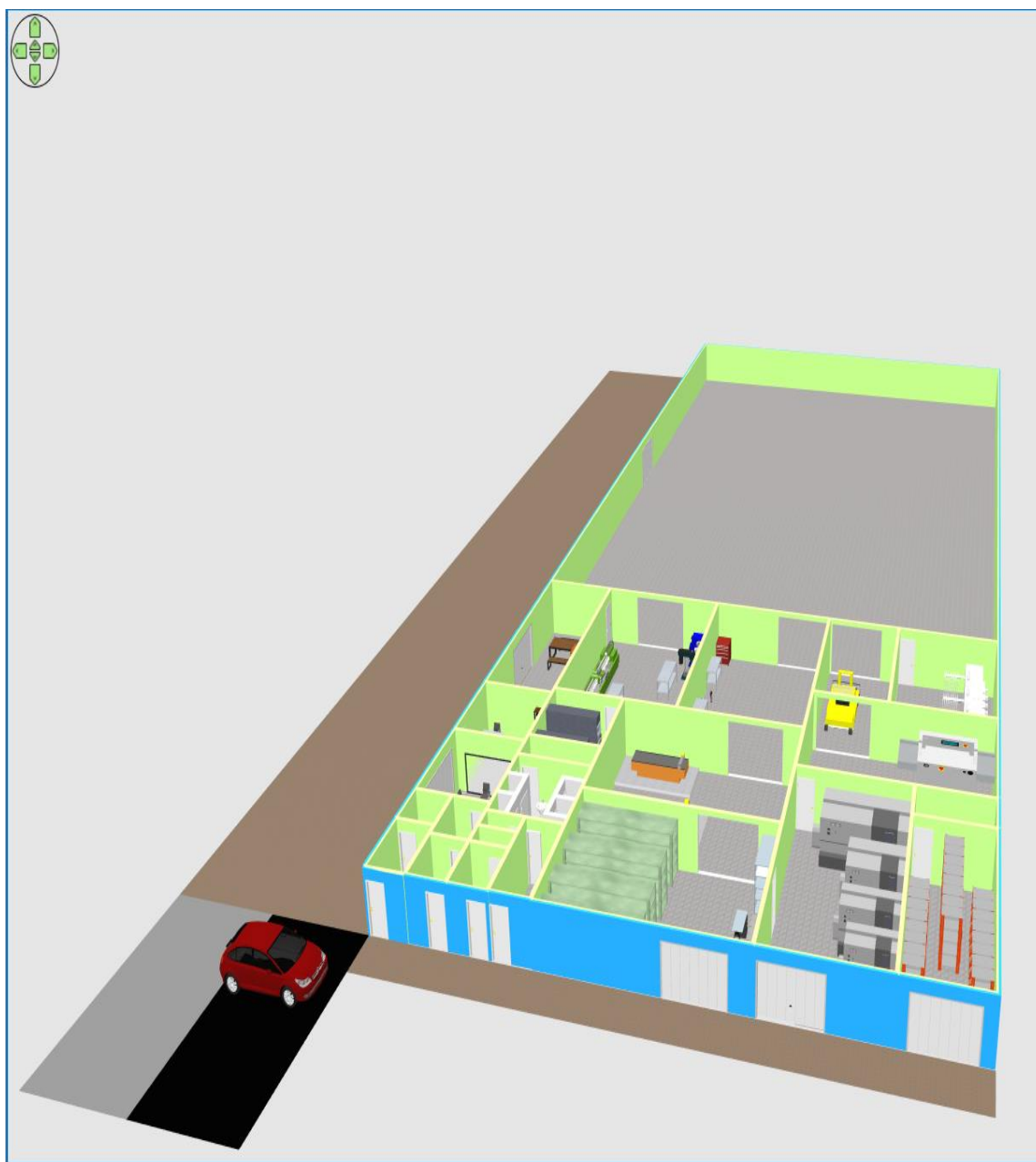


Figura 3. 44 Vista frontal del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

3.12.10 Medir distancia recorrida

Una vez seleccionada la mejor alternativa (Figura 3. 38), ajustada en espacios (Figura 3. 43), y realizado el detallado de ésta última (Figura 3. 44) se procedió a medir las distancias recorridas entre los centros de las áreas mediante las siguientes actividades:

1. Identificar los centroides mediante las siguientes acciones:
 - a. Se consideraron los espacios de las áreas de estacionamiento y entrada principal.
 - b. Se representaron con abreviaciones de dos o más letras los nombres de las áreas ajustadas.
 - c. Las áreas se ubicaron dentro de un sistema de coordenadas, marcando los centroides con una cruz verde (Figura 3. 45).

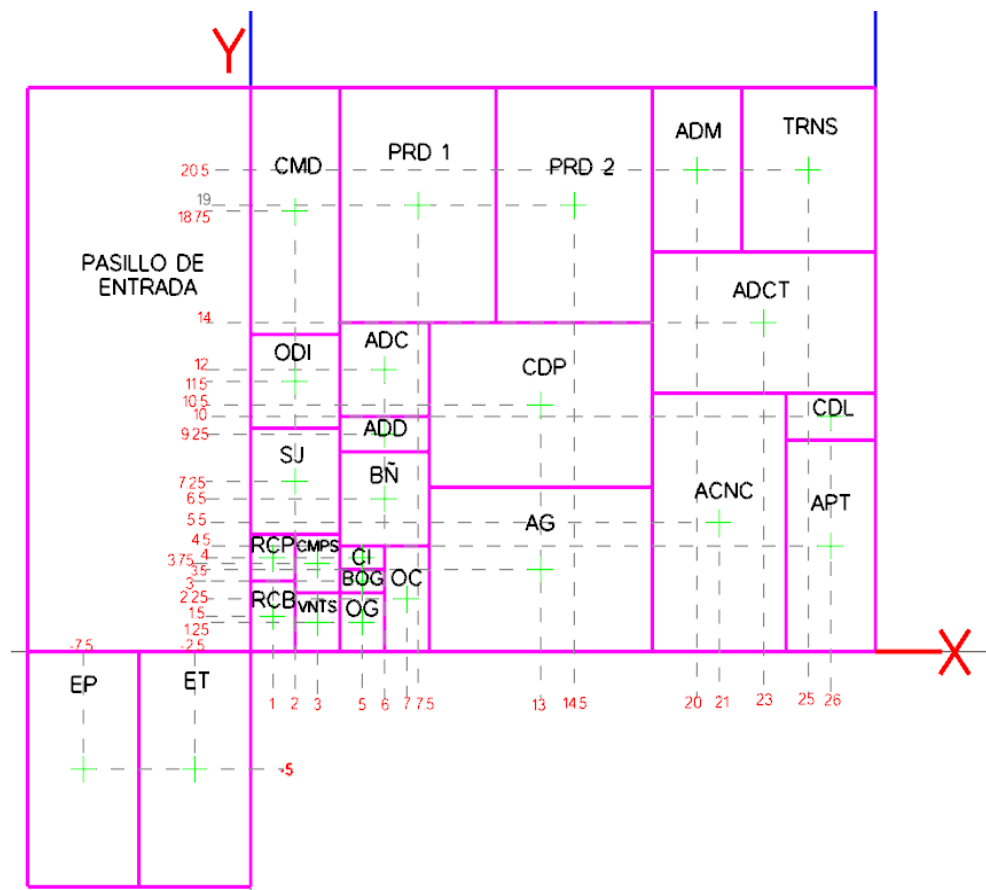


Figura 3. 45 Centroides de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

2. Concentrar los datos de todos los centroides (Tabla 3. 25).

Tabla 3. 25 Coordenadas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

Áreas	Abreviatura	Centroides
Ventas	VNTS	(3,1.25)
Recibidor	RCB	(1,1.5)
Baños	BÑ	(6,6.5)
Compras	CMPS	(3,3.75,)
Sala de juntas	SJ	(2,7.25)
Oficina gerencial	OG	(5,1.25)
Baño de oficina gerencial	BOG	(5,3)
Comedor	CMD	(2,18.75)
Oficina de diseño e ingeniería	ODI	(2,11.5)
Cuarto de intendencia	CI	(5,4)
Oficina de contabilidad	OC	(7,2.25)
Recepción	RCP	(1,4)
Área de desechos	ADD	(6,9.25)
Transformadores	TRNS	(25,20.5)
Producción 1	PRD 1	(7.5,19)
Área de cortadora	ADCT	(23,14)
Almacén de producto terminado	APT	(26,4.5)
Almacén general	AG	(13,3.5)
Producción 2	PRD 2	(14.5,19)
Área de montacargas	ADM	(20,20.5)
Cuarto de pantógrafo	CDP	(13,10.5)
Área de casilleros	ADC	(6,12)
Área de maquinaria CNC	ACNC	(21,5.5)
Cuarto de lavado	CDL	(26,10)
Estacionamiento	ET	(-2.5,-5)
Entrada principal	EP	(-7.5,-5)

3. Determinar las distancias (en metros) de manejo de materiales entre áreas utilizando los centroides de la (Tabla 3. 25). La Figura 3. 46 muestra la carta "DE-A" muestra los resultados.

De-A de distancia entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo

Coordenadas		X		Y		Abreviaturas de áreas																												
		3	1	6	3	2	5	5	2	2	5	7	1	6	25	7.5	23	26	13	14.5	20	13	6	21	26	-2.5	-7.5							
Y		1.25	1.5	6.5	3.75	7.25	1.25	3	18.75	11.5	4	2.25	4	9.25	20.5	19	14	4.5	3.5	19	20.5	10.5	12	5.5	10	-5	-5							
Abreviaturas de áreas	X	Y	VNTS	RCB	BÑ	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	CI	OC	RCP	ADD	TRNS	PRD 1	ADCT	APT	AG	PRD 2	ADM	CDP	ADC	ACNC	CDL	ET	EP						
	3	1.25	VNTS	0	2.25	8.25	2.5	7	2	3.75	18.5	11.25	4.75	5	4.75	11	41.3	22.25	32.75	26.25	12.25	29.25	36.25	19.3	13.8	22.3	31.8	11.8	16.8					
	1	1.5	RCB	2.25	0	10	4.25	6.75	4.25	5.5	18.25	11	6.5	6.75	2.5	12.8	43	24	34.5	28	14	31	38	21	15.5	24	33.5	10	15					
	6	6.5	BÑ	8.25	10	0	5.75	4.75	6.25	4.5	16.25	9	3.5	5.25	7.5	2.75	33	14	24.5	22	10	21	28	11	5.5	16	23.5	20	25					
	3	3.75	CMPS	2.5	4.25	5.75	0	4.5	4.5	2.75	16	8.75	2.25	5.5	2.25	8.5	38.8	19.75	30.25	23.75	10.25	26.75	33.75	16.8	11.3	19.8	29.3	14.3	19.3					
	2	7.25	SJ	7	6.75	4.75	4.5	0	9	7.25	11.5	4.25	6.25	10	4.25	6	36.3	17.25	27.75	26.75	14.75	24.25	31.25	14.3	8.75	20.8	26.8	16.8	21.8					
	5	1.25	OG	2	4.25	6.25	4.5	9	0	1.75	20.5	13.25	2.75	3	6.75	9	39.3	20.25	30.75	24.25	10.25	27.25	34.25	17.3	11.8	20.3	29.8	13.8	18.8					
	5	3	BOG	3.75	5.5	4.5	2.75	7.25	1.75	0	18.75	11.5	1	2.75	5	7.25	37.5	18.5	29	22.5	8.5	25.5	32.5	15.5	10	18.5	28	15.5	20.5					
	2	18.8	CMD	18.5	18.25	16.25	16	11.5	20.5	18.8	0	7.25	17.8	21.5	15.8	13.5	24.8	5.75	25.75	38.25	26.25	12.75	19.75	19.3	10.8	32.3	32.8	28.3	33.3					
	2	11.5	ODI	11.25	11	9	8.75	4.25	13.3	11.5	7.25	0	10.5	14.3	8.5	6.25	32	13	23.5	31	19	20	27	12	4.5	25	25.5	21	26					
	5	4	CI	4.75	6.5	3.5	2.25	6.25	2.75	1	17.75	10.5	0	3.75	4	6.25	36.5	17.5	28	21.5	8.5	24.5	31.5	14.5	9	17.5	27	16.5	21.5					
	7	2.25	OC	5	6.75	5.25	5.5	10	3	2.75	21.5	14.25	3.75	0	7.75	8	36.3	17.25	27.75	21.25	7.25	24.25	31.25	14.3	10.8	17.3	26.8	16.8	21.8					
	1	4	RCP	4.75	2.5	7.5	2.25	4.25	6.75	5	15.75	8.5	4	7.75	0	10.3	40.5	21.5	32	25.5	12.5	28.5	35.5	18.5	13	21.5	31	12.5	17.5					
6	9.25	ADD	11	12.75	2.75	8.5	6	9	7.25	13.5	6.25	6.25	8	10.3	0	30.3	11.25	21.75	24.75	12.75	18.25	25.25	8.25	2.75	18.8	20.8	22.8	27.8						
25	20.5	TRNS	41.25	43	33	38.75	36.3	39.3	37.5	24.75	32	36.5	36.3	40.5	30.3	0	19	8.5	17	29	12	5	22	27.5	19	11.5	53	58						
7.5	19	PRD 1	22.25	24	14	19.75	17.3	20.3	18.5	5.75	13	17.5	17.3	21.5	11.3	19	0	20.5	33	21	7	14	14	8.5	27	27.5	34	39						
23	14	ADCT	32.75	34.5	24.5	30.25	27.8	30.8	29	25.75	23.5	28	27.8	32	21.8	8.5	20.5	0	12.5	20.5	13.5	9.5	13.5	19	10.5	7	44.5	49.5						
26	4.5	APT	26.25	28	22	23.75	26.8	24.3	22.5	38.25	31	21.5	21.3	25.5	24.8	17	33	12.5	0	14	26	22	19	27.5	6	5.5	38	43						
13	3.5	AG	12.25	14	10	10.25	14.8	10.3	8.5	26.25	19	8.5	7.25	12.5	12.8	29	21	20.5	14	0	17	24	7	15.5	10	19.5	24	29						
14.5	19	PRD 2	29.25	31	21	26.75	24.3	27.3	25.5	12.75	20	24.5	24.3	28.5	18.3	12	7	13.5	26	17	0	7	10	15.5	20	20.5	41	46						
20	20.5	ADM	36.25	38	28	33.75	31.3	34.3	32.5	19.75	27	31.5	31.3	35.5	25.3	5	14	9.5	22	24	7	0	17	22.5	16	16.5	48	53						
13	10.5	CDP	19.25	21	11	16.75	14.3	17.3	15.5	19.25	12	14.5	14.3	18.5	8.25	22	14	13.5	19	7	10	17	0	8.5	13	13.5	31	36						
6	12	ADC	13.75	15.5	5.5	11.25	8.75	11.8	10	10.75	4.5	9	10.8	13	2.75	27.5	8.5	19	27.5	15.5	15.5	22.5	8.5	0	21.5	22	25.5	30.5						
21	5.5	ACNC	22.25	24	16	19.75	20.8	20.3	18.5	32.25	25	17.5	17.3	21.5	18.8	19	27	10.5	6	10	20	16	13	21.5	0	9.5	34	39						
26	10	CDL	31.75	33.5	23.5	29.25	26.8	29.8	28	32.75	25.5	27	26.8	31	20.8	11.5	27.5	7	5.5	19.5	20.5	16.5	13.5	22	9.5	0	43.5	48.5						
-2.5	-5	ET	11.75	10	20	14.25	16.8	13.8	15.5	28.25	21	16.5	16.8	12.5	22.8	53	34	44.5	38	24	41	48	31	25.5	34	43.5	0	5						
-7.5	-5	EP	16.75	15	25	19.25	21.8	18.8	20.5	33.25	26	21.5	21.8	17.5	27.8	58	39	49.5	43	29	46	53	36	30.5	39	48.5	5	0						

Figura 3. 46 De-A de distancia entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

4. Medir los flujos entre centros de las áreas de la alternativa de distribución seleccionada considerando la medición de flujos, entre centros de las áreas de la Tabla 3. 26 y Tabla 3. 27. Es importante mencionar que el flujo de estas tablas está basado principalmente en el flujo de la Tabla 3. 10 y Tabla 3. 11, el cual no pudo considerarse completamente en el análisis debido a los ajustes en las áreas de baños y recibidores.
5. Realizar, con base en la Tabla 3. 26 y Tabla 3. 27, la carta DE-A de flujos entre áreas (Figura 3. 47)

Tabla 3. 26 Recorridos de materiales de procesos en terreno nuevo (Elaboración propia).

Tipo de proyecto	Nombre del proyecto	Volumen de producción por semestre	Recorridos de materiales de los proyectos
Ingeniería	Rejillas para drenaje	6	AG, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tolva para salida de peladora	1	AG, ADM, ADCT, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tubería para conexión de...	4	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, APT, ET
	Gusanos helicoidales para...	1	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Fabricación de rejilla para...	4	AG, CDP, PRD 2, ADM, CDL, APT, EP
	Chute de salida de tambor	1	AG, CDP, PRD 2, PROD 1, PROD 2, ADM, APT, EP
	Tableros para control de...	4	AG, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Soportes para mangueras de...	8	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Juego de bandas tipo jirafa	2	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tanque para reposo de aceite	1	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Escalera de acero a tanque	1	AG, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Bomba centrífuga	1	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Escritorio para cuarto en...	1	AG, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Gabinete para cuarto de...	1	AG, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Banco para escritorio de...	1	AG, ADCT, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Puertas para cuarto de...	2	AG, ADM, CDP, PRD 2, ADM, APT, EP
	Gabinete de gabinete	1	AG, ADCT, CDP, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Gusano para alimentadores de...	3	AG, CDP, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Camisas para gusano de sal	3	AG, CDP, ADCT, PRD 1, PRD 2, ADM, APT, EP
	Tolvas para condimento	3	AG, ADM, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Soportes para tolvas	3	AG, CDP, ADCT, PRD 2, ADM, APT, EP
	Gabinete	3	AG, CDP, ADCT, PRD 1, PRD 2, ADM, CDL, APT, ET
	Tina para medir básicos	1	AG, CDP, PRD 2, ADM, CDL, APT, EP
	Mesa de trabajo en línea de...	1	AG, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
	Mesa de inspección	1	AG, CDP, ADCT, PRD 2, PRD1, ADM, APT, EP
Maquinados	Rodillo AS	198	AG, ACNC, CDL, APT, EP
	Buje para mecanismo de tolva	476	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín 102	288	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Buje 105	576	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín X65	198	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín 010	1152	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Collarín de paso	108	AG, ACNC, APT, ET
	Collarín X10	432	AG, ACNC, CDL, APT, ET
	Buje D12	216	AG, ACNC, APT, EP

Tabla 3. 27 Recorridos de personas e información de los proyectos en terreno nuevo (Elaboración propia).

Tipo de proyecto	Nombre del proyecto	Recorridos por semestre	Recorridos de personas e información de los proyectos
Servicios	Reparación de piso	1	ET, VNTS, CMPS, AG, ET
	Suministro de materiales	5	EP, RCP, VNTS, CMPS, AG, OC, EP
	Suministro e instalación	3	ET, VNTS, CMPS, AG, OC, EP
	Mano de obra	2	OG, VNTS, CMPS, AG, ET
Ingeniería	Rejillas para drenaje	6	OG, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Tolva para salida de peladora	1	VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Tubería para conexión de...	4	ET, RCB, RCP, OG, CMP, VNTS, SJ, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Gusanos helicoidales para...	1	VNTS, ODI, CMPS, OC, AG, PRD 2, PRD1
	Fabricación de rejilla para...	4	OG, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Chute de salida de tambor	1	OG, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 2 PROD 1, PROD 2
	Tableros para control de...	4	OG, VNTS, CMPS, ODI, SJ, OC, AG, CDP, PRD 2
	Soportes para mangueras de...	8	ET, RCB, RCP, OG, CMP, VNTS, SJ, AG, ACDT, CDP, PRD 1, PRD 2
	Juego de bandas tipo jirafa	2	OG, VNTS, CMPS, ODI, SJ, OC, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Tanque para reposo de aceite	1	OG, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Escalera de acero a tanque	1	OG, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Bomba centrífuga	1	ET, RCB, RCP, OG, CMP, VNTS, SJ, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Escritorio para cuarto en...	1	OG, VNTS, CMPS, SJ, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Gabinete para cuarto de...	1	ET, RCB, RCP, OG, CMP, VNTS, SJ, ODI, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Banco para escritorio de...	1	ET, RCB, RCP, VNTS, CMPS, AG, CDP, PRD 1, PRD 2
	Puertas para cuarto de...	2	OG, VNTS, CMPS, OC, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Gabinete de gabinete	1	ET, RCB, RCP, VNTS, CMPS, AG, ACDT, CDP, PRD 1, PRD 2
	Gusano para alimentadores de...	3	VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, PRD 2, PRD1
	Camisas para gusano de sal	3	VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Tolvas para condimento	3	VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
	Soportes para tolvas	3	VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 2
	Gabinete	3	ET, RCB, RCP, VNTS, CMPS, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 1, PRD 2
	Tina para medir básicos	1	OG, VNTS, CMPS, SJ, ODI, AG, CDP, PRD 2
	Mesa de trabajo en línea de...	1	VNTS, CMPS, ODI, OC, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
	Mesa de inspección	1	VNTS, CMPS, OC, ODI, AG, CDP, ACDT, PRD 2, PRD1
Maquinados	Rodillo AS	198	VNTS, OG, CMP, ODI, AG, ACNC
	Buje para mecanismo de tolva	476	ET, RCB, RCP, VNTS, CMPS, AG, ACNC
	Collarin 102	288	EP, VNTS, ODI, AG, ACNC
	Buje 105	576	ET, RCB, RCP, VNTS, CMPS, AG, ACNC
	Collarin X65	198	EP, NTS, CMPS, ODI, AG, ACNC
	Collarin 010	1152	EP, VNTS, ODI, AG, ACNC
	Collarin de paso	108	EP, VNTS, CMPS, OC, ODI, AG, ACNC
	Collarin X10	432	EP, VNTS, ODI, CMPS, OC, AG, ACNC
	Buje D12	216	VNTS, OG, ODI, CMPS, AG, ACNC

DE-A de flujo entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo

Abreviaturas de áreas	VNTS	RCB	BÑ	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	CI	OC	RCP	ADD	TRNS	PRD 1	ADCT	APT	AG	PRD 2	ADM	CDP	ADC	ACNC	CDL	ET	EP
VNTS	0			1413	14	414			1873																	
RCB		0										1071														
BÑ			0																							
CMPS	14			0	3				432		544							1281								
SJ				0	0				3		6							12								
OG	26			212		0			216																	
BOG							0																			
CMD								0																		
ODI				653	6				0		1							1981								
CI										0																
OC									111		0							440								8
RCP	1062					14						0														
ADD													0													
TRNS														0												
PRD 1															0					47	9					
ADCT															13	0			28		4					
APT																	0									
AG											8					27		0	1	10	71		7288		3244	453
PRD 2																			0	0	49				3	
ADM															20		8	31			0	9		20		
CDP															32	16			43		0					
ADC																						0				
ACNC																	3324						0	3320		
CDL																	3340							0		
ET	4	1071																							0	
EP	2178											5														0

Figura 3. 47 Carta DE-A del flujo entre áreas de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

6. Definir la distancia recorrida de la alternativa de distribución seleccionada multiplicando la distancia entre los centros de áreas de la alternativa seleccionada para la distribución de planta, en un terreno nuevo (Figura 3. 46) por los flujos entre áreas (Figura 3. 48). La carta DE-A resultante se muestra en la Figura 3. 48.

DE-A de distancia total recorrida de la distribución de planta, en terreno nuevo

Abreviaturas de áreas	VNTS	RCB	BÑ	CMPS	SJ	OG	BOG	CMD	ODI	CI	OC	RCP	ADD	TRNS	PRD1	ADCT	APT	AG	PRD2	ADM	CDP	ADC	ACNC	COL	ET	EP	
VNTS	0	0	0	3332.5	98	828	0	0	21071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RCB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BÑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMPS	35	0	0	0	13.5	0	0	0	3780	2992	0	0	0	0	0	0	0	13130	0	0	0	0	0	0	0	0	
SJ	0	0	0	0	0	0	0	0	12.75	0	60	0	0	0	0	0	0	177	0	0	0	0	0	0	0	0	
OG	52	0	0	954	0	0	0	0	2862	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BOG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CMD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ODI	0	0	0	5713.75	25.5	0	0	0	0	14.25	0	0	0	0	0	0	0	37639	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OC	0	0	0	0	0	0	0	0	1581.8	0	0	0	0	0	0	0	0	3190	0	0	0	0	0	0	0	174	
RCP	5044.5	0	0	0	0	94.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ADD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRNS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRD 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329	126	0	0	0	0	0	0	
ADCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266.5	0	0	0	378	0	54	0	0	0	0	0	
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1E+05	19479	
AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	533.5	0	0	17	240	497	0	72880	0	72	0	
PRD 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	343	0	0	0	0	0	0	
ADM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	682	0	0	0	153	0	330	0	0	0	
CDP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	448	216	0	0	430	0	0	0	0	0	0	0	
ADC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ACNC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19944	0	0	0	0	0	0	31540	0	0	
COL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ET	47	10710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EP	36482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

443973

Figura 3. 48 DE-A de distancia recorrida de la distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

Al realizar un análisis de la Figura 3. 48 -realizada para medir la distancia recorrida en el traslado de materiales de la alternativa seleccionada para la distribución de planta, en un terreno nuevo- se definió lo siguiente: la distancia total recorrida es de 443,973 metros en 6 meses, lo que en promedio equivale a **444** Kilómetros en un semestre.

3.13 Análisis de resultados

La metodología aplicada en el desarrollo de este proyecto permitió realizar una redistribución y un rediseño eficiente de la distribución de planta para la empresa analizada. Mediante la aplicación sistemática de cada paso de la metodología seleccionada, se lograron mejoras significativas en la eficiencia operativa de los procesos internos de la organización. Estas mejoras han impactado positivamente en el rendimiento general de la empresa, generando beneficios importantes en varios indicadores de desempeño clave. Entre los más destacados se encuentran la reducción en la "Distancia recorrida en el traslado de materiales" y el incremento en el "Espacio disponible para expansión futura", aspectos críticos para optimizar la operatividad y prepararse para futuros aumentos en la capacidad productiva.

En relación con el indicador de "Distancia recorrida en el traslado de materiales", el valor inicial registrado era de 913 km, como se menciona en la Sección 3.6. Al implementar la metodología de Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP, por sus siglas en inglés), se logró reducir esta distancia a 463 km, tal y como se documenta en la Sección 3.9. Esto representa una disminución absoluta de 450 km, obtenida en un plazo de seis meses, lo cual refleja una mejora de eficiencia del 50.72%. Esta reducción no solo facilita un ahorro en tiempos y costos logísticos, sino que también contribuye a reducir el desgaste de los equipos de transporte y a optimizar el flujo de materiales dentro de la planta, impactando positivamente en el ciclo de producción.

Por otro lado, el indicador relacionado con el "Espacio disponible para expansión futura" mostró un incremento considerable. Al inicio del proyecto, el espacio utilizable para futuras expansiones era de apenas 232 m², según consta en la Sección 3.7. Con la reestructuración de la planta basada en la metodología SLP, este valor se incrementó a 773 m², como se detalla en la Sección 3.10. Esto representa un aumento de 541 m² en el mismo período de seis meses,

es decir, un incremento porcentual del 333.19%. La disponibilidad de este espacio adicional permite a la empresa no solo planificar aumentos en la producción, sino también contar con mayor flexibilidad para responder a demandas futuras o realizar ajustes adicionales sin requerir cambios estructurales significativos.

Con la conclusión del proyecto y la evaluación de los resultados alcanzados (Sección 3.11), se demuestra con solidez el respaldo a la hipótesis inicial planteada. Esta hipótesis sostenía que, mediante la implementación de un diseño adecuado de distribución de planta, sería posible reducir las distancias recorridas en el traslado de materiales dentro del área de producción de la empresa y, a su vez, optimizar el espacio disponible para expansión. En resumen, se logró reducir la distancia recorrida en el traslado de materiales en un 50.72%, mientras que el espacio disponible para expansión futura se incrementó en un 333.19%. Estos resultados no solo confirman la viabilidad de la hipótesis, sino que subrayan el impacto positivo que una metodología de distribución de planta bien ejecutada puede tener en el rendimiento y la capacidad de crecimiento de la empresa.

3.14 Productos académicos

En el transcurso del presente proyecto de investigación se generaron dos productos académicos, la presente tesis y un *Keynote* publicado en la revista digital: Congreso de Investigación e Innovación Multidisciplinaria 2024.

El *Keynote*, que tiene como título “Redistribución de planta utilizando SLP (*Systematic Layout Planning*) en empresa metalmecánica”, aplicó de la metodología SLP, la llave PQRST (Producto, Cantidad, Recorrido, Servicios y Tiempo) y cartas DE-A (matriz Desde-A), con el objetivo de minimizar dos indicadores: la distancia recorrida en el traslado de materiales y el espacio disponible para expansión futura.

En resumen, la aplicación de la metodología SLP contribuyó a que una empresa metalmecánica usara de manera eficiente su espacio y, al mismo tiempo, con la reducción de distancia recorrida de materiales, impulsó a un rendimiento operativo más ágil, que se espera contribuya en beneficios económicos y operacionales importantes para la empresa.

3.15 Conclusión

El desarrollo de este capítulo presentó la implementación de una metodología estructurada en once pasos (Sección 3.1), basada en la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*), la cual demostró ser altamente efectiva en diversos aspectos clave para la optimización de los recursos de la empresa en estudio. En primer lugar, se comprobó que la metodología permitió realizar una redistribución de planta para utilizar de manera eficiente el espacio disponible, lo que a su vez contribuyó a reducir las distancias recorridas en el traslado de materiales: un factor crítico en la mejora de la eficiencia operativa. Esta reducción en las distancias no sólo optimizó el flujo de trabajo, sino que también favoreció a un rendimiento ágil en las operaciones diarias, lo que se traduce en una mejora potencial en términos de productividad y reducción de tiempos.

Adicionalmente, la metodología SLP permitió hacer una propuesta de distribución de planta para garantizar la flexibilidad y capacidad de adaptación de la empresa frente a posibles crecimientos o cambios en el mercado para asegurar una continuidad estratégica en el crecimiento de la empresa.

Conclusiones

En el entorno empresarial actual, caracterizado por la constante evolución de los mercados y el incremento en la competencia, es fundamental que las empresas optimicen sus recursos para mantenerse competitivas. La redistribución eficiente de los espacios de trabajo y producción se ha convertido en una necesidad estratégica para mejorar la productividad y reducir costos operativos. En este contexto, la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) emerge como una herramienta clave, ya que permite a las organizaciones analizar y rediseñar la disposición de sus instalaciones de manera sistemática. Mediante la aplicación de SLP, las empresas pueden optimizar el flujo de materiales, personas e información, minimizando tiempos y mejorando la coordinación entre áreas.

En este contexto, el presente proyecto de tesis generó una redistribución de planta de una empresa metalmecánica y diseñó una distribución en un terreno nuevo. En el desarrollo de este proyecto se implementaron técnicas destinadas a minimizar distancias de traslado de materiales y maximizar el espacio para expansión futura, siguiendo la metodología que se describe a continuación:

1. Obtener un panorama general de la empresa.
2. Identificar áreas, problemáticas y aspectos de mejora de la empresa.
3. Definir área de oportunidad.
4. Definir indicadores de desempeño.
5. Medir indicador: distancia recorrida en el traslado de materiales.
6. Medir indicador: espacio disponible para expansión futura.
7. Proponer plan de mejora, basado en la aplicación de SLP.
8. Medir indicador “distancia recorrida en el traslado de materiales” de la propuesta de mejora.
9. Medir indicador “espacio disponible para expansión futura” de la propuesta de mejora.

10. Validar el grado de mejora.

11. Propuesta de distribución de planta, en terreno nuevo, usando SLP.

Los pasos 1 al 3 tres permitieron obtener un panorama general de la empresa, lo que proporcionó una comprensión clara de su estructura y funcionamiento. A partir de esta visión amplia, se identificaron áreas, problemáticas y aspectos que requerían mejorar, lo que permitió enfocar los esfuerzos en las cuestiones más relevantes. Para definir con precisión el área de oportunidad más importante (producción), facilitando la toma de decisiones estratégicas para maximizar el impacto positivo en el desempeño de la empresa.

Con los pasos 4 al 6 se obtuvo una base sólida para la mejora continua y la planificación estratégica de la empresa. Definir los indicadores de desempeño permitió establecer métricas claras para evaluar la eficiencia y el progreso. La medición de la distancia recorrida en el traslado de materiales reveló oportunidades para optimizar los procesos logísticos, mientras que la evaluación del espacio disponible para expansión futura proporcionó información clave para el crecimiento a largo plazo. Estos datos fueron esenciales para tomar decisiones informadas que impulsan la eficiencia y el desarrollo de la empresa.

En el paso 7, el cual fue proponer un plan de mejora, basado en la aplicación de SLP, se abordaron, de manera detallada, diversos aspectos esenciales para el éxito del proyecto. A continuación, se detalla cada paso del SLP y lo que se obtuvo de ellos:

- Paso 0: Preparación: Este paso inicial se realizó para tener toda la información relevante y los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso de redistribución de forma organizada y eficiente. Aquí se recolectaron datos clave para la aplicación de la metodología SLP.
- Paso 1: Flujo de materiales: Analizar el flujo de materiales dentro de la planta permitió identificar las rutas de traslado e ineficiencias en la distribución actual. Este análisis fue crucial para optimizar la logística interna.

- Paso 2: Relación entre actividades: En este paso se estudió cómo interactúan las diferentes actividades dentro de la planta, evaluando su proximidad. Se buscó mejorar la conexión entre procesos que dependen entre sí.
- Paso 3: Diagrama de relación de actividades: A través de este diagrama, se visualizaron las relaciones y dependencias entre las distintas áreas de la empresa, lo que facilitó la identificación de áreas que requerían estar cerca unas de otras para optimizar el flujo de trabajo.
- Paso 4: Requerimientos de espacio: Aquí se definieron los requerimientos específicos de cada área en términos de espacio, equipamiento y condiciones necesarias para un funcionamiento adecuado y eficiente. Este paso garantizó que se satisficieran las necesidades operativas.
- Paso 5: Disponibilidad de espacios: Se realizó un análisis del espacio disponible en la planta de la empresa, evaluando su capacidad para albergar las áreas necesarias. Esto permitió entender las limitaciones físicas y las posibilidades de expansión.
- Paso 6: Diagrama de relación de espacio: Este diagrama ayudó a distribuir las áreas dentro del espacio disponible, considerando sus relaciones de proximidad y necesidades de ubicación; facilitando la planificación espacial eficiente.
- Paso 7: Factores influyentes: Se tomaron en cuenta factores externos e internos que podrían afectar la redistribución, como características del edificio, procedimientos de maquinaria CNC y de pantógrafo y procedimientos de carga y descarga de materiales. Este análisis ayudó a prever posibles retos.
- Paso 8: Limitaciones prácticas: Se identificaron y analizaron las limitaciones reales que podrían dificultar la redistribución, como no sobrepasar el espacio disponible y la disponibilidad de inversión monetaria y que la planta alta y la planta baja estén separadas, lo que permitió planificar de manera realista.
- Paso 9: Generación de alternativas: Con toda la información previa, se crearon cinco diferentes opciones de redistribución de la planta, considerando la proximidad requerida entre las áreas de la empresa, los factores influyentes a tener en cuenta y las limitaciones prácticas establecidas.
- Paso 10: Selección del proyecto: Finalmente, se eligió la mejor alternativa de redistribución mediante el método por puntos, seleccionando la alternativa con mayor

puntaje y la que ofreció mayor beneficio a la operación de la empresa en términos de eficiencia y funcionalidad.

Al realizar los pasos 8, 9 y 10, que involucraron la medición de los indicadores de desempeño y la validación del grado de mejora de la propuesta seleccionada, se determinó que la distancia en el traslado de materiales se redujo un 50.72% y el espacio disponible para futuras expansiones aumentó un 333.19%, lo que confirma la efectividad de la propuesta de mejora.

Finalmente, gracias a la implementación exitosa de esta metodología, se lograron cumplir los objetivos inicialmente establecidos, proporcionando a la empresa resultados positivos y concretos que no sólo mejoran el rendimiento actual, sino que también sientan las bases para mejoras sostenibles a largo plazo.

Además, es importante mencionar que la aplicación de la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) en la propuesta de distribución de una planta en un terreno nuevo permitió una optimización integral del espacio, garantizando flexibilidad para futuras expansiones y favoreciendo la coordinación entre áreas. Este enfoque detallado y sistemático aseguró que el proceso de redistribución se adaptara a las necesidades presentes y, dejó espacio para una expansión futura de la empresa, lo cual fue sustentado en un análisis profundo de los factores clave que optimizaron la eficiencia general de la empresa en estudio.

Recomendaciones

Para mantener y fortalecer los resultados obtenidos en este proyecto, se recomiendan las siguientes acciones:

1. Educar y capacitar al personal en un enfoque de mejora continua, con las herramientas necesarias para realizar sus trabajos de forma eficiente y eficaz.
2. Asegurar al personal las condiciones mínimas necesarias para realizar sus labores de la mejor manera posible.
3. Redistribuir las áreas de la empresa para optimizar el flujo de materiales y reducir las distancias de traslado.
4. Aprovechar el espacio destinado para futuras expansiones con el fin de mejorar la distribución de las áreas, especialmente en las áreas de producción 1 y 2, donde se ejecutan proyectos de gran envergadura que requieren amplios espacios.
5. Diseñar la distribución de la planta en el nuevo terreno, siguiendo la propuesta sugerida, ya que es la opción más adecuada según la metodología aplicada.

Estas recomendaciones apoyarán la consolidación de las mejoras establecidas para garantizar un enfoque continuo en la mejora de la producción de la empresa en estudio.

Finalmente, el autor expresa su satisfacción y gratitud al concluir este proyecto, destacando que fue una experiencia intelectualmente estimulante y enriquecedora. Los desafíos enfrentados le permitieron aplicar los conocimientos adquiridos durante la maestría en ingeniería industrial, culminando en la publicación de un Keynote de investigación. Mediante esta contribución, busca enriquecer el trabajo de futuros investigadores sobre el diseño de distribución de planta mediante la metodología SLP.

Además, esta tesis no es sólo un documento académico, sino también la culminación del esfuerzo y un testimonio del compromiso del autor para obtener el grado de maestría en ingeniería industrial, lo que le abre las puertas al éxito profesional.

Fuentes de información

- Abrego, S. (2017). Evaluación de alternativas de distribución de instalaciones mediante SLP y simulación en FlexSim®. *Coloquio de Investigación Multidisciplinariz*, 543–550.
- Arellano Hernández, L. E. (2017). *Identificación y reducción de desperdicios operativos en una empresa constructora, utilizando simulación y Lean Construction* [Ingeniería industrial]. Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Avinguda, A. G. (2011, August 11). *Principios de la distribución en planta (Layout)*. <https://Grumeber.Com/Principios-de-La-Distribucion-En-Planta/>.
- Baca, U. G. (2013). *Evaluación de proyectos* (7th ed.). McGraw Hill.
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2005). *Discrete-event system simulation* (4th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Becerril, O. U., Godínez, J. A., & Canales, R. A. (2018). Innovación y productividad en la industria metalmecánica de México, el contexto actual, 2010-2016. *SciELO Analytics*, 3(Revista de coyuntura y perspectiva).
- Cabrera, R. C. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*.
- Cardozo Collantes, M. G., & Fernández Millones, D. F. J. (2020). *Propuesta de mejora para la reducción de incumplimiento de pedidos mediante la aplicación de la metodología 5S y Systematic Layout Planning (SLP) en el proceso productivo de una empresa de gráfica digital*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- CEIEG. (2019). *Sistema de información municipal. Cuadernillos municipales*. [Http://Ceieg.Veracruz.Gob.Mx/Wp-Content/Uploads/Sites/21/2019/06/R%C3%ADo-Blanco_2019.Pdf](http://Ceieg.Veracruz.Gob.Mx/Wp-Content/Uploads/Sites/21/2019/06/R%C3%ADo-Blanco_2019.Pdf).
- De la Fuente, D., & Quesada, I. (2005). *Distribución en planta*.
- Empresa en estudio. (2020). *Manual de sistemas de gestión de calidad*.
- Everett, E. A., & Ronald, J. E. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. Pearson Educación.
- FlexSim, S. P. Inc. (2023). *The Flexim User Interfase*. USA.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3ra ed.). McGraw-Hill Companies, Inc.

- Hernández, A. (2018). Redistribución de áreas de trabajo de una empresa de telecomunicaciones mediante SLP (Systematic Layout Planning). *Coloquio de Investigación Multidisciplinaria*, 6, 534–541.
- Hibbeler, R. C. (2004). *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática* (Décima). Pearson educación.
- Isaza, M. (2014). *Propuesta de una distribución de planta (layout) para la empresa manufacturera regigantes S. A.* Escuela de ingeniería de antioquia ingeniería industrial envigado.
- Mejia A, H., Wilches A, M. J., Galofre V, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia Et Technica*, XVI, 63–68.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Pearson Educación).
- Montgomery, D., & George, R. (2005). *Administración de recursos humanos*. Pearson Education.
- Muther, R. (1968). *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial Método SLP*. Técnicos Asociados S.A.
- Muther, R. (1981). *Practical Plant Layout: Vol. cuarta edición*. McGraw-Hillll Book Company.
- Muther, R. (1999). *Systematic Planning of Industrial Facilities (SPIF): Vol. I. Management & Industrial Research Publications*.
- Muther, R. (2015). *Systematic Layout Planning* (cuarta). Management & indutrial research publications.
- Noble, P. L. (2023, July 7). El PIB y los sectores económicos en México. *El Sol de Hidalgo*.
- Ortiz, F. (2016). *Systematic Layout Planning. Orizaba, México: Notas de la clase: Plan y diseño de instalaciones*.
- Ortiz Flores, F. (2016). Systematic Layout Planning. In *Notas de clase de Planeación y diseño de instalaciones: Método SLP*. TecNM - Instituto Tecnológico de Orizaba. MII.
- Peña, A. M. (2022, January 3). La industria metalmecánica como cimiento clave para el desarrollo de México. *México Insutry*.

- Pérez, G. (2021). *Centroides*. https://Dcb.Ingenieria.Unam.Mx/Wp-Content/Themes/Tempera-Child/CoordinacionesAcademicas/CA/LabM/Presentaciones/Estatica/P05_centroidesGPM.Pdf.
- Platas, J. aramando G., & Cervantes, M. I. V. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de instalaciones*. Patria, S.A. de C.V.
- Render, B., & Heizer, J. (2007). Método del centro de gravedad. In *Administración de la producción* (1st ed., p. 217).
- Reyes, G. N. (2013). *La aplicación de las técnicas systematic layout planning y systematic handling analysis para mejorar el movimiento de materiales en una empresa textil*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santiago, M. (2014). *Desarrollo de un sistema de planeación de producción para el control y mejora de los tiempos de entrega de pedidos, en una empresa fundidora*. Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Yavuz. A., & Tanchoco, J. M. A. (2011). *Planeación de instalaciones* (Curta edición). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Anexo 1

Hojas de registro de inventarios

El anexo 1 incluye las hojas de registro de inventarios correspondientes a la determinación de la disponibilidad de espacio (Sección 3.8.5).

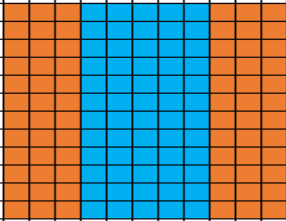
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:	Ventas	Abreviatura:	VNTS		
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio	Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido		
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Izo- Der (m):			1.2		
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.				Pre-Pos (m):			0.5		
				Área para maquinaria o equipo (m2):			0.6		
				Área para material (m2):			-		
				Área para el espacio del operador (m2):			0.72		
				Área de pasillos (m2):					
				Área total (m2):			1.32		
								Material Espacio del operador Pasillo Máquina	
				Vista de plano	Escala:	1 cuadro	= 10 cm2		

Figura A.1. 1 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de ventas (Elaboración propia).

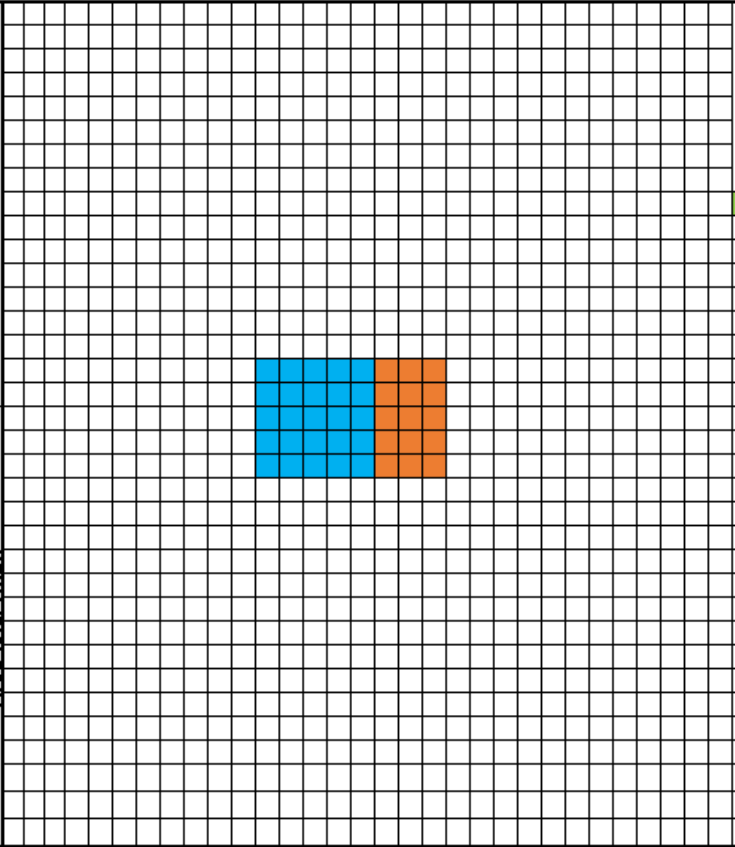
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Silla	Identificación:	Silla
Laborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Silla plegable y acolchonada color negro.			
			
Nombre del área:		Ventas	VNTS
Fabricante:	Izq- Der (m):	Desconocido	Desconocido
	Fre-Pos (m):		0.5
Area para maquinaria o equipo (m2):			0.25
Area para material (m2):			-
Area para el espacio del operador (m2):			0.15
Area de pasillos (m2):			
Area total (m2):			0.4
			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2
Foto de referencia			

Figura A.1. 2 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de ventas (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Nombre:	Archivero	Identificación:	Archivero																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><th colspan="2">Nombre del área:</th><th colspan="2">Ventas</th><th colspan="2">Abreviatura:</th><th colspan="2">VNTS</th></tr><tr><td colspan="2">Fabricante:</td><td colspan="2">Empresa</td><td colspan="2">Modelo:</td><td colspan="2">Desconocido</td></tr><tr><td colspan="2">Izq- Der (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.5</td></tr><tr><td colspan="2">Fre-Pos (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.4</td></tr><tr><td colspan="2">Area para maquinaria o equipo (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.2</td></tr><tr><td colspan="2">Area para material (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Area para el espacio del operador (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.15</td></tr><tr><td colspan="2">Area de pasillos (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Area total (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.35</td></tr></table>					Nombre del área:		Ventas		Abreviatura:		VNTS		Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido		Izq- Der (m):						0.5		Fre-Pos (m):						0.4		Area para maquinaria o equipo (m2):						0.2		Area para material (m2):						-		Area para el espacio del operador (m2):						0.15		Area de pasillos (m2):						-		Area total (m2):						0.35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nombre del área:		Ventas		Abreviatura:		VNTS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Izq- Der (m):						0.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Fre-Pos (m):						0.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Area para maquinaria o equipo (m2):						0.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Area para material (m2):						-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Area para el espacio del operador (m2):						0.15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Area de pasillos (m2):						-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Area total (m2):						0.35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr></table>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Figura A.1. 3 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de ventas (Elaboración propia).

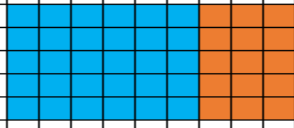
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:	Baños planta alta	Abreviatura:	BPA		
Nombre:	Lavamanos	Identificación:	Lavamanos	Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido		
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Izq- Der (m):			0.6		
Descripción: lavabo con pedestal, fabricado en porcelana sanitaria de color blanco.				Fre-Pos (m):			0.5		
				Área para maquinaria o equipo (m2):					0.3
				Área para material (m2):					-
				Área para el espacio del operador (m2):					0.15
				Área de pasillos (m2):					-
				Área total (m2):			0.45		
								Material Espacio del operador Pasillo Máquina	
									Foto de referencia

Figura A.1. 6 Hoja de registro de inventario del lavamanos del Área de baños planta alta (Elaboración propia).

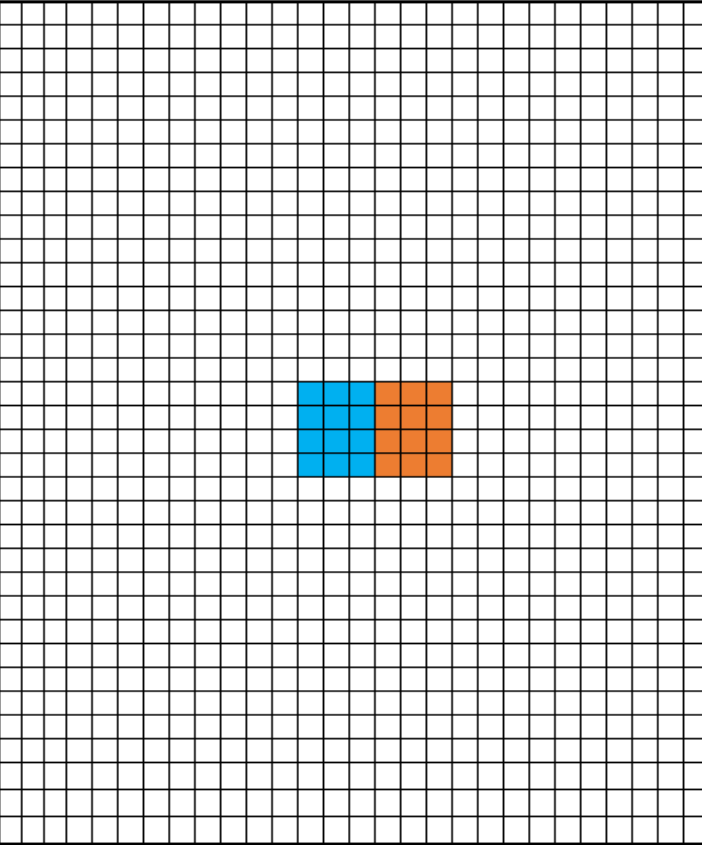
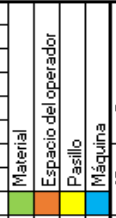
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Bote de basura	Identificación:	Bote
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: botes de basura de plástico liviano con reborde enrollado.			
			
Nombre del área:		Baños planta alta	Abreviatura:
Fabricante:	Desconocido		Modelo:
Izo- Der (m):		0.4	
Fre-Pos (m):		0.3	
Area para maquinaria o equipo (m2):		0.12	
Area para material (m2):		-	
Area para el espacio del operador (m2):		0.12	
Area de pasillos (m2):		-	
Area total (m2):		0.24	
			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2
			

Figura A.1. 7 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área de baños planta alta (Elaboración propia).

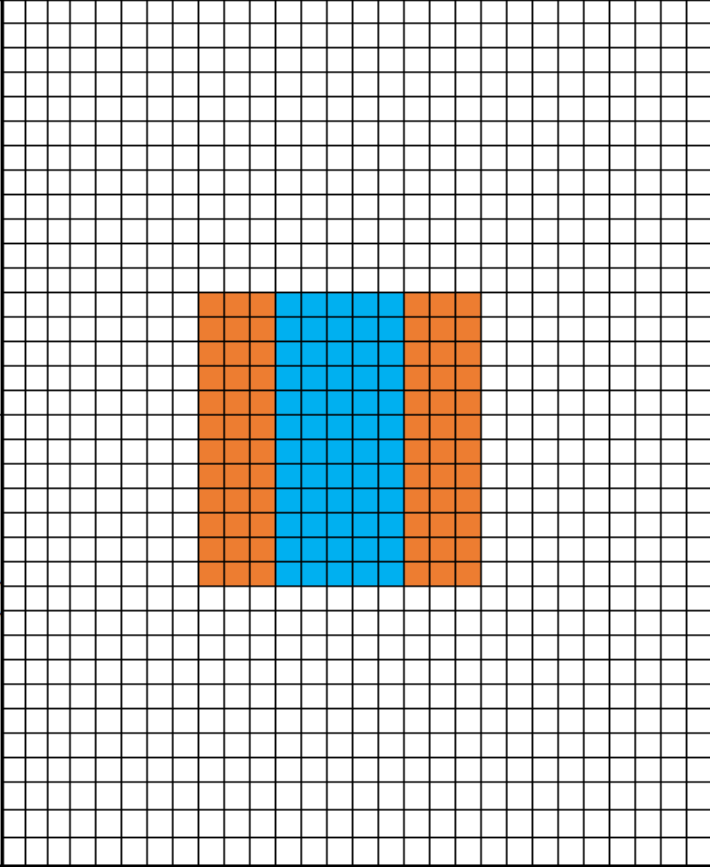
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO												
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio									
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24									
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.												
Nombre del área:		Compras	Abreviatura:	CMPS								
Fabricante:	Izq- Der (m):	Desconocido	Modelo:	Desconocido								
	Fre-Pos (m):			1.2								
	Area para maquinaria o equipo (m2):			0.5								
	Area para material (m2):			0.6								
	Area para el espacio del operador (m2):			-								
	Area de pasillos (m2):			0.72								
	Area total (m2):			-								
				1.32								
												
		<table><tr><td>Material</td><td></td></tr><tr><td>Espacio del operador</td><td></td></tr><tr><td>Pasillo</td><td></td></tr><tr><td>Máquina</td><td></td></tr></table>			Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina	
Material												
Espacio del operador												
Pasillo												
Máquina												
Vista de plano		Escala:	1 cuadro	= 10 cm2								



Foto de referencia

Figura A.1. 8 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de compras (Elaboración propia).

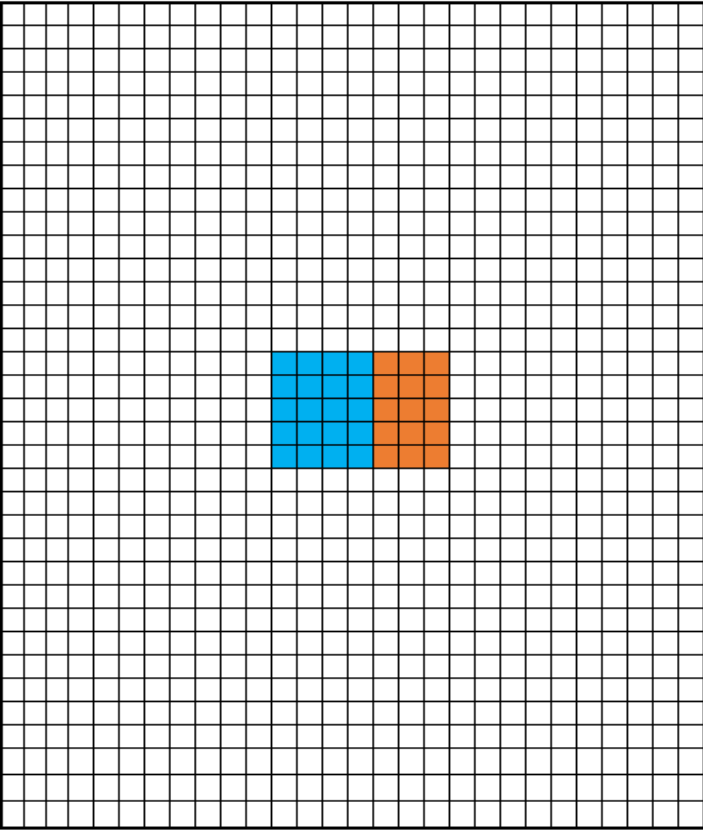
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Compras		Abreviatura:		CMPS			
Nombre:	Elaborado por:	Archivero	Identificación:	Fecha:	Archivero	Izq- Der (m):	Empresa	Modelo:		Desconocido			
		Maria Cristina Zavala Giles		07-may-24		Fre-Pos (m):				0.5			
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.													
					Área para maquinaria o equipo (m2):							0.4	
					Área para material (m2):							0.2	
					Área para el espacio del operador (m2):							-	
					Área de pasillos (m2):							0.15	
					Área total (m2):							0.35	
													
					Vista de plano							Escala:	
					1 cuadro = 10 cm2								
					Foto de referencia								

Figura A.1. 10 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de compras (Elaboración propia).

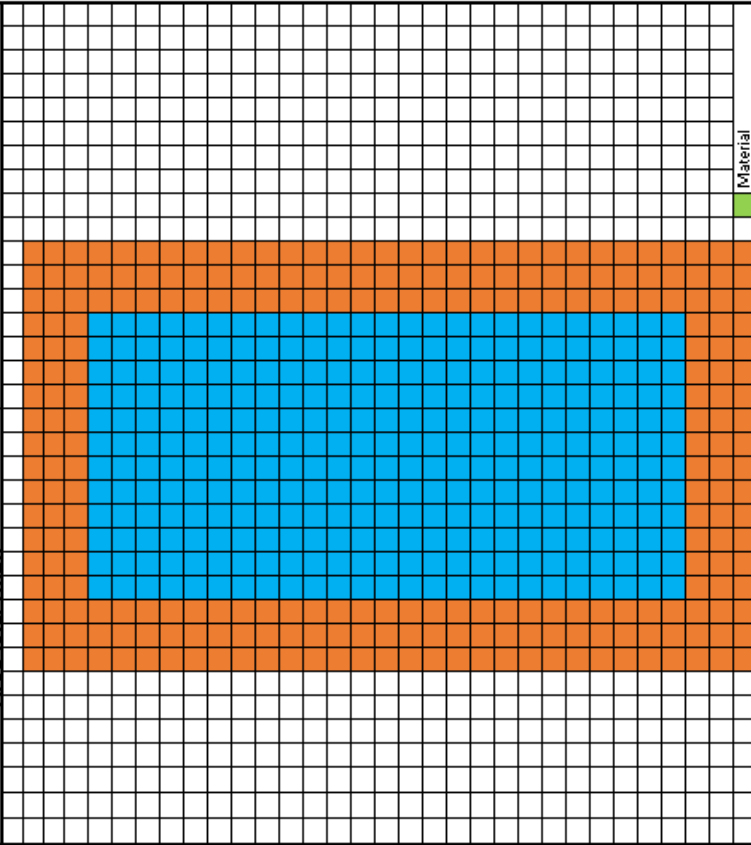
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Mesa de trabajo	Identificación:	Mesa
Elaborado por:	María Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-mar-24
Descripción: Mesa para sala de juntas o conferencias, fabricada en melamina.			
Nombre del área:		Sala de juntas	SJ
Fabricante:		Desconocido	Desconocido
Izq- Der (m):		Modelo:	1.2
Fre-Pos (m):			2.5
Area para maquinaria o equipo (m2):			3
Area para material (m2):			-
Area para el espacio del operador (m2):			2.94
Area de pasillos (m2):			-
Area total (m2):			5.94
		Material	
		Espacio del operador	
		Pasillo	
		Máquina	
		= 10 cm2	
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2



Foto de referencia

Figura A.1. 11 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo del Área de sala de juntas (Elaboración propia).

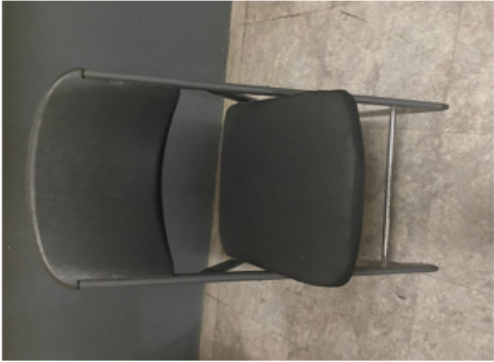
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre: Silla		Identificación: Silla		SJ																																					
Elaborado por: Maria Cristina Zavala Giles				Fecha: 07-may-24				Abreviatura:																																					
Descripción: Silla plegable y acolchonada color negro.				Izq- Der (m):		Desconocido		Modelo:																																					
				Fre-Pos (m):						0.5																																			
				Area para maquinaria o equipo (m2):						0.25																																			
				Area para material (m2):						-																																			
				Area para el espacio del operador (m2):						0.15																																			
				Area de pasillos (m2):						-																																			
Area total (m2):								0.4																																					
				<table><tr><td colspan="10" rowspan="4"></td><td colspan="2">Material</td></tr><tr><td colspan="2">Espacio del operador</td></tr><tr><td colspan="2">Pasillo</td></tr><tr><td colspan="2">Máquina</td></tr><tr><td colspan="10">Vista de plano</td><td colspan="2">Escala:</td><td colspan="2">1 cuadro</td><td colspan="2">= 10 cm2</td></tr></table>																		Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina		Vista de plano										Escala:		1 cuadro		= 10 cm2	
																																Material													
																																Espacio del operador													
																																Pasillo													
												Máquina																																	
												Vista de plano										Escala:		1 cuadro		= 10 cm2																			

Figura A.1. 12 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de sala de juntas (Elaboración propia).

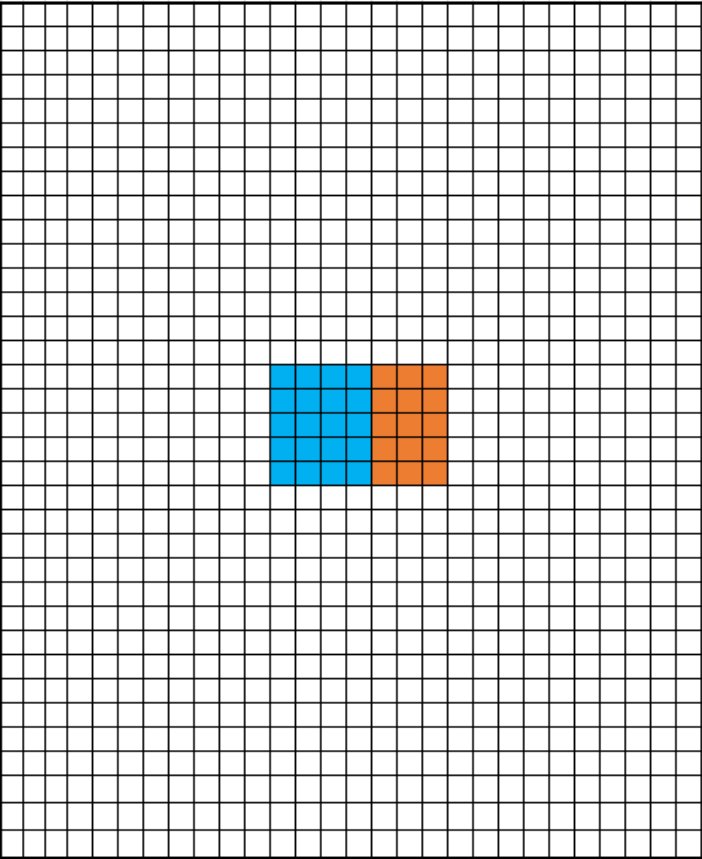
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																							
Nombre:	Archivero	Identificación:	Archivero																																				
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																				
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre del área:</th> <th>Sala de juntas</th> <th>Abrebiatura:</th> <th>SJ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fabricante:</td> <td>Empresa</td> <td>Modelo:</td> <td>Desconocido</td> </tr> <tr> <td>Izq- Der (m):</td> <td></td> <td></td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Fre-Pos (m):</td> <td></td> <td></td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>Area para maquinaria o equipo (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>Area para material (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Area para el espacio del operador (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>Area de pasillos (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Area total (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>0.35</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre del área:	Sala de juntas	Abrebiatura:	SJ	Fabricante:	Empresa	Modelo:	Desconocido	Izq- Der (m):			0.5	Fre-Pos (m):			0.4	Area para maquinaria o equipo (m2):			0.2	Area para material (m2):			-	Area para el espacio del operador (m2):			0.15	Area de pasillos (m2):			-	Area total (m2):			0.35
Nombre del área:	Sala de juntas	Abrebiatura:	SJ																																				
Fabricante:	Empresa	Modelo:	Desconocido																																				
Izq- Der (m):			0.5																																				
Fre-Pos (m):			0.4																																				
Area para maquinaria o equipo (m2):			0.2																																				
Area para material (m2):			-																																				
Area para el espacio del operador (m2):			0.15																																				
Area de pasillos (m2):			-																																				
Area total (m2):			0.35																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vista de plano</th> <th>Escala:</th> <th>1 cuadro</th> <th>=</th> <th>10</th> <th>cm2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10	cm2																														
Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10	cm2																																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Espacio del operador</th> <th>Pasillo</th> <th>Máquina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Material	Espacio del operador	Pasillo	Máquina																																
Material	Espacio del operador	Pasillo	Máquina																																				

Figura A.1. 13 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de sala de juntas (Elaboración propia).

[illegible]

Figura A.1. 14 Hoja de registro de inventario de la pantalla de proyección del Área de sala de juntas (Elaboración propia).

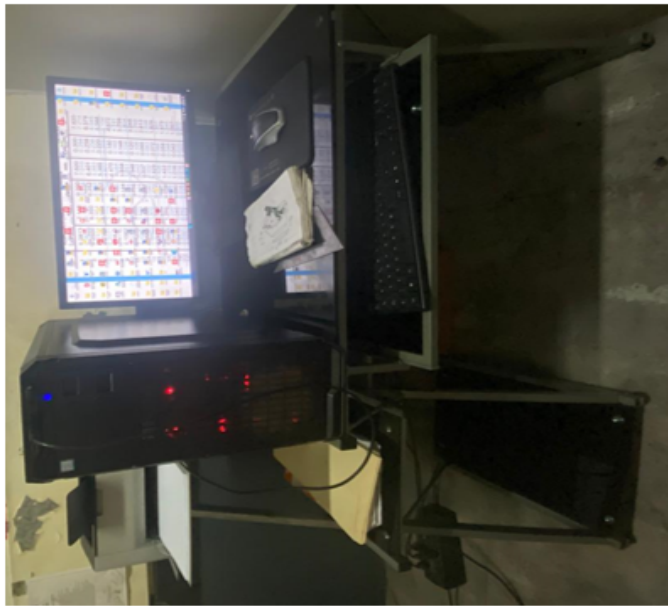
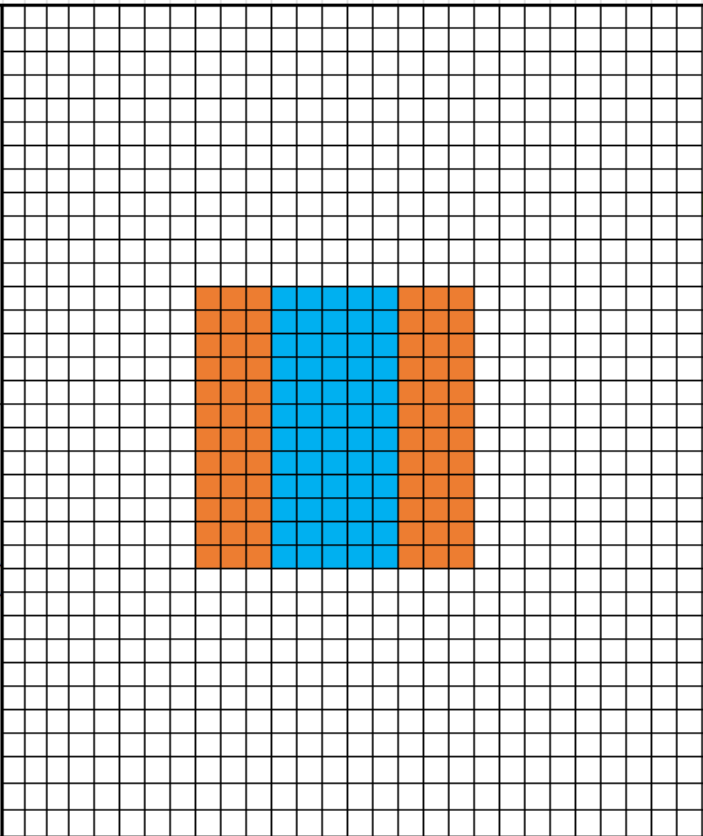
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.				
				
				
Nombre del área:		Oficina gerencial	Abreviatura:	OG
Fabricante:	Izq-Der (m):	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Fre-Pos (m):			1.2
	Area para maquinaria o equipo (m2):			0.5
	Area para material (m2):			0.6
	Area para el espacio del operador (m2):			-
	Area de pasillos (m2):			0.72
	Area total (m2):			-
				1.32
Vista de plano		Escala:	1 cuadro	= 10 cm2
Foto de referencia				

Figura A.1. 15 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).

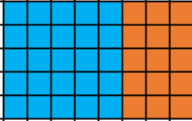
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Oficina gerencial		Abreviatura:		OG				
Nombre:	Silla	Identificación:	Silla	Fabricante:		Desconocido		Modelo:		Desconocido				
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Izq- Der (m):						0.5				
Descripción: Silla plegable y acolchonada color negro.				Fre-Pos (m):						0.5				
				Area para maquinaria o equipo (m2):						0.25				
				Area para material (m2):						-				
				Area para el espacio del operador (m2):						0.15				
				Area de pasillos (m2):						-				
				Area total (m2):						0.4				
												Material		
												Espacio del operador		
												Pasillo		
												Máquina		
				Vista de plano				Escala:		1 cuadro		= 10		cm2

Figura A.1. 16 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).

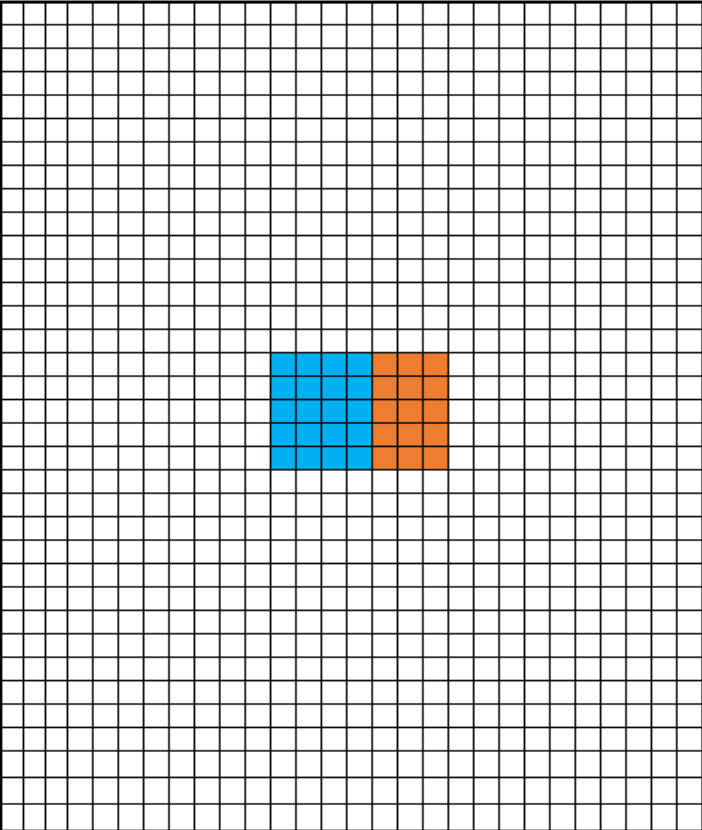
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Archivero	Identificación:	Archivero
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.			
			
Nombre del área:		Oficina gerencial	
Fabricante:		Empresa	
Izq- Der (m):		Modelo:	
Fre-Pos (m):		Desconocido	
Area para maquinaria o equipo (m2):		0.5	
Area para material (m2):		0.4	
Area para el espacio del operador (m2):		0.2	
Area de pasillos (m2):		-	
Area total (m2):		0.15	
Area total (m2):		-	
Area total (m2):		0.35	
Vista de plano		Escala:	
=		1 cuadro	
=		10 cm2	

Foto de referencia

Figura A.1. 17 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de oficina gerencial (Elaboración propia).

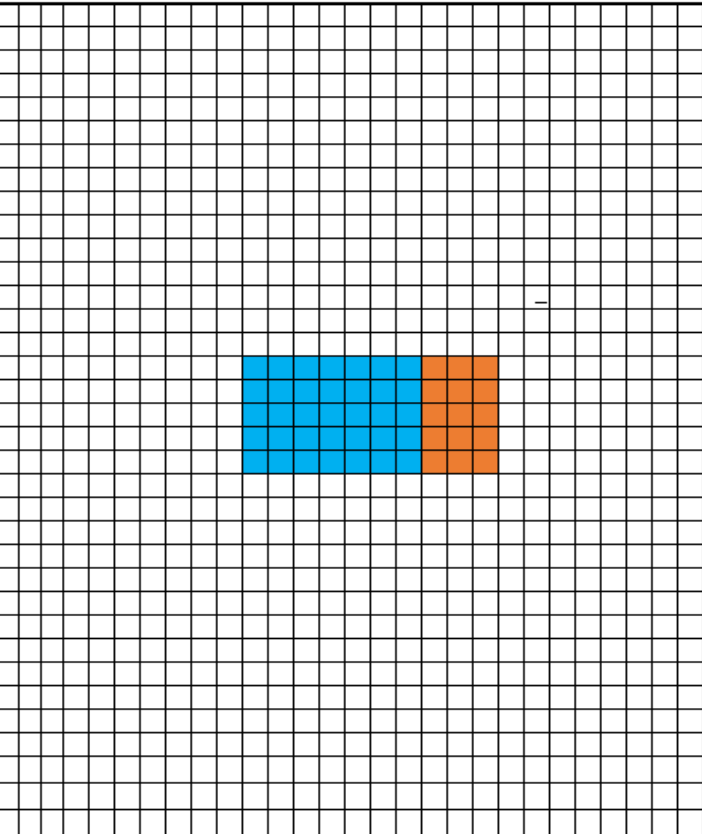
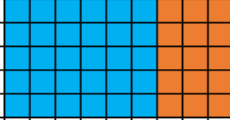
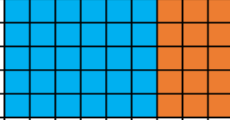
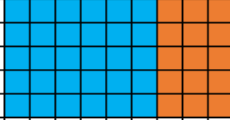
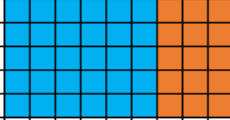
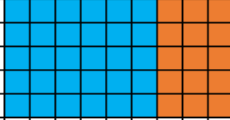
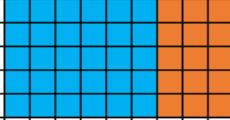
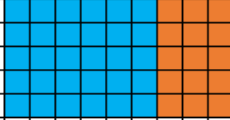
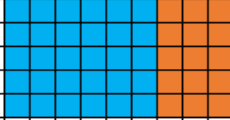
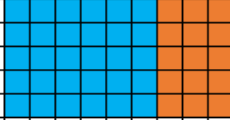
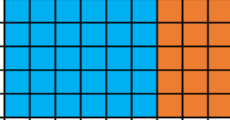
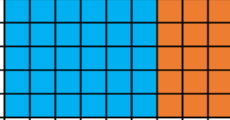
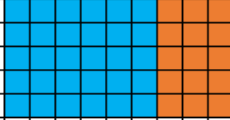
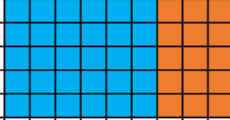
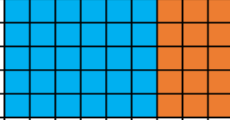
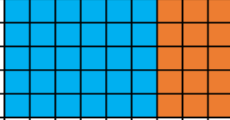
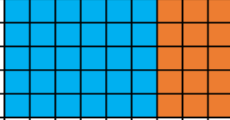
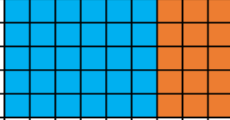
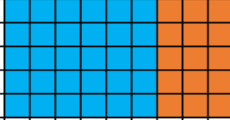
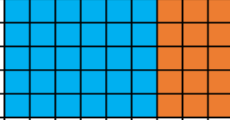
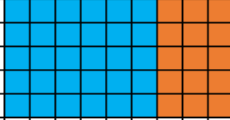
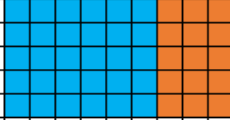
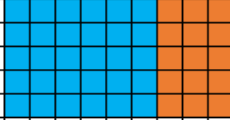
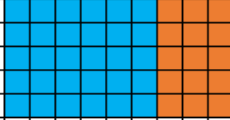
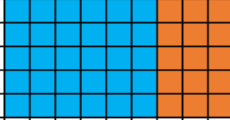
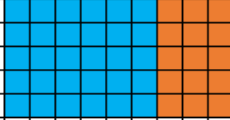
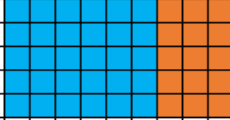
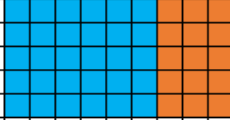
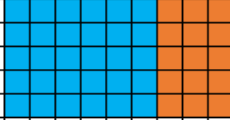
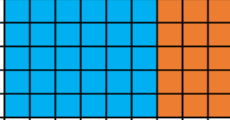
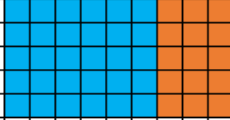
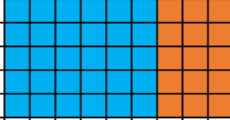
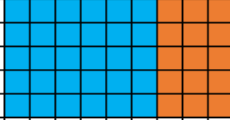
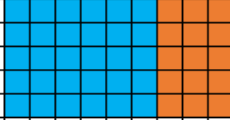
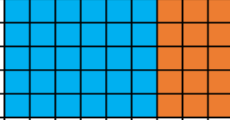
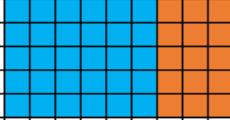
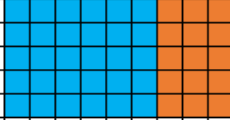
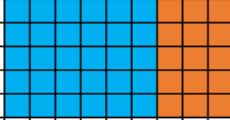
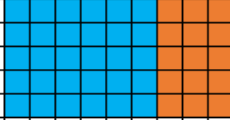
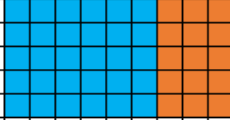
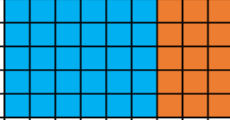
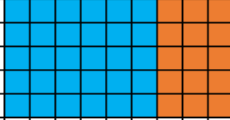
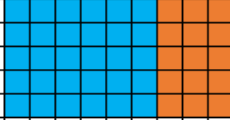
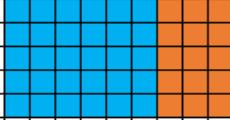
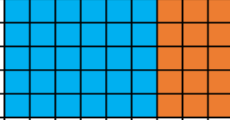
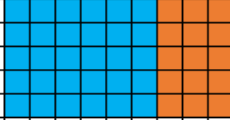
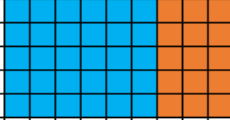
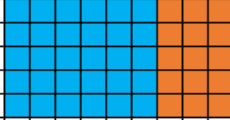
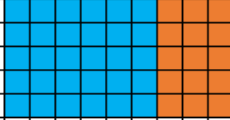
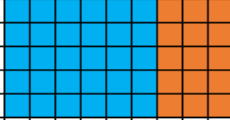
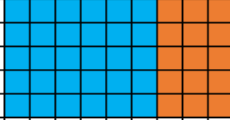
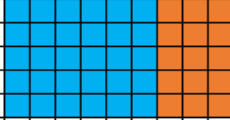
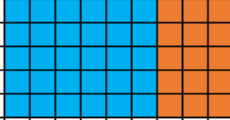
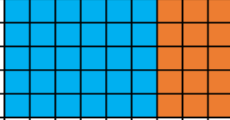
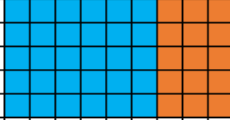
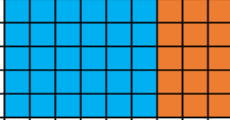
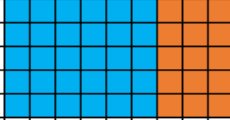
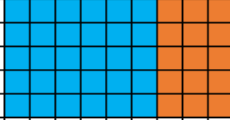
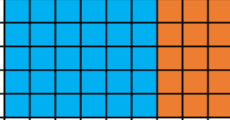
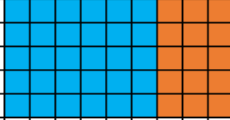
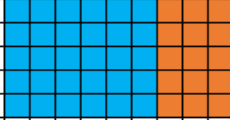
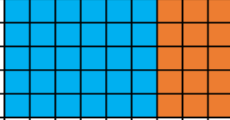
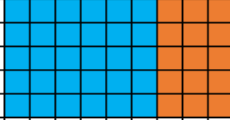
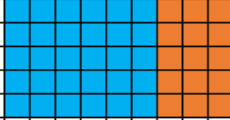
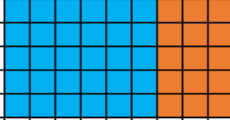
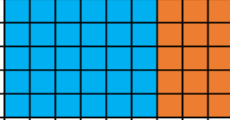
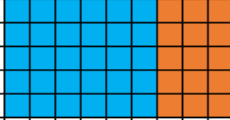
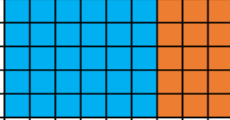
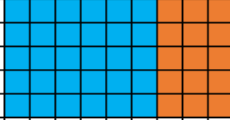
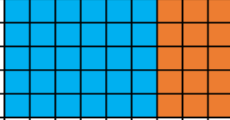
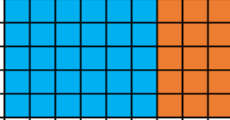
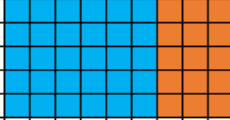
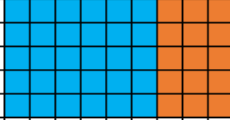
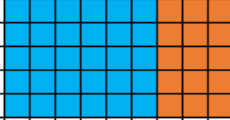
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																							
Nombre:	Escusado	Identificación:	Escusado																																				
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																				
Descripción: sanitario de 2 piezas, contiene una taza, tanque y un asiento.																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre del área:</th> <th>Baños oficina gerencial</th> <th>Abreviatura:</th> <th>BOG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fabricante:</td> <td>Desconocido</td> <td>Modelo:</td> <td>Desconocido</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Izq-Der (m):</td> <td></td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fre-Pos (m):</td> <td></td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area para maquinaria o equipo (m2):</td> <td></td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area para material (m2):</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area para el espacio del operador (m2):</td> <td></td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area de pasillos (m2):</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Area total (m2):</td> <td></td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre del área:	Baños oficina gerencial	Abreviatura:	BOG	Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido		Izq-Der (m):		0.5		Fre-Pos (m):		0.7		Area para maquinaria o equipo (m2):		0.35		Area para material (m2):		-		Area para el espacio del operador (m2):		0.15		Area de pasillos (m2):		-		Area total (m2):		0.5
Nombre del área:	Baños oficina gerencial	Abreviatura:	BOG																																				
Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido																																				
	Izq-Der (m):		0.5																																				
	Fre-Pos (m):		0.7																																				
	Area para maquinaria o equipo (m2):		0.35																																				
	Area para material (m2):		-																																				
	Area para el espacio del operador (m2):		0.15																																				
	Area de pasillos (m2):		-																																				
	Area total (m2):		0.5																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vista de plano</th> <th>Escala:</th> <th>1 cuadro</th> <th>=</th> <th>10 cm2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio del operador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasillo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Máquina</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Vista de plano		Escala:	1 cuadro	=	10 cm2	Material						Espacio del operador						Pasillo						Máquina											
Vista de plano		Escala:	1 cuadro	=	10 cm2																																		
Material																																							
Espacio del operador																																							
Pasillo																																							
Máquina																																							
Foto de referencia																																							

Figura A.1. 18 Hoja de registro de inventario del escusado del Área de baños oficina gerencial (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Baños oficina gerencial		Abreviatura:		BOG	
Nombre:		Lavamanos		Identificación:		Desconocido		Modelo:		Desconocido	
Elaborado por:		Maria Cristina Zavala Giles		Fecha:		Izo- Der (m):		Izo- Der (m):		0.6	
						Fre-Pos (m):		Fre-Pos (m):		0.5	
						Area para maquinaria o equipo (m2):		Area para maquinaria o equipo (m2):		0.3	
						Area para material (m2):		Area para material (m2):		-	
						Area para el espacio del operador (m2):		Area para el espacio del operador (m2):		0.15	
						Area de pasillos (m2):		Area de pasillos (m2):		-	
						Area total (m2):		Area total (m2):		0.45	
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											
											

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO					
Nombre:	Mesa banco	Identificación:	Mesa banco		
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24		
Descripción: Mesa banco de acero inoxidable con doble asiento.					
					

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Alacena	Identificación:	Alacena	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: botes de basura de plástico liviano con reborde enrollado.				
				

Nombre del área:		Comedor	Abreviatura:	CMD
Fabricante:	Izq- Der (m):	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Fre-Pos (m):			0.8
Area para maquinaria o equipo (m2):				0.6
Area para material (m2):				0.48
Area para el espacio del operador (m2):				-
Area de pasillos (m2):				0.24
Area total (m2):				-
				0.72

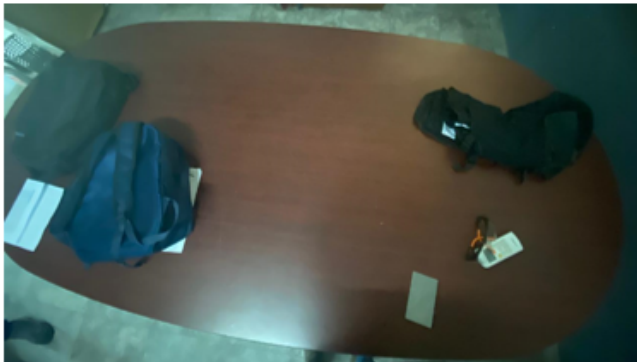
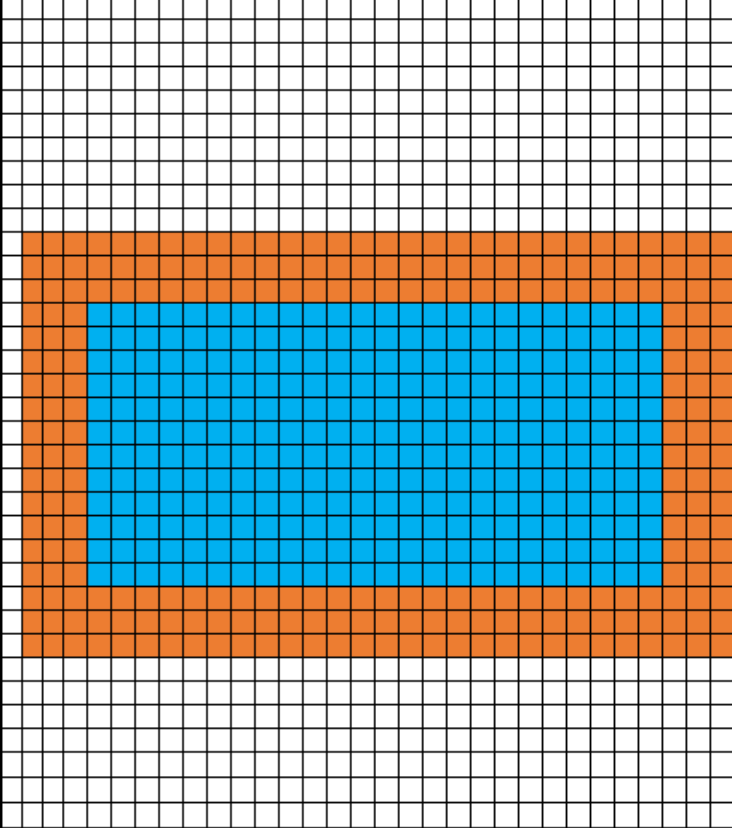
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.			
Nombre del área:	Oficina de diseño e ingeniería	Abreviatura:	ODI
Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Izq-Der (m):		1.2
	Fte-Pos (m):		0.5
	Area para maquinaria o equipo (m2):		0.6
	Area para material (m2):		-
	Area para el espacio del operador (m2):		0.72
	Area de pasillos (m2):		-
	Area total (m2):		1.32
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2

Foto de referencia	

Figura A.1. 23 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre: Elaborado por:	Librero Maria Cristina Zavala Giles	Identificación: Fecha:	Librero 07-may-24
Descripción: Librero de madera de 5 niveles			
Nombre del área: Oficina de diseño e ingeniería Abreviatura: ODI Desconocido			
Fabricante: Desconocido Izq- Der (m): 0.8 Fre-Pos (m): 0.4 Area para maquinaria o equipo (m2): 0.32 Area para material (m2): - Area para el espacio del operador (m2): 0.15 Area de pasillos (m2): - Area total (m2): 0.47			
			
Vista de plano Escala: 1 cuadro = 10 cm2			
Material Espacio del operador Pasillo Máquina			

Figura A.1. 25 Hoja de registro de inventario del librero del Área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Mesa de trabajo	Identificación:	Mesa	
Elaborado por:	Matia Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-mar-24	
Descripción: Mesa para planos de diseño, fabricada en metamina.				
				
Foto de referencia				
Nombre del área:	Oficina de diseño e ingeniería		Abreviatura:	ODI
Fabricante:	Desconocido		Modelo:	Desconocido
	Izq- Der (m):			1.2
	Fre-Pos (m):			2.4
	Area para maquinaria o equipo (m2):			2.88
	Area para material (m2):			-
	Area para el espacio del operador (m2):			2.52
	Area de pasillos (m2):			-
	Area total (m2):			5.4
				
Vista de plano			Escala:	1 cuadro = 10 cm2
			Material	
			Espacio del operador	
			Pasillo	
			Máquina	

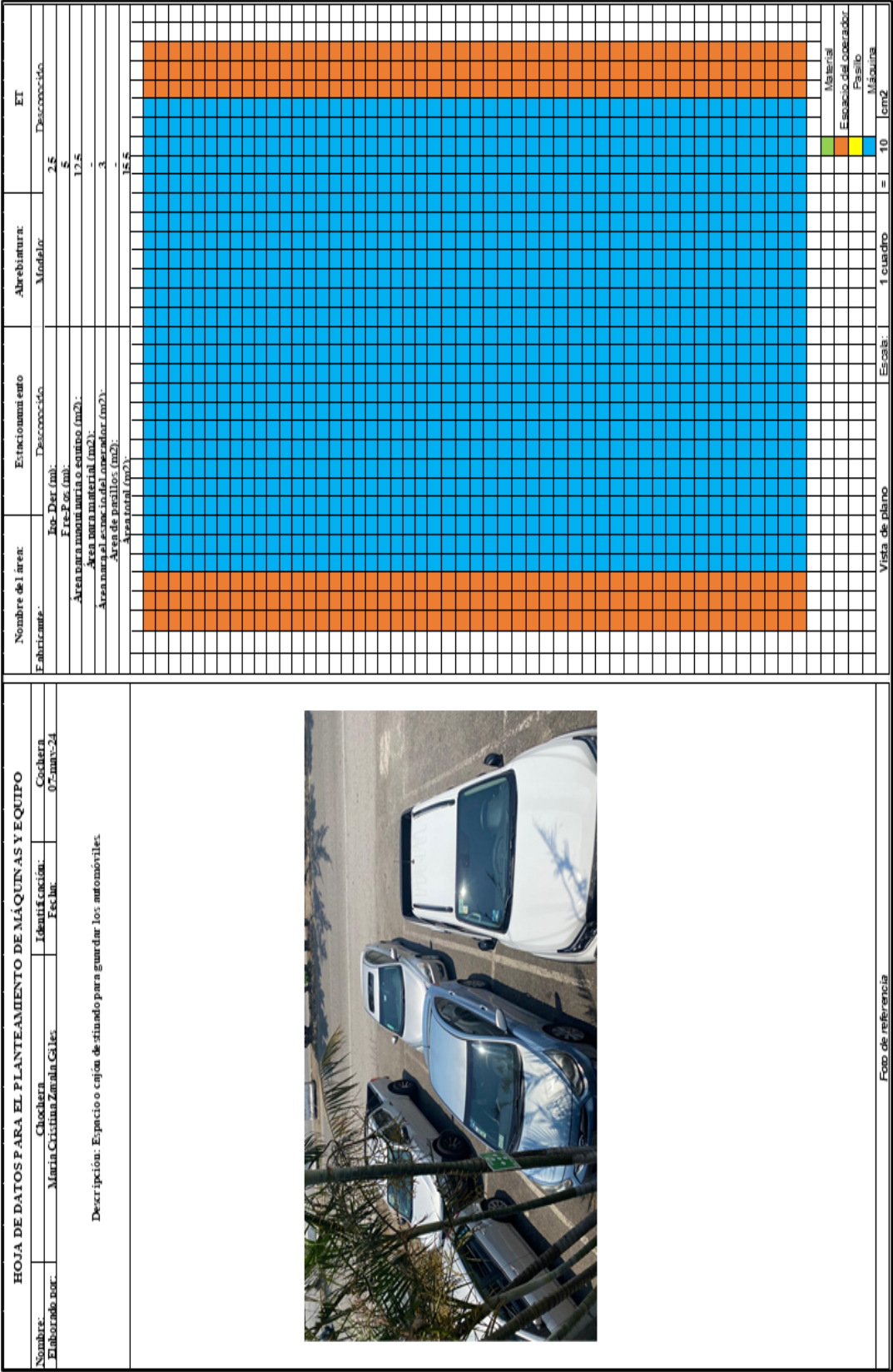


Figura A.1. 27 Hoja de registro de inventario de la cochera del Área de estacionamiento (Elaboración propia).

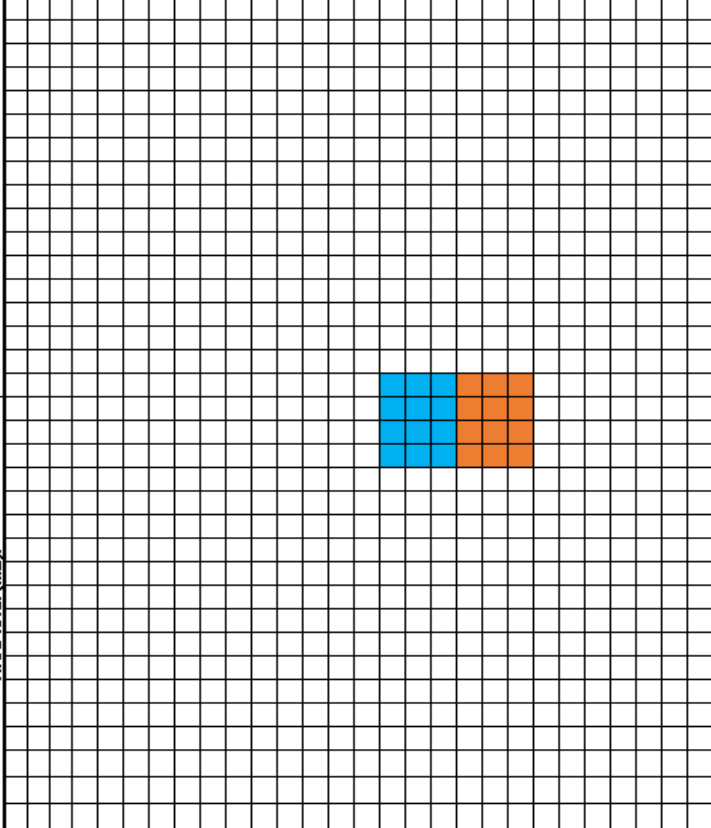
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre: Elaborado por:	Bote de basura Maria Cristina Zavala Giles	Identificación: Fecha:	Bote 07-may-24
Descripción: botes de basura de plástico liviano con reborde enrollado.			
			
Nombre del área:	Cuarto de intendencia	Abrebiatura:	CI
Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Izq- Der (m):		0.4
	Fre-Pos (m):		0.3
Área para maquinaria o equipo (m2):			0.12
Área para material (m2):			-
Área para el espacio del operador (m2):			0.12
Área de pasillos (m2):			-
Área total (m2):			0.24
			
Vista de plano			Escala:
1 cuadro =			10 cm2
Material Espacio del operador Pasillo Máquina			
Foto de referencia			

Figura A.1. 29 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).

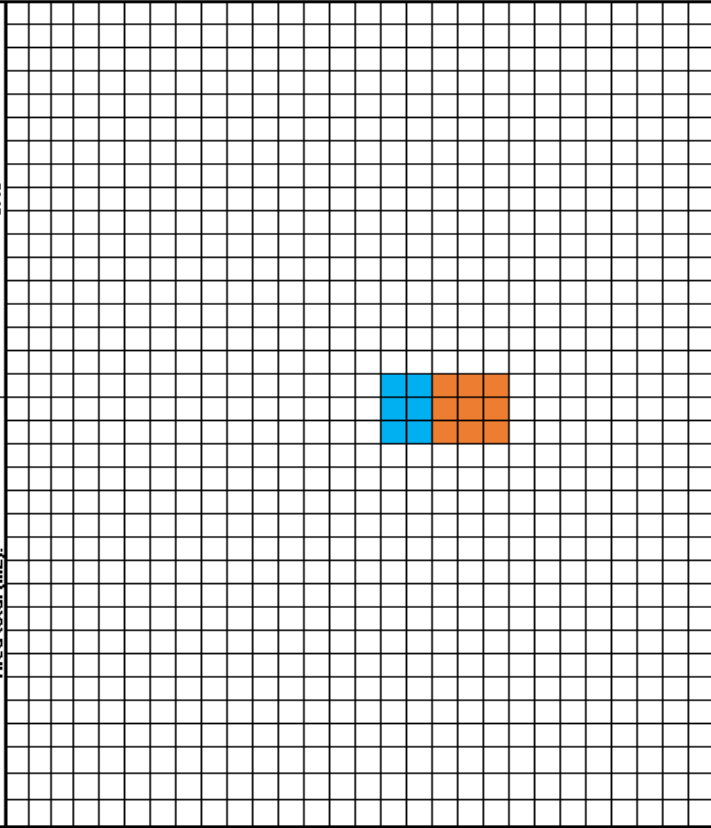
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Cuarto de intendencia	Abreviatura:	CI
Nombre: Elaborado por:	Cubeta Maria Cristina Zavala Giles	Identificación: Fecha:	Cubeta 07-may-24	Fabricante:	Desconocido		Modelo:	Desconocido
Descripción: Recipiente de plastico, con asa. 				Izq- Der (m):				0.3
				Fre-Pos (m):				0.2
				Area para maquinaria o equipo (m2):				0.06
				Area para material (m2):				-
				Area para el espacio del operador (m2):				0.09
				Area de pasillos (m2):				-
				Area total (m2):				0.15
								
Material Espacio del operador Pasillo Máquina								
Vista de plano						Escala:	1 cuadro	= 10 cm2

Figura A.1. 32 Hoja de registro de inventario de la cubeta del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).

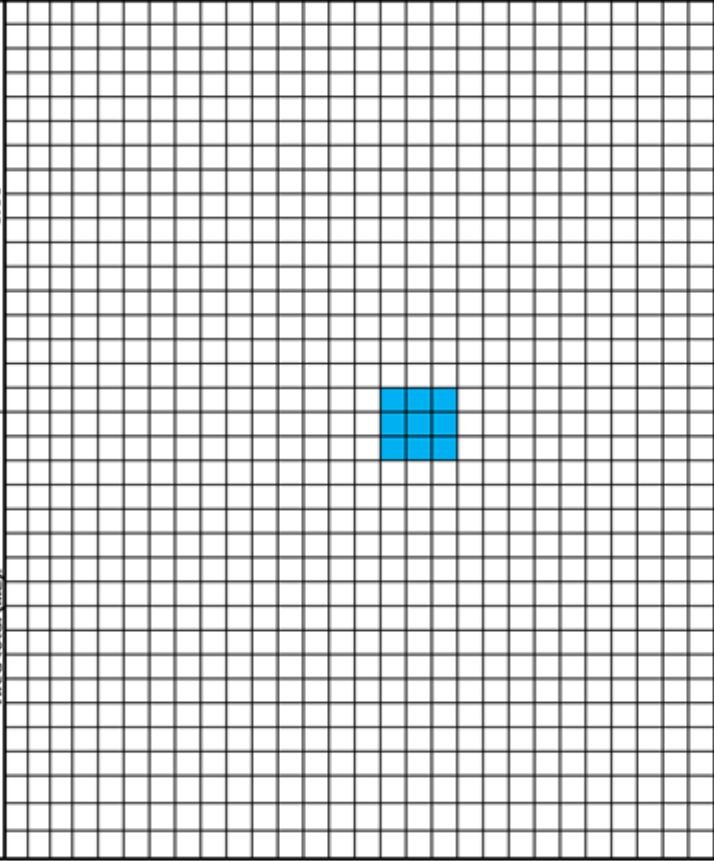
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Recogedor	Identificación:	Recogedor
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Recogedor de basura, elaborado con plastico reforzado.			
			
Nombre del área: Fabricante:		Cuarto de intendencia Desconocido	
Abreviatura: Modelo:		Desconocido	
Izq- Der (m):		0.3	
Fre-Pos (m):		0.3	
Área para maquinaria o equipo (m2):		0.09	
Área para material (m2):		-	
Área para el espacio del operador (m2):		-	
Área de pasillos (m2):		-	
Área total (m2):		0.09	
			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2

Foto de referencia

Figura A.1. 33 Hoja de registro de inventario del recogedor del Área del cuarto de intendencia (Elaboración propia).

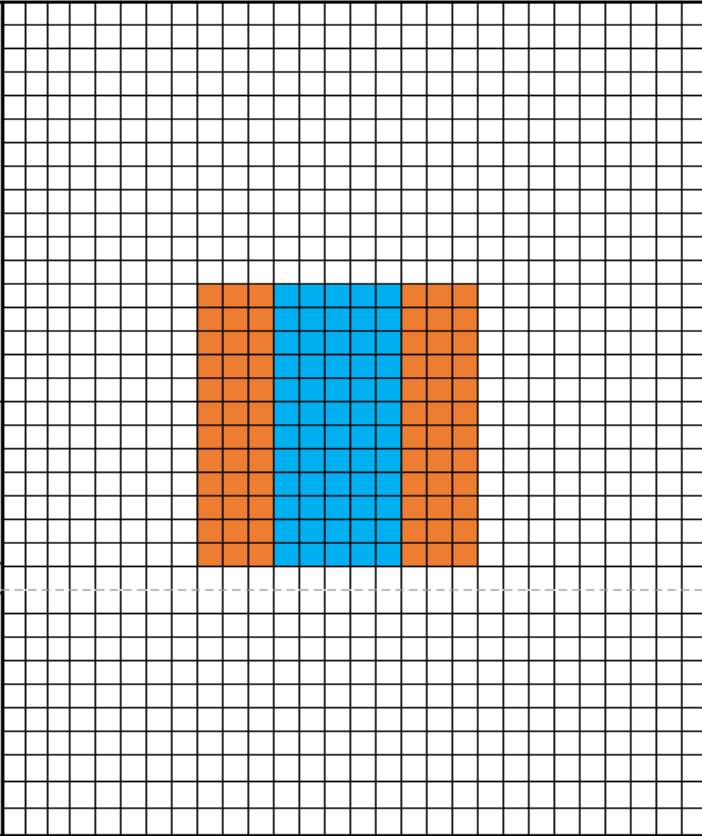
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.			
			
<i>Foto de referencia</i>			
Nombre del área:	Oficina de contabilidad	Abreviatura:	OC
Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Izq-Der (m):		1.2
	Fte-Pos (m):		0.5
	Area para maquinaria o equipo (m2):		0.6
	Area para material (m2):		-
	Area para el espacio del operador (m2):		0.72
	Area de pasillos (m2):		-
	Area total (m2):		1.32
			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2

Figura A.1. 34 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Archivo	Identificación:	Archivo
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.			
			
Foto de referencia			

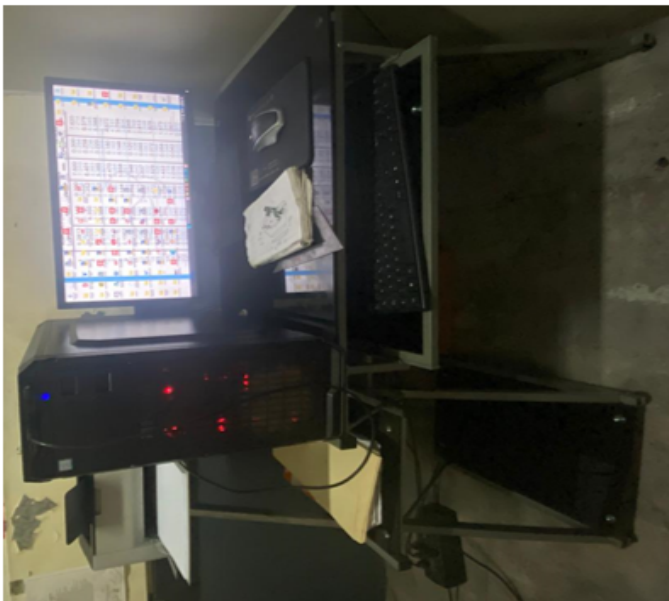
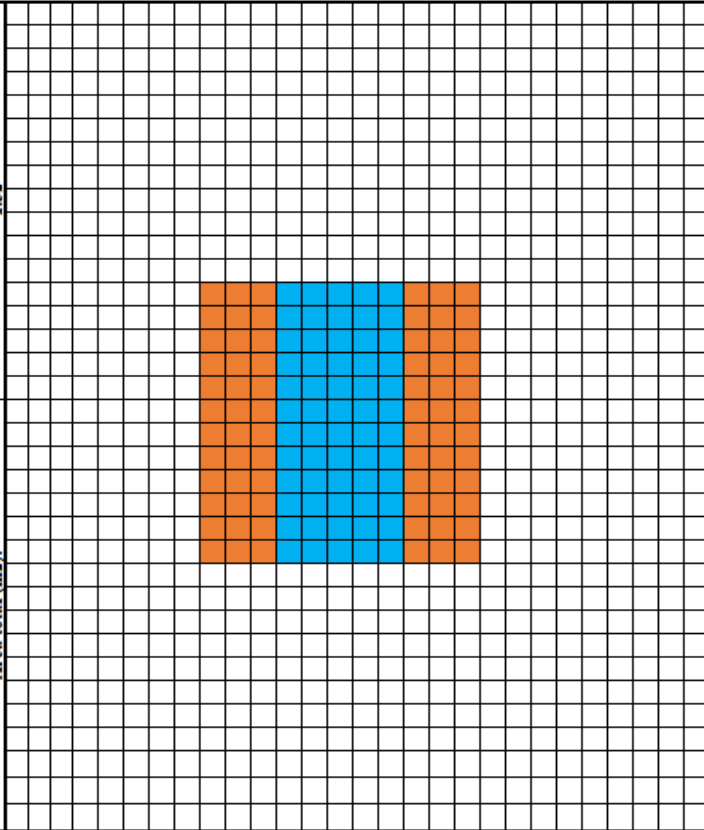
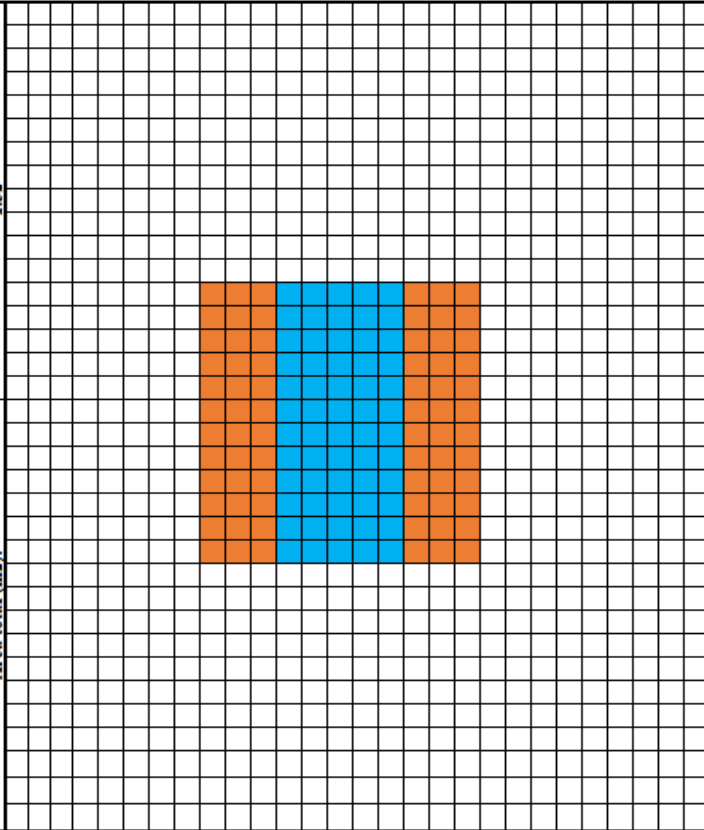
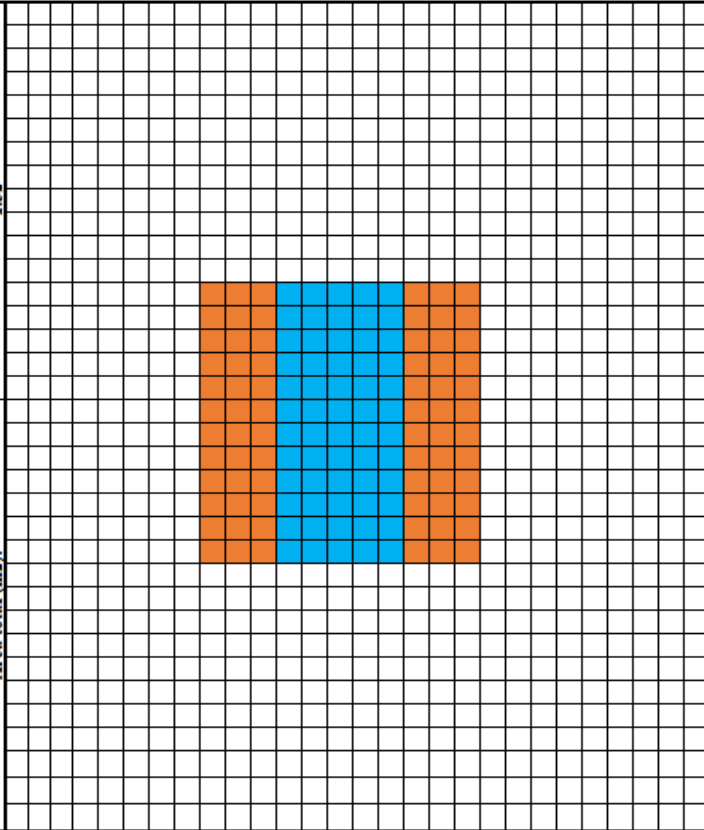
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																																																																																																																											
Nombre:		Escritorio		Identificación:		Escritorio																																																																																																																																					
Elaborado por:		Maria Cristina Zavala Giles		Fecha:		07-may-24																																																																																																																																					
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.																																																																																																																																											
						<table><tr><td colspan="2">Nombre del área:</td><td colspan="2">Recepción planta baja</td><td colspan="2">Abreviatura:</td><td colspan="2">RCP</td></tr><tr><td colspan="2">Fabricante:</td><td colspan="2">Desconocido</td><td colspan="2">Modelo:</td><td colspan="2">Desconocido</td></tr><tr><td colspan="2">Izq- Der (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.2</td></tr><tr><td colspan="2">Fre-Pos (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.5</td></tr><tr><td colspan="2">Area para maquinaria o equipo (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.6</td></tr><tr><td colspan="2">Area para material (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Area para el espacio del operador (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.72</td></tr><tr><td colspan="2">Area de pasillos (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Area total (m2):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.32</td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="6"></td><td colspan="6"><table><tr><td></td><td>Material</td></tr><tr><td></td><td>Espacio del operador</td></tr><tr><td></td><td>Pasillo</td></tr><tr><td></td><td>Máquina</td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="6">Vista de plano</td><td colspan="2">Escala:</td><td colspan="2">1 cuadro</td><td colspan="2">= 10 cm2</td></tr><tr><td colspan="12">Foto de referencia</td></tr></table>						Nombre del área:		Recepción planta baja		Abreviatura:		RCP		Fabricante:		Desconocido		Modelo:		Desconocido		Izq- Der (m):						1.2		Fre-Pos (m):						0.5		Area para maquinaria o equipo (m2):						0.6		Area para material (m2):						-		Area para el espacio del operador (m2):						0.72		Area de pasillos (m2):						-		Area total (m2):						1.32																				<table><tr><td></td><td>Material</td></tr><tr><td></td><td>Espacio del operador</td></tr><tr><td></td><td>Pasillo</td></tr><tr><td></td><td>Máquina</td></tr></table>							Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina	Vista de plano						Escala:		1 cuadro		= 10 cm2		Foto de referencia											
Nombre del área:		Recepción planta baja		Abreviatura:		RCP																																																																																																																																					
Fabricante:		Desconocido		Modelo:		Desconocido																																																																																																																																					
Izq- Der (m):						1.2																																																																																																																																					
Fre-Pos (m):						0.5																																																																																																																																					
Area para maquinaria o equipo (m2):						0.6																																																																																																																																					
Area para material (m2):						-																																																																																																																																					
Area para el espacio del operador (m2):						0.72																																																																																																																																					
Area de pasillos (m2):						-																																																																																																																																					
Area total (m2):						1.32																																																																																																																																					
																																																																																																																																											
						<table><tr><td></td><td>Material</td></tr><tr><td></td><td>Espacio del operador</td></tr><tr><td></td><td>Pasillo</td></tr><tr><td></td><td>Máquina</td></tr></table>							Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina																																																																																																																								
	Material																																																																																																																																										
	Espacio del operador																																																																																																																																										
	Pasillo																																																																																																																																										
	Máquina																																																																																																																																										
Vista de plano						Escala:		1 cuadro		= 10 cm2																																																																																																																																	
Foto de referencia																																																																																																																																											

Figura A.1. 38 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).

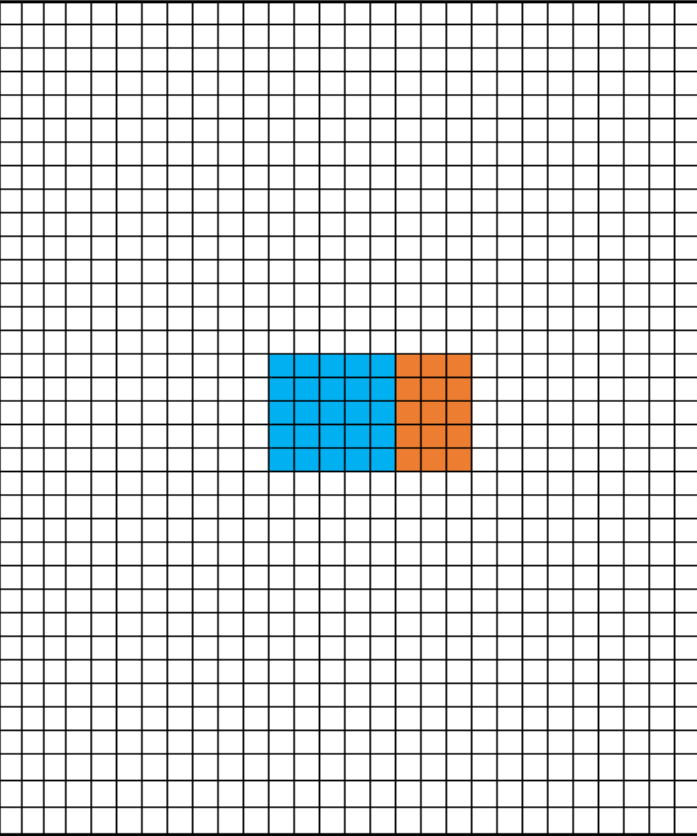
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Silla	Identificación:	Silla	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-mav-24	
Descripción: Silla plegable y acolchonada color negro.				
		Nombre del área:		
		Recepción planta baja		RCP
		Abrebiatura:		
		Modelo:		Desconocido
		Fabricante:		
Izq- Der (m):		0.5		
Fre-Pos (m):		0.5		
Area para maquinaria o equipo (m2):		0.25		
Area para material (m2):		-		
Area para el espacio del operador (m2):		0.15		
Area de pasillos (m2):		-		
Area total (m2):		0.4		
				
Vista de plano		Escala:	1 cuadro =	10 cm2

Figura A.1. 39 Hoja de registro de inventario de la silla del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).

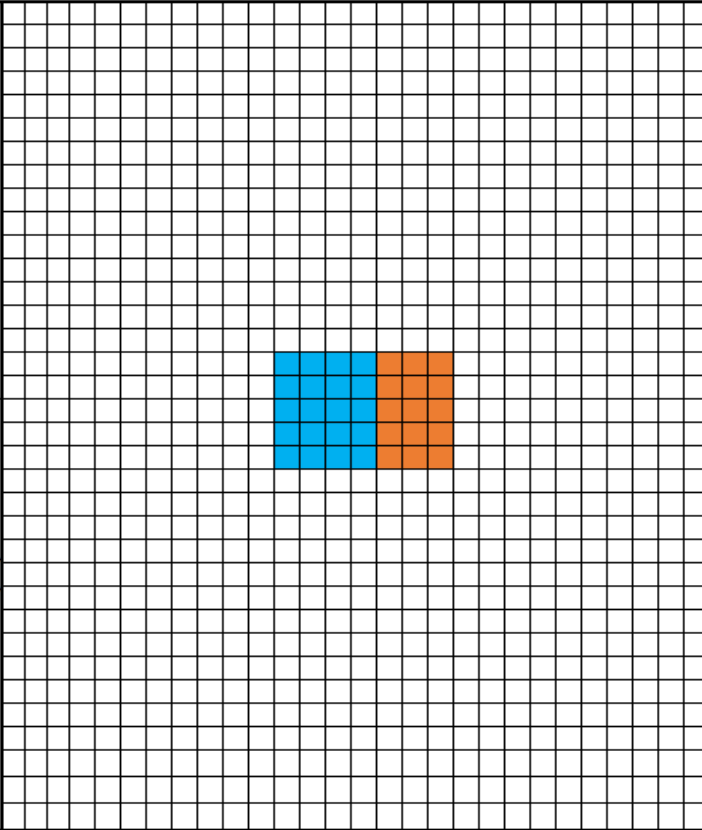
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Recepción planta baja		Abreviatura:		RCP									
Nombre:	Archivero	Identificación:	Archivero	Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido									
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Izq. Der (m):		Fre-Pos (m):				0.5									
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.				Area para maquinaria o equipo (m2):						0.4									
				Area para material (m2):						0.2									
				Area para el espacio del operador (m2):						0.15									
				Area de pasillos (m2):						-									
				Area total (m2):						0.35									
																			
												Material							
												Espacio del operador							
												Pasillo							
												Máquina							
Vista de plano				Escala:		1 cuadro		= 10		cm2									

Foto de referencia

Figura A.1. 40 Hoja de registro de inventario del archivero del Área de recepción planta baja (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:		Baños planta baja		Abreviatura:		BPB	
Nombre:		Escusado		Identificación:		Desconocido		Modelo:		Desconocido	
Elaborado por:		Maria Cristina Zavala Giles		Fecha:		Izq- Der (m):		0.5			
						Fre-Pos (m):		0.7			
						Area para maquinaria o equipo (m2):		0.35			
						Area para material (m2):		-			
						Area para el espacio del operador (m2):		0.15			
						Area de pasillos (m2):		-			
						Area total (m2):		0.5			
Foto de referencia											
Vista de plano								Escala:		1 cuadro = 10 cm2	

Figura A.1. 41 Hoja de registro de inventario del escusado del Área de baños planta baja (Elaboración propia).

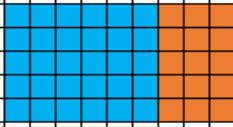
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Lavamanos	Identificación:	Lavamanos
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: lavabo con pedestal, fabricado en porcelana sanitaria de color blanco.			
			
Nombre del área:		Baños planta baja	
Fabricante:		Abreviatura:	
Izq- Der (m):		Modelo:	
Fre-Pos (m):		Desconocido	
Área para maquinaria o equipo (m2):		0.6	
Área para material (m2):		0.5	
Área para el espacio del operador (m2):		0.3	
Área de pasillos (m2):		-	
Área total (m2):		0.15	
Área total (m2):		-	
Área total (m2):		0.45	
Vista de plano		Escala:	
1 cuadro		= 10 cm2	

Foto de referencia

Figura A.1. 42 Hoja de registro de inventario del lavamanos del Área de baños planta baja (Elaboración propia).

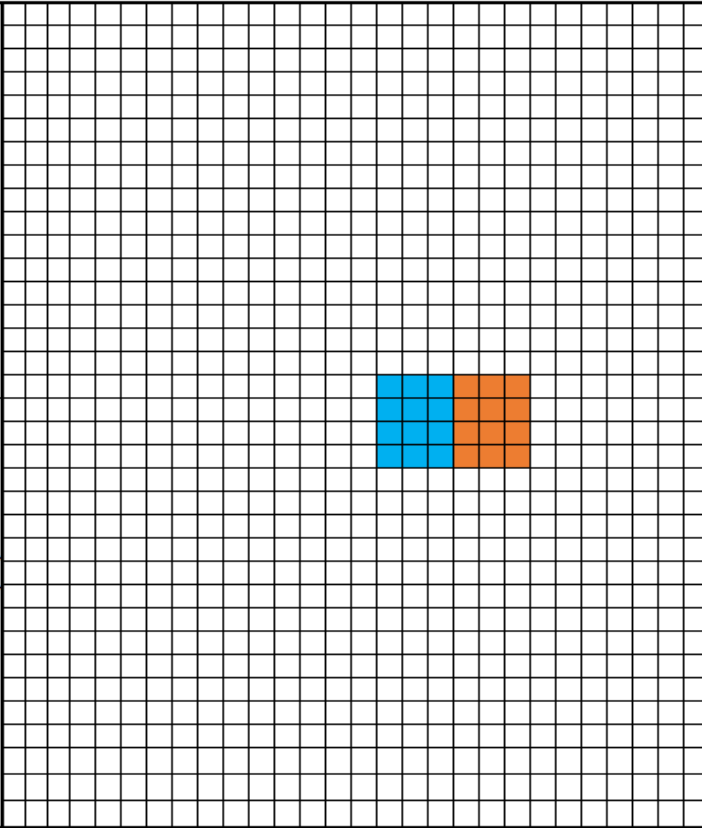
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Bote de basura	Identificación:	Bote
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: botes de basura de plástico liviano con reborde enrollado.			
			
Nombre del área:		Baños planta baja	
Fabricante:		Modelo:	
Izq- Der (m):		Desconocido	
Fre-Pos (m):		0.4	
Area para maquinaria o equipo (m2):		0.3	
Area para material (m2):		0.12	
Area para el espacio del operador (m2):		-	
Area de pasillos (m2):		0.12	
Area total (m2):		0.24	
			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2
Foto de referencia			

Figura A.1. 43 Hoja de registro de inventario del bote de basura del Área de baños planta baja (Elaboración propia).

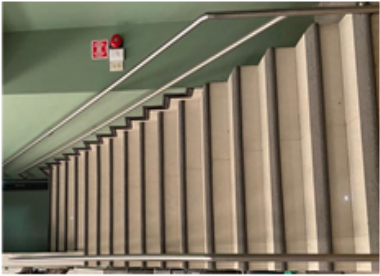
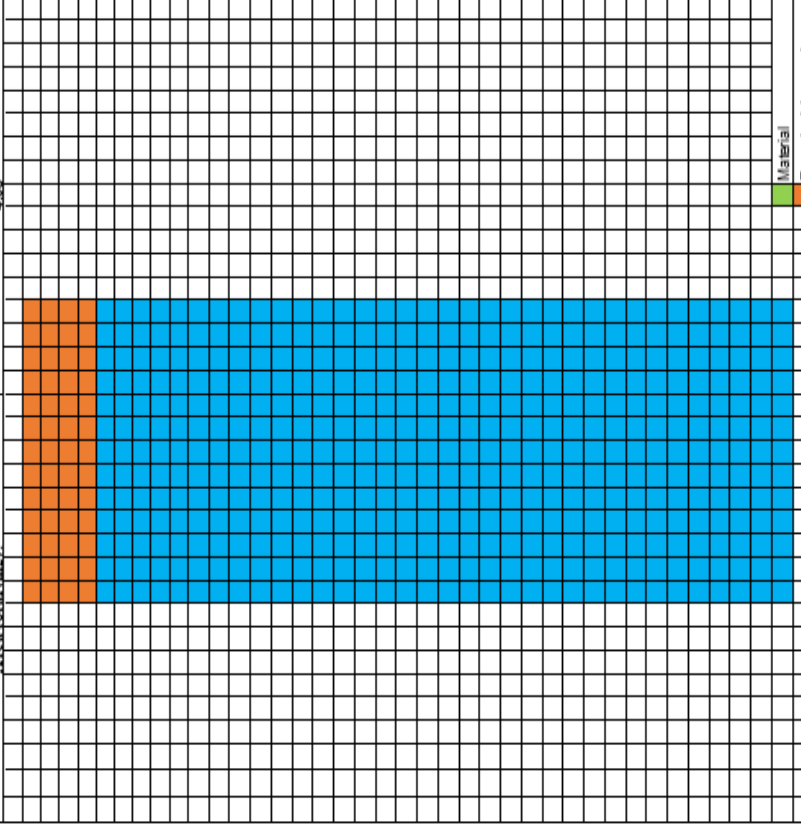
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Escaleras 1	Identificación:	Escaleras para oficina	
Elaborado por:	Maria Cristina Zamala Giles	Fecha:	07-mar-24	
Descripción: Escalera con escalones de concreto y pasamanos de metal.				
				
Nombre del área:		Escaleras 1	Abreviatura:	ESC1
Fabricante:		Desconocido	Modelo:	Desconocido
It-0- Der (m):				1.3
Fre-Pos (m):				3.3
Área para maquinaria o equipo (m2):				4.29
Área para material (m2):				-
Área para el espacio del operador (m2):				0.39
Área de pasillos (m2):				-
Área total (m2):				4.68
				
Vista de plano			Escal.: 1 cuadro	= 10 cm2
Foto de referencia				

Figura A.1. 44 Hoja de registro de inventario de las escaleras del Área de escaleras 1 (Elaboración propia).

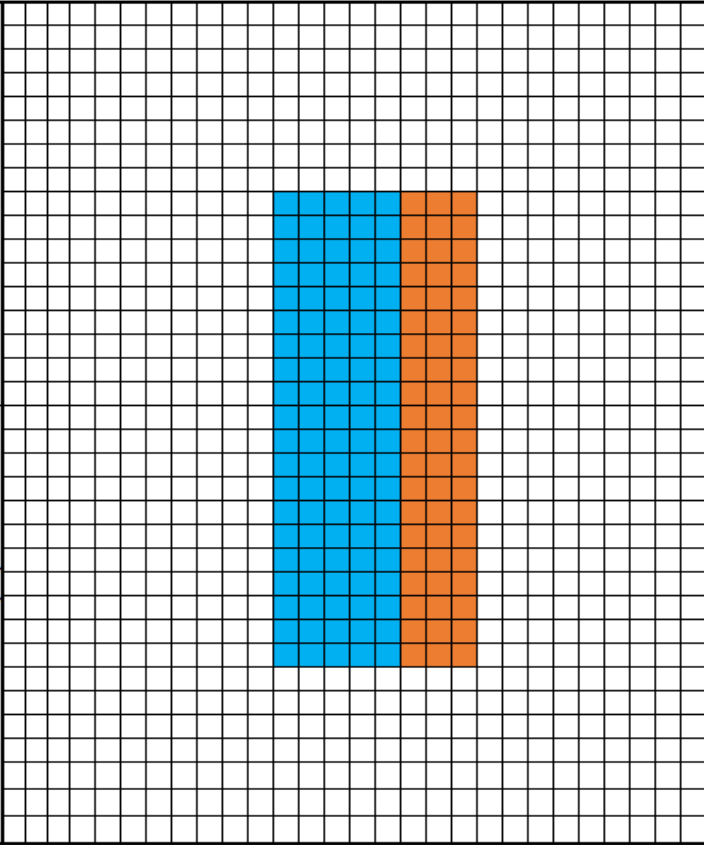
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Contenedores de desechos	Identificación:	Contenedores	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: cubo de metal con dos divisiones y un par de puertas de metal.				
				
Foto de referencia				
Nombre del área:	Área de desechos		Abreviatura:	ADD
Fabricante:	Izq- Der (m):	Empresa	Modelo:	Desconocido
	Fre-Pos (m):			2
				0.5
Area para maquinaria o equipo (m2):				1
Area para material (m2):				
Area para el espacio del operador (m2):				-
Area de pasillos (m2):				0.6
				-
Area total (m2):				1.6
				
Material Espacio del operador Pasillo Máquina				
Vista de plano			Escala:	
			1 cuadro	=
				10 cm2

Figura A.1. 45 Hoja de registro de inventario de los contenedores de desechos del Área de desechos (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nombre:	Subestación eléctrica	Identificación:	Transformadores																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Descripción: jaula de metal con transformadores de energía eléctrica.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nombre del área:		Transformadores	Abreviatura:	TMS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Fabricante:		Desconocido	Modelo:	Desconocido																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Izq-Der (m):				5.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Fte-Pos (m):				2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Área para maquinaria o equipo (m2):				14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Área para material (m2):				-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Área para el espacio del operador (m2):				-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Área de pasillos (m2):				-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Área total (m2):				14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Figura A.1. 46 Hoja de registro de inventario de la subestación eléctrica del Área de transformadores (Elaboración propia).

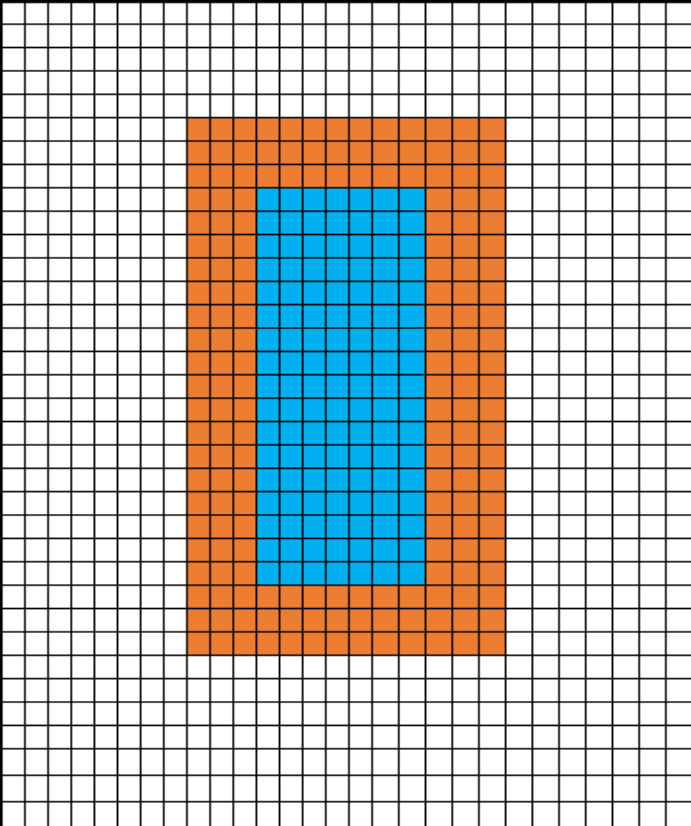
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Fresadora chica	Identificación:	Fresadora chica	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: fresadora vertical de acero.				
				
Foto de referencia				
Nombre del área:		Producción 1	Abreviatura:	PRD 1
Fabricante:		Desconocido	Modelo:	Desconocido
Izq- Der (m):				1.7
Fre-Pos (m):				0.7
Área para maquinaria o equipo (m2):				1.19
Área para material (m2):				-
Área para el espacio del operador (m2):				1.8
Área de pasillos (m2):				-
Área total (m2):				2.99
				
Vista de plano			Escala: 1 cuadro	= 10 cm2
			Material	
			Espacio del operador	
			Pasillo	
			Máquina	

Figura A.1. 47 Hoja de registro de inventario de la fresadora chica del Área de producción 1 (Elaboración propia).

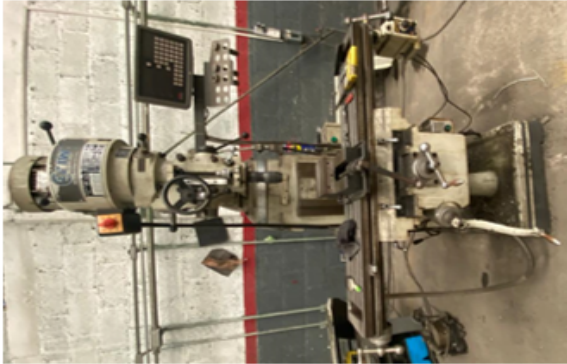
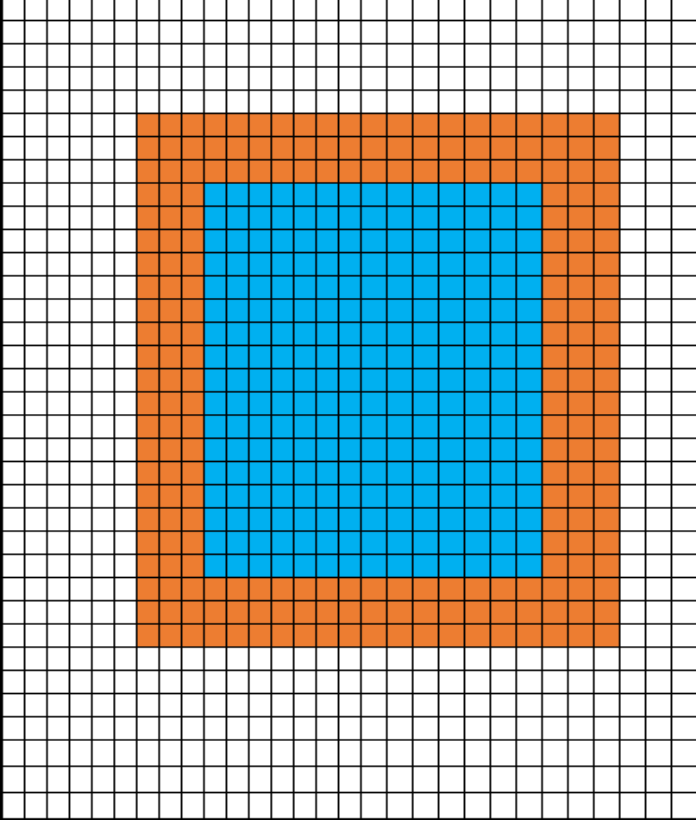
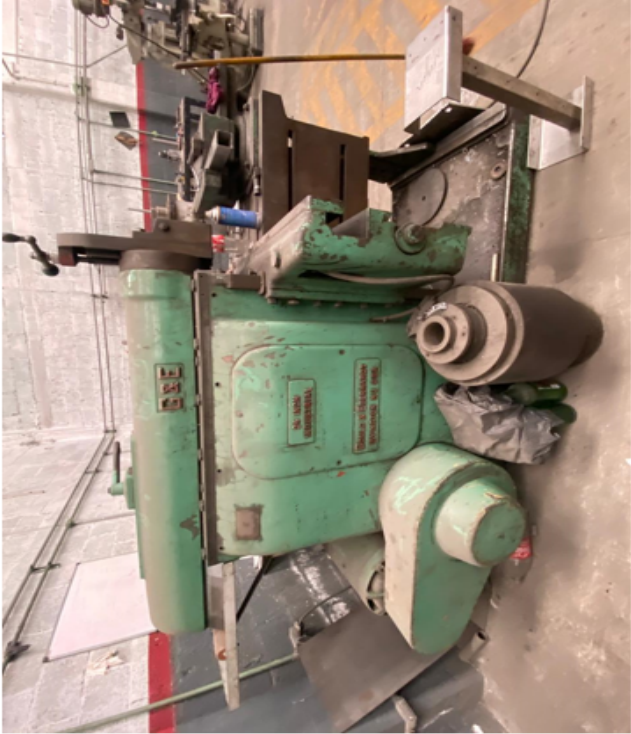
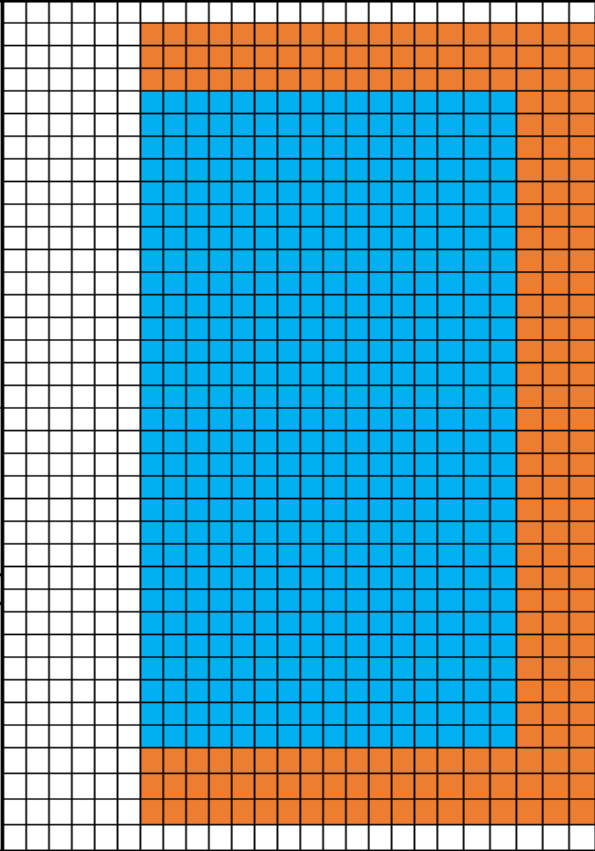
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO													
Nombre:	Fresadora grande	Identificación:	Fresadora grande										
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24										
Descripción: fresadora vertical de acero.													
Nombre del área:		Producción 1	Abreviatura:										
Fabricante:		Desconocido	Modelo:										
Izq- Der (m):			1.7										
Fre-Pos (m):			1.4										
Área para maquinaria o equipo (m2):			2.38										
Área para material (m2):			-										
Área para el espacio del operador (m2):			2.22										
Área de pasillos (m2):			-										
Área total (m2):			4.6										
													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio del operador</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasillo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Máquina</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Material		Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina	
		Material											
		Material											
		Espacio del operador											
Pasillo													
Máquina													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vista de plano</th> <th>Escala:</th> <th>1 cuadro</th> <th>=</th> <th>10</th> <th>cm2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10	cm2						
Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10	cm2								
Foto de referencia													

Figura A.1. 48 Hoja de registro de inventario de la fresadora grande del Área de producción 1 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Torno convencional 1	Identificación:	Torno convencional 1	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: torno de metal es impulsado por un motor de CC con potencia: 1100 W.				

Nombre del área:		Producción 1	Abrebiatura:	PRD 1
Fabricante:	Izq- Der (m):	Desconocido	Modelo:	Desconocido
	Fre-Pos (m):			
	Área para maquinaria o equipo (m2):			
	Área para material (m2):			
	Área para el espacio del operador (m2):			
	Área de pasillos (m2):			
	Área total (m2):			

Figura A.1. 49 Hoja de registro de inventario del torno convencional 1 del Área de producción 1 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Torno convencional 2	Identificación:	Torno convencional 2
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: torno de metal es impulsado por un motor de CC con potencia: 1100 W.			
			
Nombre del área:		Producción 1	PRD 1
Fabricante:		Modelo:	Desconocido
Izq- Der (m):			2.9
Fre-Pos (m):			1.6
Área para maquinaria o equipo (m ²):			4.64
Área para material (m ²):			-
Área para el espacio del operador (m ²):			2.01
Área de pasillos (m ²):			-
Área total (m ²):			6.65
			
Material			
Espacio del operador			
Pasillo			
Máquina			
Vista de plano			
Escala:			
1 cuadro =			10 cm ²
Foto de referencia			

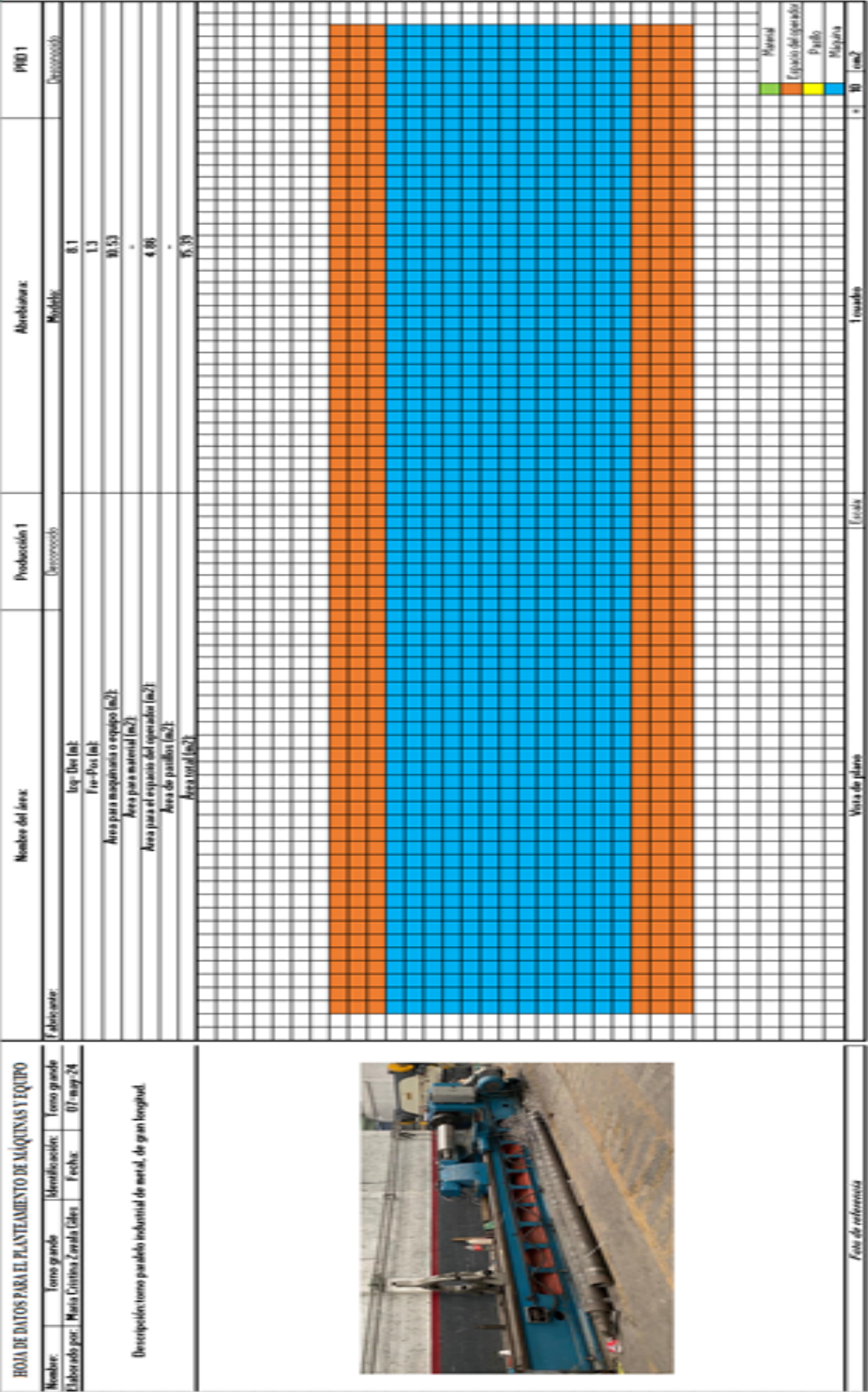


Figura A.1. 51 Hoja de registro de inventario del torno grande del Área de producción 1 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Mesa de trabajo 1	Identificación:	Mesa de trabajo 1
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Mesa de trabajo de acero inoxidable.			
			
Foto de referencia			

Nombre del área:		Producción 1		Abreviatura:		PRD 1	
Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido	
Izq- Der (m):						2	
Fre-Pos (m):						0.7	
Area para maquinaria o equipo (m2):						1.4	
Area para material (m2):						-	
Area para el espacio del operador (m2):						1.98	
Area de pasillos (m2):						-	
Area total (m2):						3.38	

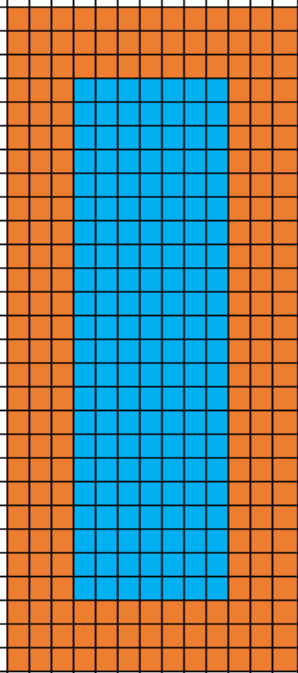
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																																																																																													
Nombre:	Mesa de trabajo 2	Identificación:	Mesa de trabajo 2																																																																																																										
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																																																																																										
Descripción: Mesa de trabajo de acero inoxidable.																																																																																																													
																																																																																																													
<table><tr><td colspan="2">Nombre del área:</td><td colspan="2">Producción 1</td><td colspan="2">Abreviatura:</td><td colspan="2">PRD 1</td></tr><tr><td colspan="2">Fabricante:</td><td colspan="2">Empresa</td><td colspan="2">Modelo:</td><td colspan="2">Desconocido</td></tr><tr><td colspan="2">Izq- Der (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">2.2</td></tr><tr><td colspan="2">Fre-Pos (m):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">0.7</td></tr><tr><td colspan="2">Área para maquinaria o equipo (m²):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.54</td></tr><tr><td colspan="2">Área para material (m²):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Área para el espacio del operador (m²):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">2.1</td></tr><tr><td colspan="2">Área de pasillos (m²):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">-</td></tr><tr><td colspan="2">Área total (m²):</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">3.64</td></tr></table>  <table><tr><td colspan="2">Vista de plano</td><td colspan="2">Escala:</td><td colspan="2">1 cuadro =</td><td colspan="2">10 cm2</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr></table> <table><tr><td colspan="2">Material</td><td colspan="2">Espacio del operador</td><td colspan="2">Pasillo</td><td colspan="2">Máquina</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr></table>						Nombre del área:		Producción 1		Abreviatura:		PRD 1		Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido		Izq- Der (m):						2.2		Fre-Pos (m):						0.7		Área para maquinaria o equipo (m²):						1.54		Área para material (m²):						-		Área para el espacio del operador (m²):						2.1		Área de pasillos (m²):						-		Área total (m²):						3.64		Vista de plano		Escala:		1 cuadro =		10 cm2										Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina									
Nombre del área:		Producción 1		Abreviatura:		PRD 1																																																																																																							
Fabricante:		Empresa		Modelo:		Desconocido																																																																																																							
Izq- Der (m):						2.2																																																																																																							
Fre-Pos (m):						0.7																																																																																																							
Área para maquinaria o equipo (m²):						1.54																																																																																																							
Área para material (m²):						-																																																																																																							
Área para el espacio del operador (m²):						2.1																																																																																																							
Área de pasillos (m²):						-																																																																																																							
Área total (m²):						3.64																																																																																																							
Vista de plano		Escala:		1 cuadro =		10 cm2																																																																																																							
Material		Espacio del operador		Pasillo		Máquina																																																																																																							

Figura A.1. 53 Hoja de registro de inventario de la mesa de producción 1 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Casillero para herramientas	Identificación:	Casillero para herramientas
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Casillero de acero inoxidable con dos puertas.			
			
Foto de referencia			
Vista de plano		Escala:	1 cuadro
= 10		cm2	
PRD 1		Desconocido	
Abrebiatura:		Modelo:	
Izq- Der (m):		0.7	
Fre-Pos (m):		0.4	
Área para maquinaria o equipo (m2):		0.28	
Área para material (m2):		-	
Área para el espacio del operador (m2):		0.21	
Área de pasillos (m2):		-	
Área total (m2):		0.49	
Material		Espacio del operador	
Pasillo		Máquina	

Figura A.1. 54 Hoja de registro de inventario del casillero para herramientas del Área de producción 1 (Elaboración propia).

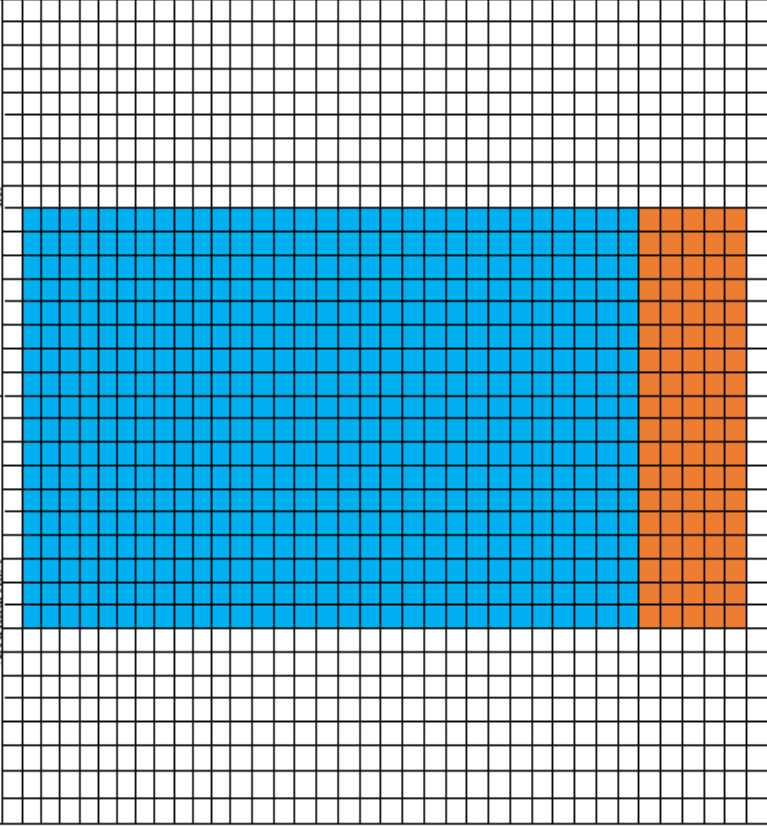
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Rack	Identificación:	Rack de sobrantes	
Elaborado por:	Maria Cristina Zamala Gilles	Fecha:	05-mar-24	
Descripción: rack en forma de rejilla de acero inoxidable con 8 compartimentos.				
				
Nombre del área:		Área de cortadora		ADCT
Fabricante:		Modelo:		Desconocido
Ite-Dir (m):		Enchufe:		1.8
Fre-2 es (m):				3
Área para material o equipo (m2):				5.4
Área para material (m2):				-
Área para el espacio del operador (m2):				0.0
Área de muelles (m2):				-
Área total (m2):				6.3
				
Vista de plano				
Escala:		1 cuadro =		10 cm2

Figura A.1. 57 Hoja de registro de inventario del rack del Área de cortadora (Elaboración propia).

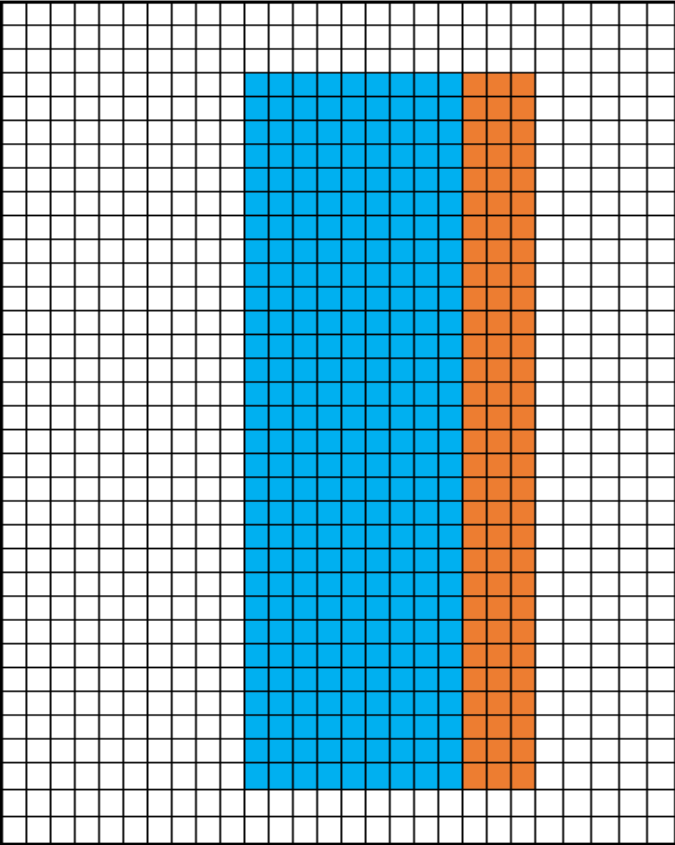
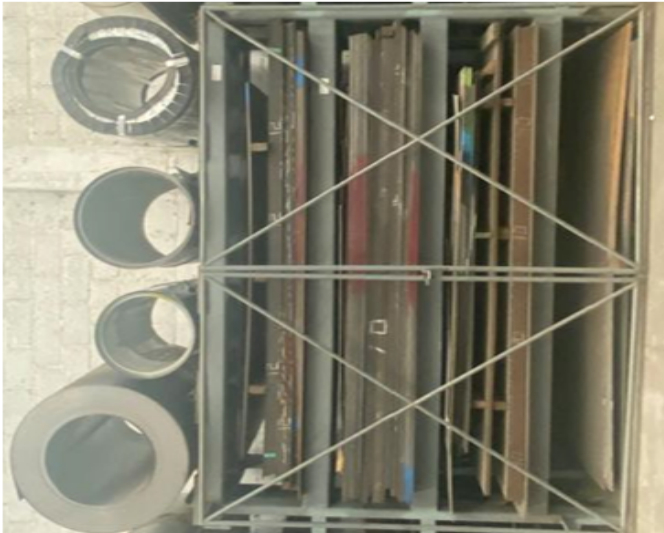
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																							
Nombre:	Anaquel	Identificación:	Anaquel de sobrantes																																				
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24																																				
Descripción: Anaquel de acero inoxidable con 5 niveles.																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre del área:</th> <th>Área de cortadora</th> <th>Abreviatura:</th> <th>ADCT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fabricante:</td> <td>Empresa</td> <td>Modelo:</td> <td>Desconocido</td> </tr> <tr> <td>Izq-Der (m):</td> <td></td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Fre-Pos (m):</td> <td></td> <td></td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Área para maquinaria o equipo (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Área para material (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Área para el espacio del operador (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Área de pasillos (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Área total (m2):</td> <td></td> <td></td> <td>3.6</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre del área:	Área de cortadora	Abreviatura:	ADCT	Fabricante:	Empresa	Modelo:	Desconocido	Izq-Der (m):			3	Fre-Pos (m):			0.9	Área para maquinaria o equipo (m2):			2.7	Área para material (m2):			-	Área para el espacio del operador (m2):			0.9	Área de pasillos (m2):			-	Área total (m2):			3.6
Nombre del área:	Área de cortadora	Abreviatura:	ADCT																																				
Fabricante:	Empresa	Modelo:	Desconocido																																				
Izq-Der (m):			3																																				
Fre-Pos (m):			0.9																																				
Área para maquinaria o equipo (m2):			2.7																																				
Área para material (m2):			-																																				
Área para el espacio del operador (m2):			0.9																																				
Área de pasillos (m2):			-																																				
Área total (m2):			3.6																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vista de plano</th> <th>Escala:</th> <th>1 cuadro</th> <th>=</th> <th>10 cm2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio del operador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasillo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Máquina</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10 cm2	Material					Espacio del operador					Pasillo					Máquina															
Vista de plano	Escala:	1 cuadro	=	10 cm2																																			
Material																																							
Espacio del operador																																							
Pasillo																																							
Máquina																																							
Foto de referencia																																							

Figura A.1. 58 Hoja de registro de inventario del anaquel de cortadora (Elaboración propia).

[illegible]

Figura A.1. 59 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo del Área de cortadora (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Rack	Identificación:	Rack de sobrantes
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Rack de acero inoxidable con 4 niveles y dos puertas.			
			

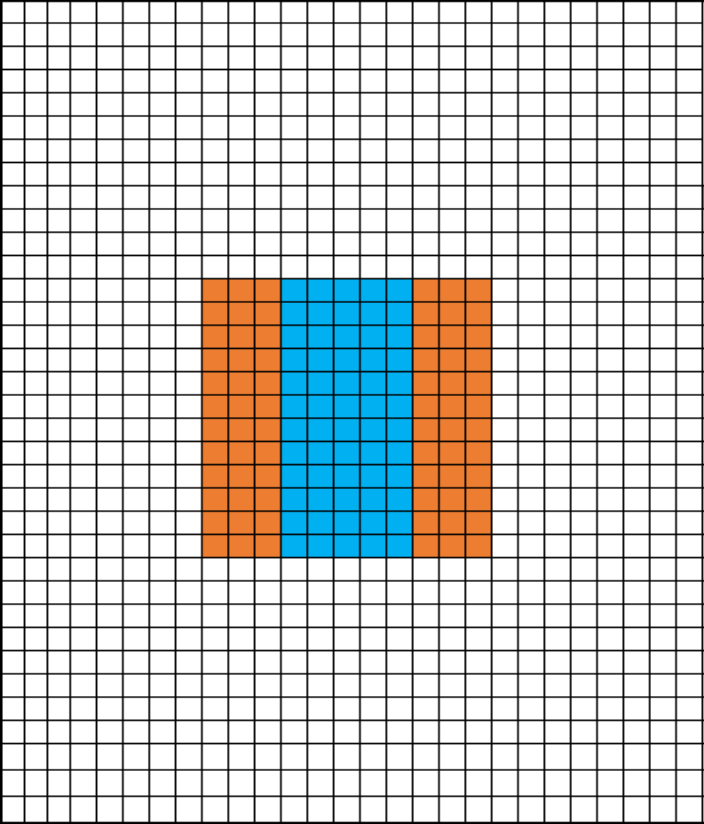
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Escritorio	Identificación:	Escritorio
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: escritorio de cristal minimalista con repisa de 3 estantes.			
		Foto de referencia	
Nombre del área:	Almacén general	Abreviatura:	AG
Fabricante:	Desconocido	Modelo:	Desconocido
Izq- Der (m):			1.2
Fre-Pos (m):			0.5
Area para maquinaria o equipo (m2):			0.6
Area para material (m2):			-
Area para el espacio del operador (m2):			0.72
Area de pasillos (m2):			-
Area total (m2):			1.32
			
Vista de plano			Escala:
			1 cuadro = 10 cm2
Material Espacio del operador Pasillo Máquina			

Figura A.1. 61 Hoja de registro de inventario del escritorio del Área de almacén general (Elaboración propia).

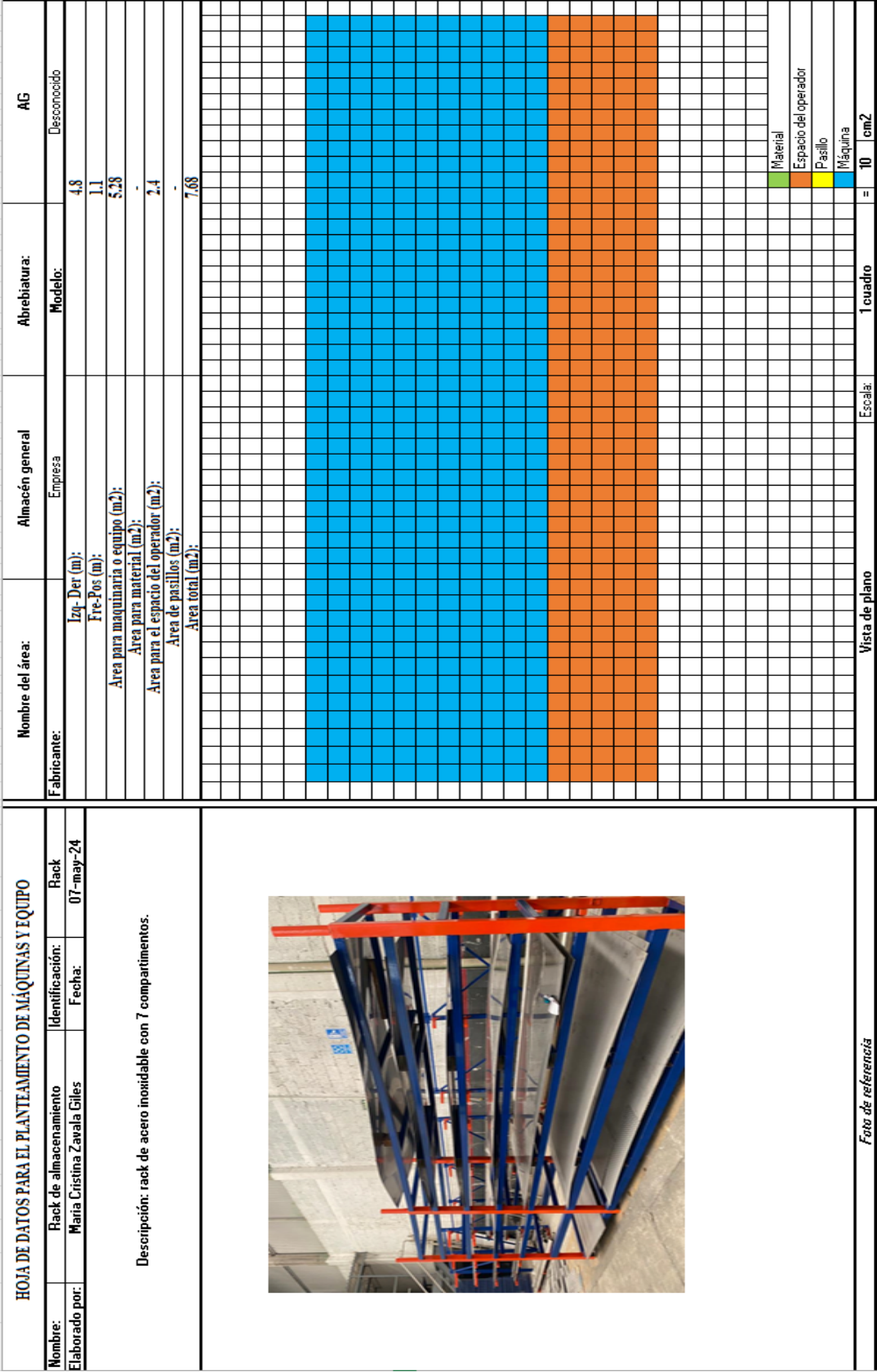


Figura A.1. 62 Hoja de registro de inventario del rack de almacenamiento del Área de almacenamiento general (Elaboración propia).

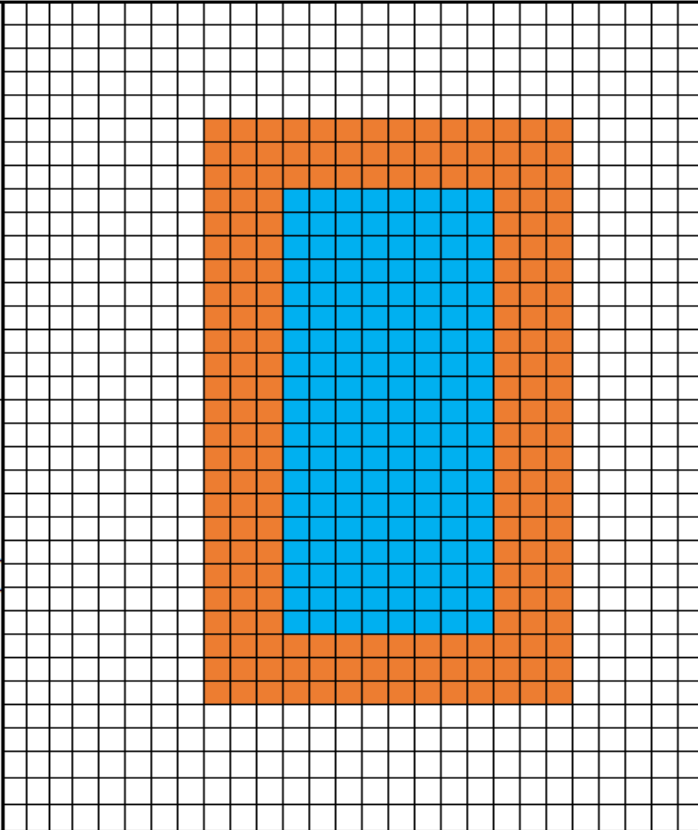
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Anaquel	Identificación:	Anaquel de almacén	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: Anaquel de metal con 6 niveles.				
				
Nombre del área:		Almacén general	Abreviatura:	AG
Fabricante:	Izq- Der (m):	Modelo:	Desconocido	
	Fre-Pos (m):		1.9	
	Area para maquinaria o equipo (m2):		0.8	
	Area para material (m2):		1.52	
	Area para el espacio del operador (m2):		-	
	Area de pasillos (m2):		1.98	
	Area total (m2):		-	
			3.5	
				
Vista de plano			Escala:	1 cuadro = 10 cm2
Material Espacio del operador Pasillo Máquina				

Foto de referencia

Figura A.1. 63 Hoja de registro de inventario del Anaquel de Almacén General (Elaboración propia).

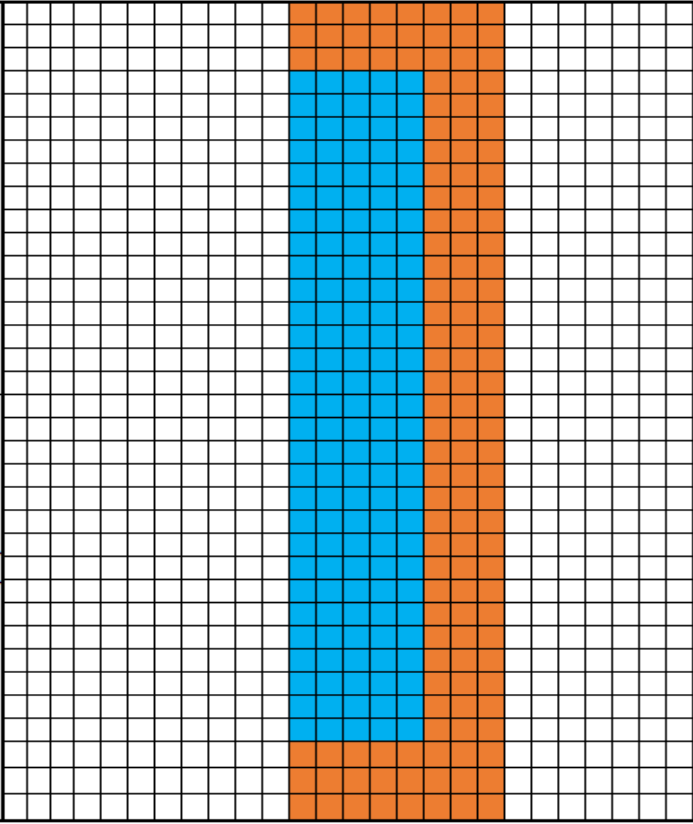
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Rack de sobrantes	Identificación:	Rack de sobrantes	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: rack de acero inoxidable con 5 niveles.				
				
Foto de referencia				
Nombre del área:	Almacén general	Abreviatura:	AG	
Fabricante:	Empresa	Modelo:	Desconocido	
Izq-Der (m):			2.9	
Fte-Pos (m):			0.5	
Area para maquinaria o equipo (m2):			1.45	
Area para material (m2):			-	
Area para el espacio del operador (m2):			1.35	
Area de pasillos (m2):			-	
Area total (m2):			2.8	
				
Vista de plano			Escala:	1 cuadro = 10 cm2
			Material Espacio del operador Pasillo Máquina	

Figura A.1. 64 Hoja de registro de inventario del rack de sobrantes del Área de almacén general (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Mesa de trabajo chica	Identificación:	Mesa de trabajo chica	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: Mesa de trabajo de acero inoxidable.				
Nombre del área:		Producción 2		PRD 2
Fabricante:		Empresa		
Izq- Der (m):		Modelo:		Desconocido
Fre-Pos (m):				1.5
Área para maquinaria o equipo (m2):				0.6
Área para material (m2):				0.9
Área para el espacio del operador (m2):				5.1
Área de pasillos (m2):				3.1
Área total (m2):				-
				9.1
Vista de plano			Escala:	1 cuadro = 10 cm2



Foto de referencia

Figura A.1. 65 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo chica del Área de producción 2 (Elaboración propia).

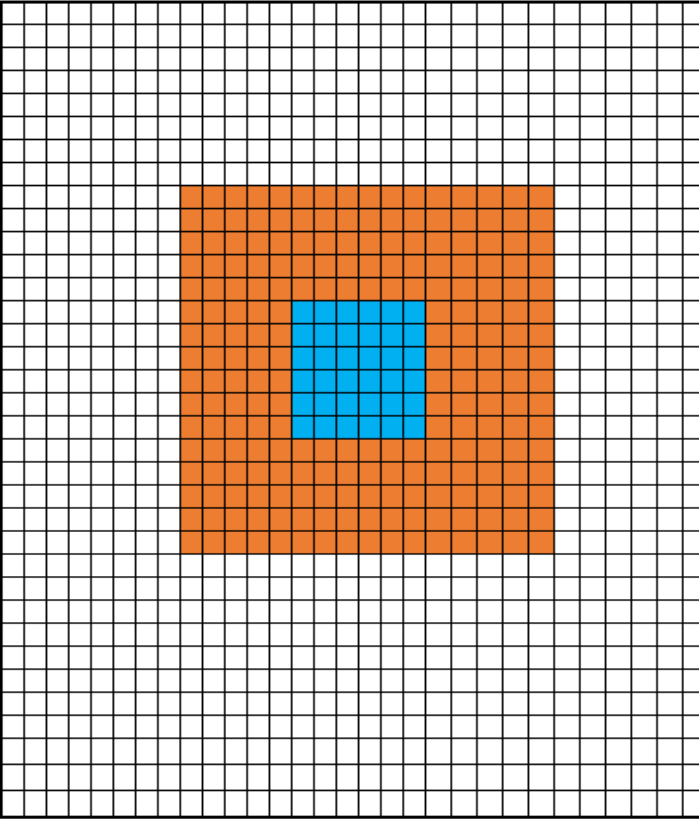
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Producción 2		Abreviatura:	PRD 2
Nombre:	Cajonera chica para herramientas	Identificación:	Inera chica para hermaien	Empresa	Modelo:	Desconocido	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24				
Descripción: Cajonera de acero inoxidable para herramientas con tres compartimentos.				Izq- Der (m):		0.6	
				Fre-Pos (m):		0.6	
				Área para maquinaria o equipo (m2):		0.36	
				Área para material (m2):		-	
				Área para el espacio del operador (m2):		2.2	
				Área de pasillos (m2):		-	
				Área total (m2):		2.56	
							
				Vista de plano	Escala:	1 cuadro	= 10 cm2

Foto de referencia

Figura A.1. 66 Hoja de registro de inventario de la soldadora del Área de producción 2 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Nombre:		Cajonera chica para herramientas		Identificación:		Herrera chica para hermaien																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Elaborado por:		Maria Cristina Zavala Giles		Fecha:		07-may-24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Descripción: Cajonera de acero inoxidable para herramientas con tres compartimentos.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
 <table><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr><tr><td colspan="12"></td></tr></table>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Figura A.1. 67 Hoja de registro de inventario de la cajonera chica para herramientas de producción 2 (Elaboración propia).

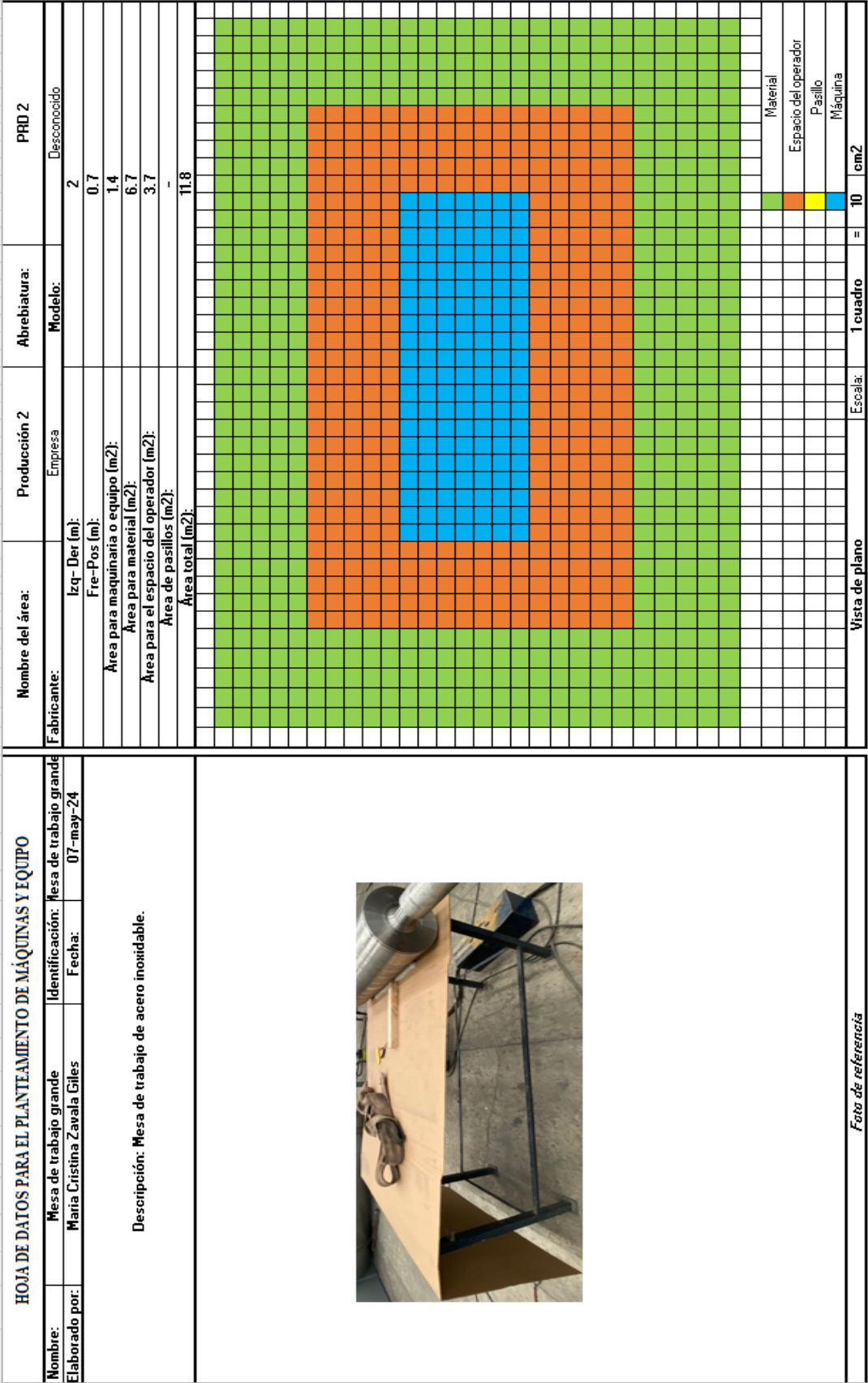


Figura A.1. 68 Hoja de registro de inventario de la mesa de trabajo grande herramientas del Área de producción 2 (Elaboración propia).

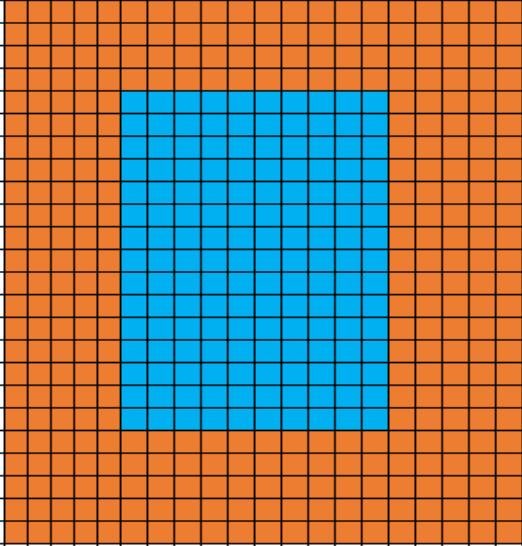
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				PRD 2										
Nombre:	Cajonera grande para herramientas	Identificación:	pneta grande para herramientas	Abreviatura:										
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Modelo:	Desconocido									
Descripción: Cajonera de acero inoxidable para herramientas con dos puertas.						Fabricante:								
						Izq- Der (m):	Empresa					1.5		
						Fre-Pos (m):						1		
						Área para maquinaria o equipo (m2):						1.5		
						Área para material (m2):						-		
						Área para el espacio del operador (m2):					3.5			
						Área de pasillos (m2):					-			
						Área total (m2):					5			
												Material		
												Espacio del operador		
												Pasillo		
												Máquina		
Vista de plano						Escala:	1 cuadro	=	10	cm2				

Foto de referencia

Figura A.1. 69 Hoja de registro de inventario de la cajonera grande para herramientas 2 (Elaboración propia).

[illegible]

Figura A.1. 70 Hoja de registro de inventario del montacargas del Área de montacargas (Elaboración propia).

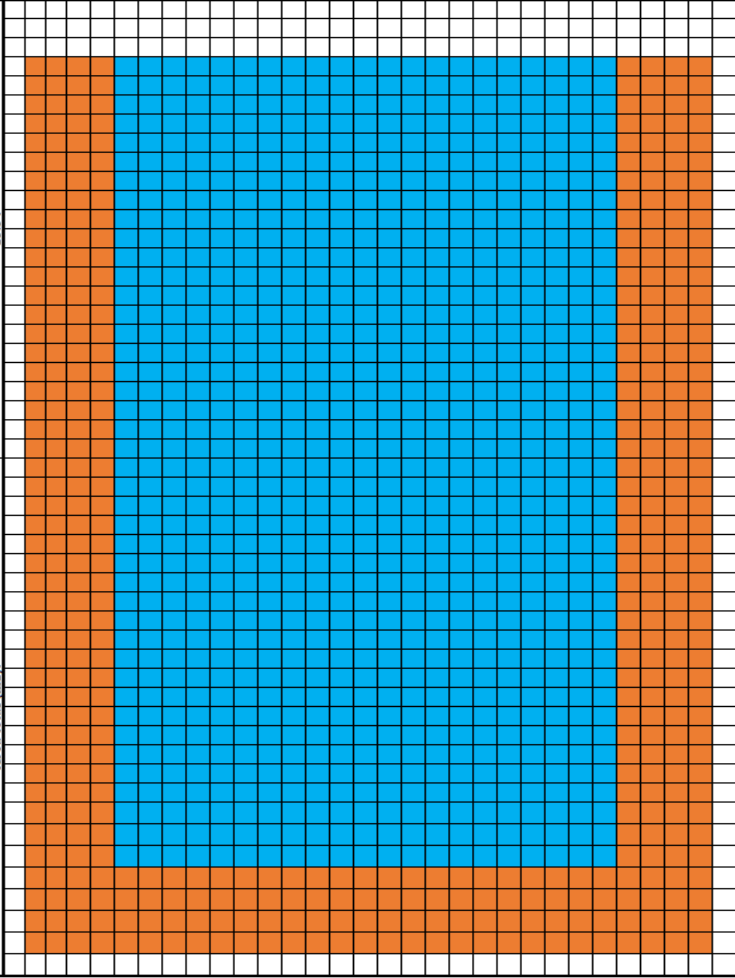
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Pantógrafo Boyser	Identificación:	Pantógrafo Boyser
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción:			
			
Nombre del área:		Cuarto de pantógrafo	Abreviatura:
Fabricante:		Empresa	Modelo:
		Izq. Der (m):	4.2
		Fre-Pos (m):	2.1
		Area para maquinaria o equipo (m ²):	8.82
		Area para material (m ²):	-
		Area para el espacio del operador (m ²):	4.52
		Area de pasillos (m ²):	-
		Area total (m ²):	13.34
			
		Máquina	
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm ²

Foto de referencia

Figura A.1. 71 Hoja de registro de inventario del pantógrafo Boyser del Área del cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).

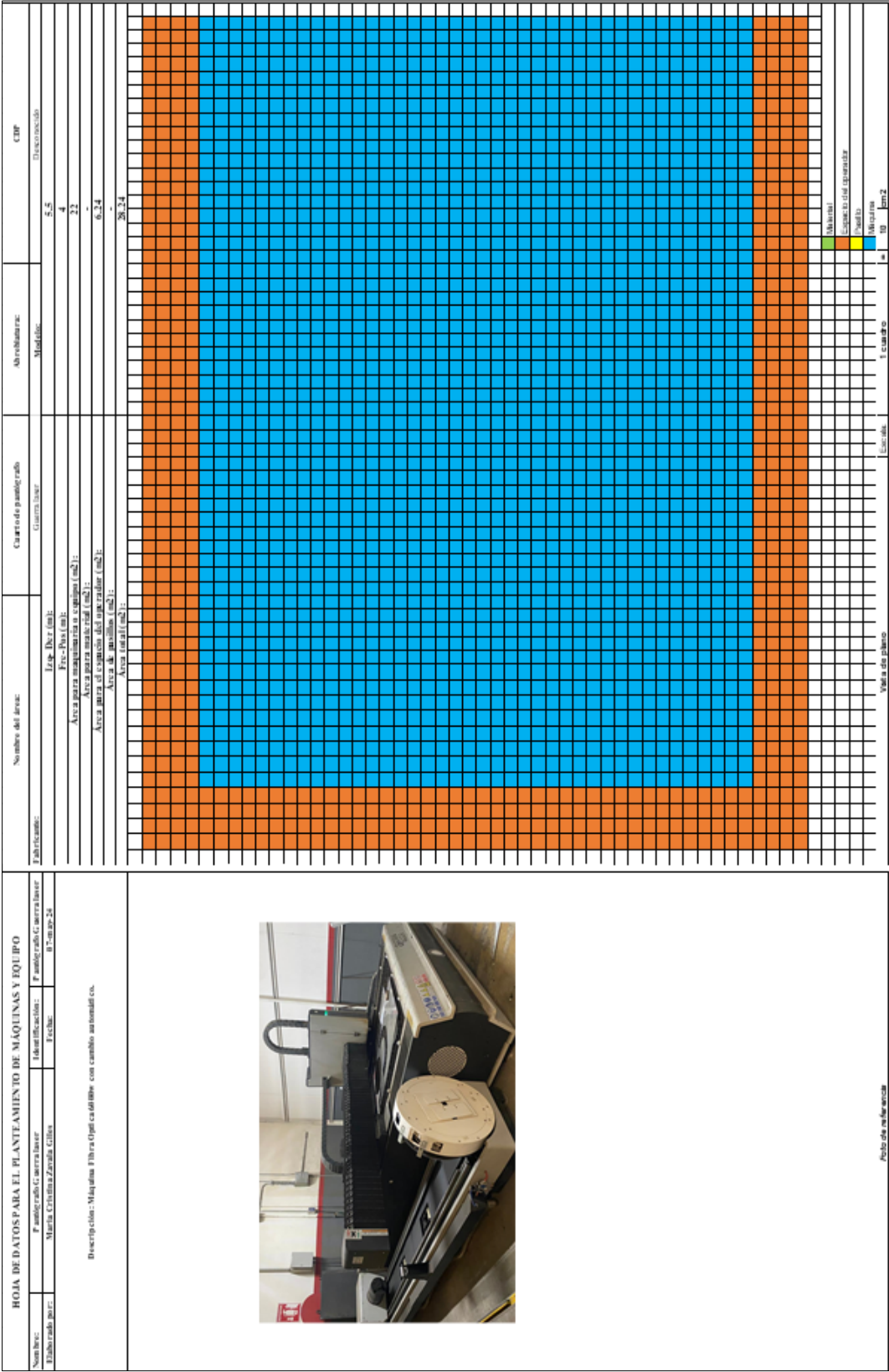


Figura A.1. 72 Hoja de registro de inventario del pantógrafo Guerra laser del Área del cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).

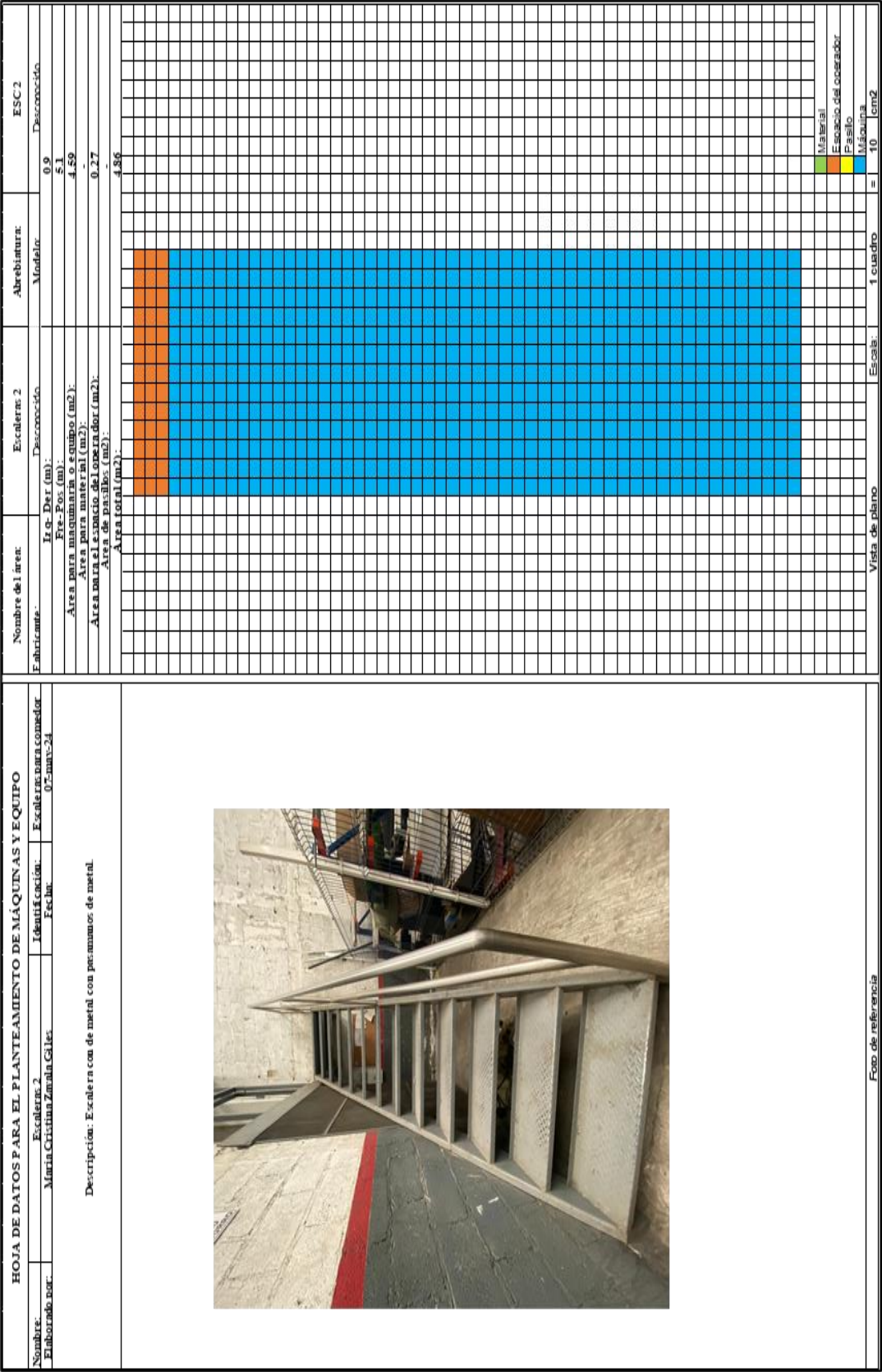


Figura A.1. 73 Hoja de registro de inventario de las escaleras del Área de escaleras 2 (Elaboración propia).

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	Banca	Identificación:	Banca
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24
Descripción: Banca de acero inoxidable.			
			
Foto de referencia			

Figura A.1. 75 Hoja de registro de inventario de la banca del Área de casilleros (Elaboración propia).

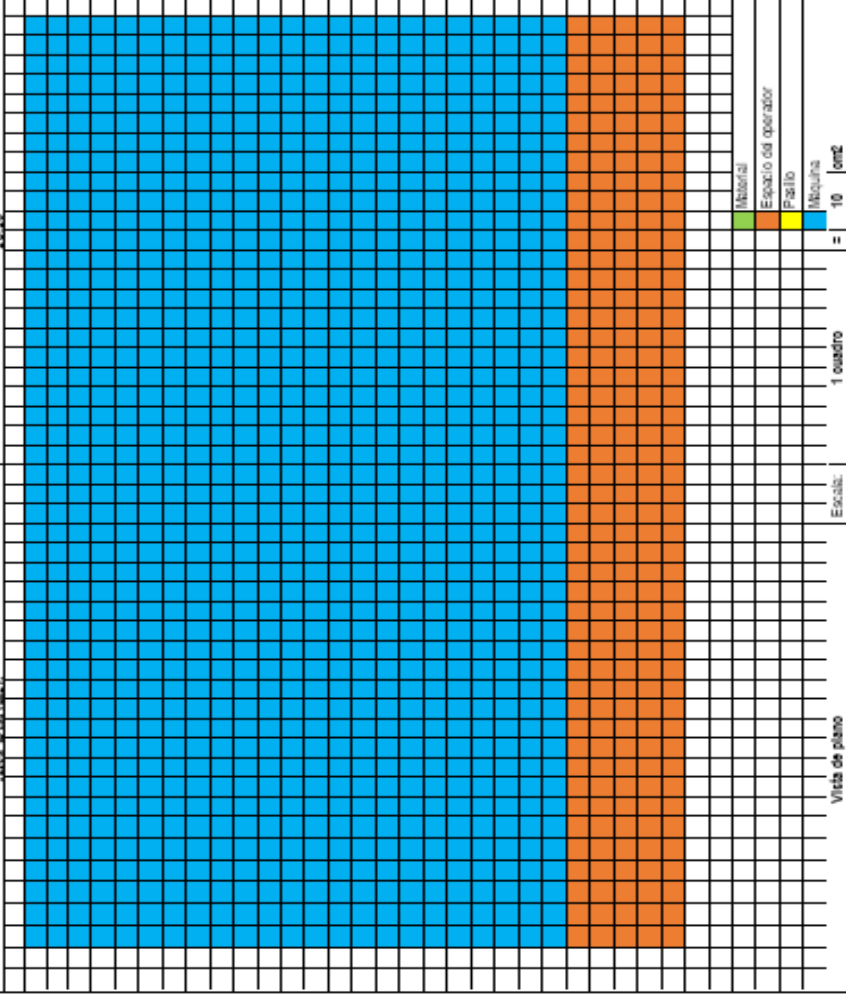
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MAQUINAS Y EQUIPO			
Nombre:	CNC VF9	Identificación:	CNC VF9
Elaborado por:	Maria Cristina Zúñiga Gilles	Fecha:	07-mar-24
Descripción: Máquina de CNC (Control Numérico Computarizado) con control digital.			
Número del área:		Área de CNC	Alcance:
Falta de área:		HAS	Modulo:
In.-Der.(m):			4.7
Fr.-Pos.(m):			2.3
Área para máquinas y equipo (m ²):			10.81
Área para material (m ²):			-
Área para el espacio del operador (m ²):			2.35
Área de ruido: (m ²):			-
Área total (m ²):			13.16
			
Foto de referencia		Escala: 1 cuadrado = 10 cm²	

Figura A.1. 76 Hoja de registro de inventario del CNC VF9 del Área de CNC (Elaboración propia).

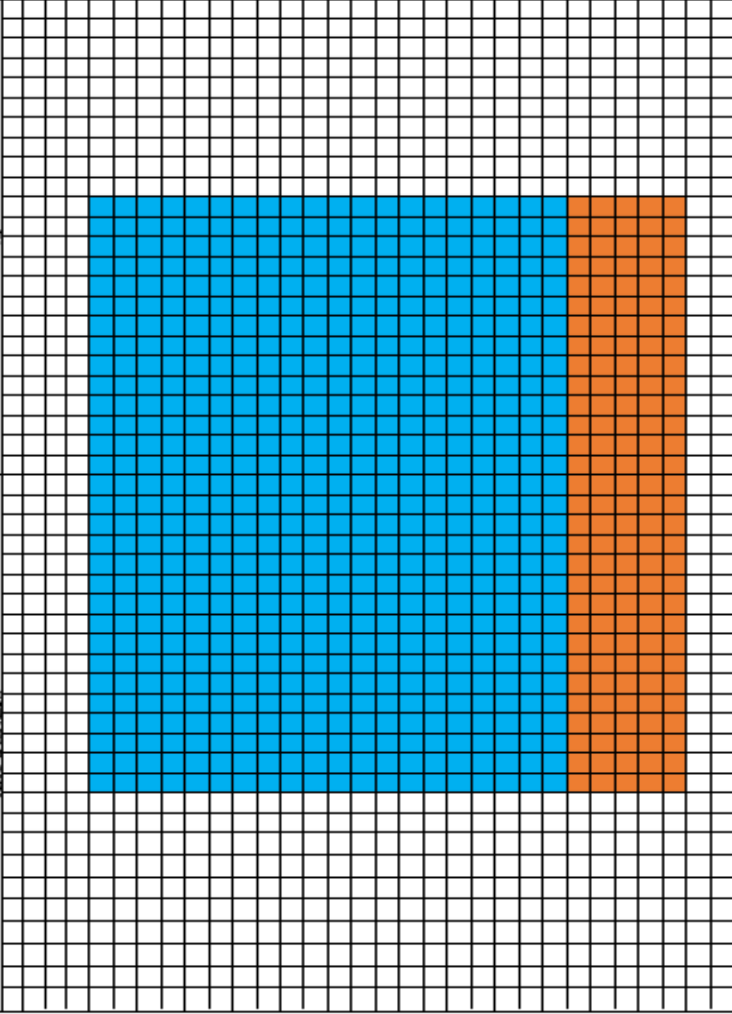
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Número del área:		Área de CNC		Alte. bitaraz		ACNC	
Elaborado por:		CNC VF2		Ida. utilización		HAAAS		Modelo:		Descripción:	
Fecha:		Marta Cristina Zúñiga Gil		Fecha:		HAAAS		Modelo:		Descripción:	
Descripción: Máquina de CNC (Control Numérico Computarizado) con teclado digital.											
											
Ino. Der. (m):											
Pre. Pos. (m):											
Área para máquina y/o equipo (m²):											
Área para material (m²):											
Área para el operador del operador (m²):											
Área de trabajo (m²):											
Área total (m²):											
											
Material											
Espacio del operador											
Patio											
Máquina											
= 10 10m²											
Vista de plano											
Escala:											
1 cuadro											

Figura A.1. 77 Hoja de registro de inventario del CNC VF2 del Área de CNC (Elaboración propia).

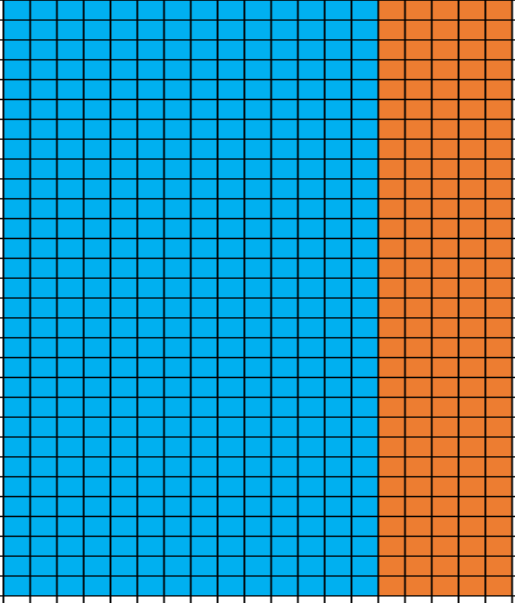
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:	Área de CNC	Abreviatura:	ACNC				
Nombre:	CNC TL2	Identificación:	CNC TL 2								
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24								
Descripción: Máquina de CNC (Control Numérico Computarizado) con teclado digital.				Fabricante:		Modelo:	Desconocido				
					Izq-Der (m):		3				
					Fte-Pos (m):		1.4				
					Área para maquinaria o equipo (m ²):		4.2				
					Área para material (m ²):		-				
	Área para el espacio del operador (m ²):		1.5								
	Área de pasillos (m ²):		-								
	Área total (m ²):		5.7								
											
Material Espacio del operador Pasillo Máquina											
Vista de plano Escala: 1 cuadro = 10 cm²											
Foto de referencia											

Figura A.1. 78 Hoja de registro de inventario del CNC TL2 del Área de CNC (Elaboración propia).

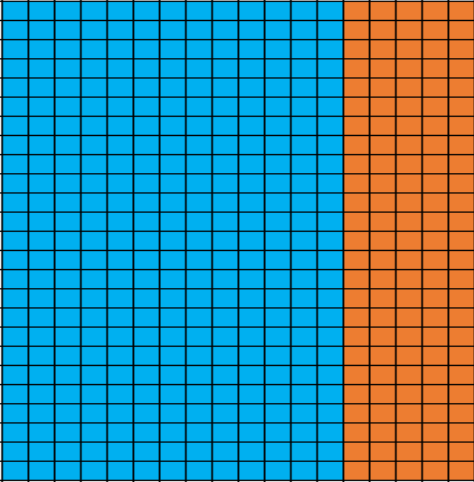
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				Nombre del área:	Área de CNC	Abreviatura:	ACNC		
Nombre:	CNC ST10	Identificación:	CNC ST 10	Fabricante:	HAAS	Modelo:	Desconocido		
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	Izq-Der (m):			2.5		
Descripción: Máquina de CNC (Control Numérico Computarizado) con teclado digital.				Fre-Pos (m):			1.3		
				Área para maquinaria o equipo (m ²):			3.25		
				Área para material (m ²):			-		
				Área para el espacio del operador (m ²):			1.25		
				Área de pasillos (m ²):			-		
				Área total (m ²):			4.5		
								Material Espacio del operador Pasillo Máquina	
				Vista de plano		Escala:	1 cuadro	= 10 cm ²	

Figura A.1. 79 Hoja de registro de inventario del CNC ST10 del Área de CNC (Elaboración propia).

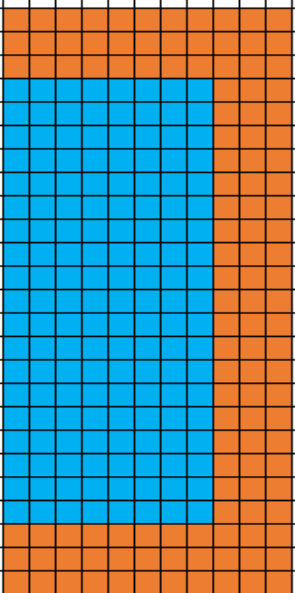
HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO			
Nombre: Elaborado por:	Anaquel Maria Cristina Zavala Giles	Identificación: Fecha:	Anaquel de área CNC 07-may-24
Descripción: Anaquel de metal con 6 compartimentos.			
Nombre del área:		Área de CNC	Abreviatura:
Fabricante:		Desconocido	Modelo:
Izq- Der (m):		1.9	
Fre-Pos (m):		0.8	
Área para maquinaria o equipo (m2):		1.52	
Área para material (m2):		-	
Área para el espacio del operador (m2):		1.23	
Área de pasillos (m2):		-	
Área total (m2):		2.75	
			
		Material Espacio del operador Pasillo Máquina	
Vista de plano		Escala:	1 cuadro = 10 cm2



Foto de referencia

Figura A.1. 80 Hoja de registro de inventario del anaquel de CNC (Elaboración propia).

[illegible]

HOJA DE DATOS PARA EL PLANTEAMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPO				
Nombre:	Tina de lavado	Identificación:	Tina	
Elaborado por:	Maria Cristina Zavala Giles	Fecha:	07-may-24	
Descripción: tina doble de acero inoxidable con 8 patas y 2 llaves.				
				

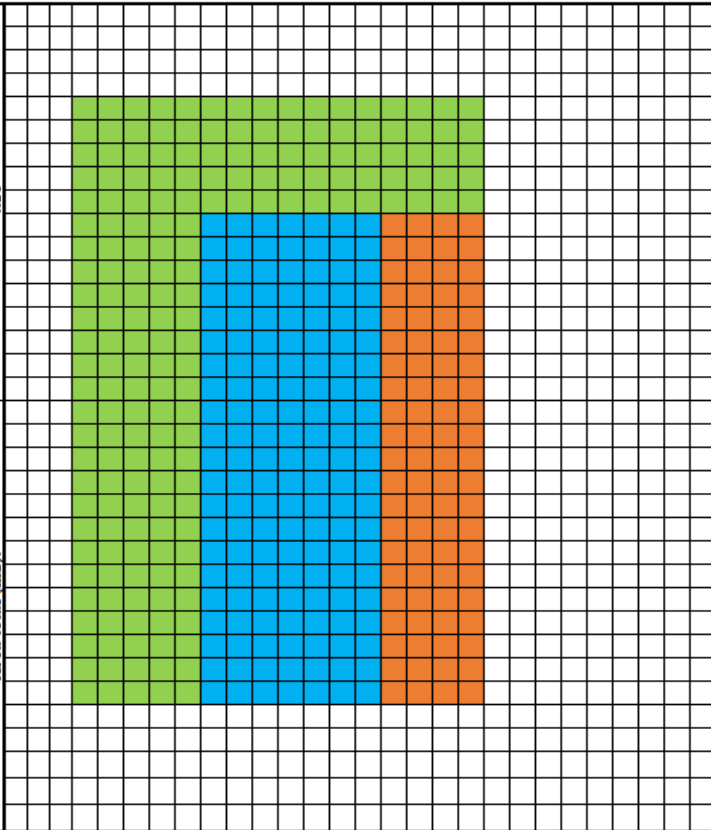
Nombre del área:		Cuarto de lavado	Abreviatura:	CDL								
Fabricante:	Izq. Der (m):	Empresa	Modelo:	Tina-02								
	Fre-Pos (m):			2.1								
Área para maquinaria o equipo (m2):				0.7								
Área para material (m2):				1.47								
Área para el espacio del operador (m2):				1.85								
Área de pasillos (m2):				0.84								
Área total (m2):				-								
				4.16								
												
<table><tr><td>Material</td><td></td></tr><tr><td>Espacio del operador</td><td></td></tr><tr><td>Pasillos</td><td></td></tr><tr><td>Máquina</td><td></td></tr></table>					Material		Espacio del operador		Pasillos		Máquina	
Material												
Espacio del operador												
Pasillos												
Máquina												
Vista de plano			Escala:	1 cuadro								
				=								
				10								
				cm2								

Foto de referencia				
--------------------	--	--	--	--

Figura A.1. 82 Hoja de registro de inventario de la tina de lavado del Área de lavado (Elaboración propia).

Anexo 2

Hojas de maquinaria y equipo por área

El anexo 2 incluye las hojas de maquinaria y equipo correspondientes a cada área (Sección 3.8.5).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		17-may-24		Hoja		1 de 30		Maria Cristina Zavala Giles	
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Ventas				Abreviatura:		VNTS							
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada maquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
1	Escritorio	1.2	0.5	0.6	-	0.72	1.32	1	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	2	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Archivero	0.5	0.4	0.2	-	0.15	0.35	1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)							2.47	Notas de referencia									
		Pasillos							1.1609	a) Colocar una puerta.									
		Servicios							0.494	b) Colocar una ventana.									
		Otros							--	c)									
		Área total requerida (en m2)							4.1249										

Figura A.2. 1 Hoja de maquinaria y equipo del área de ventas (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles								
Empresa:		Nombre del área:		Recibidor planta alta		Fecha:		17-may-24		Hoja		2 de 30						
Datos de identificación		Espacio								Abreviatura: RPA								
Características físicas requeridas																		
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	luz de derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	3	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			1.2			Notas de referencia										
		Pasillos			0.564			a) Colocar una puerta.										
		Servicios			0.24			b)										
		Otros			--			c)										
		Área total requerida (en m2)			2.004													

Figura A.2. 2 Hoja de maquinaria y equipo del área de recibidor planta alta (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles									
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Baños planta alta		Abreviatura:		17-may-24		Hoja		3		de		30	
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
1	Escusado	0.5	0.7	0.35	-	0.15	0.5	4	2	-	-	-	V	-	V	-	-	-	
2	Lavamanos	0.6	0.5	0.3	-	0.15	0.45	4	1.8	-	-	-	V	-	V	-	-	-	
3	Bote de basura	0.4	0.3	0.12	-	0.12	0.24	4	0.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)				4.76				Notas de referencia									
		Pasillos				2.2372				a) Colocar cuatro puertas y cuatro ventanas.									
		Servicios				0.952				b) Dividir dos baños para damas y dos para caballeros.									
		Otros				--				Colocar un espejo en la pared que abarque el espacio de los lavamanos.									
		Área total requerida (en m2)				7.9492				c)									

Figura A.2. 3 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños planta alta (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles				17-may-24				Hoja		4	de	30
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:			Compras			Abreviatura:		CMPS										
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas												
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras				
1	Escritorio	1.2	0.5	0.6	-	0.72	1.32	1	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	2	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	Archivero	0.5	0.4	0.2	-	0.15	0.35	1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)							2.47	Notas de referencia												
		Pasillos							1.1609	a) Colocar una puerta.												
		Servicios							0.494	b) Colocar una ventana.												
		Otros							--													
		Área total requerida (en m2)							4.1249	c)												

Figura A.2. 4 Hoja de maquinaria y equipo del área de compras (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		María Cristina Zavala Giles							
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Sala de juntas		Abreviatura:		17-may-24		Hoja		5		de		30	
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
		1.2	2.5	3	-	2.58	5.58	1	5.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	8	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.5	0.4	0.2	-	0.15	0.35	1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.8	0.1	0.28	-	0.84	1.12	1	1.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Mesa de trabajo																		
2	Silla																		
3	Archivero																		
4	Pantalla de proyección																		
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			10.25			a)			Colocar una puerta.			b)			Colocar dos ventanas.		
		Pasillos			4.8175			b)			Colocar dos ventanas.			c)					
		Servicios			2.05			c)											
		Otros			--														
		Área total requerida (en m2)			17.1175														

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		17-may-24		Hoja		6		de		30	
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Oficina gerencial		Abreviatura:		OG											
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas											
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras			
1	Escritorio	1.2	0.5	0.6	-	0.72	1.32	1	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	2	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	Archivero	0.5	0.4	0.2	-	0.15	0.35	2	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)							2.82	Notas de referencia											
		Pasillos							1.3254	a) Colocar una puerta.											
		Servicios							0.564	b) Colocar una ventana.											
		Otros							--												
		Área total requerida (en m2)							4.7094	c)											

Figura A.2. 6 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina gerencial (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles				17-may-24		Hoja		7	de	30
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:			Baños oficina gerencial			Abreviatura:			BOG							
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas										
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	lquenda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras		
1	Escusado	0.5	0.7	0.35	-	0.15	0.5	1	0.5	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-		
2	Lavamanos	0.6	0.5	0.3	-	0.15	0.45	1	0.45	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-		
3	Bote de basura	0.4	0.3	0.12	-	0.12	0.24	1	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
										-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			1.19			Notas de referencia												
		Pasillos			0.5593			a) Colocar una puerta.												
		Servicios			0.238			b) Colocar una ventana.												
		Otros			--															
		Área total requerida (en m2)			1.9873			c) Colocar un espejo en la pared.												

Figura A.2. 7 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños oficina gerencia (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles						
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Oficina de diseño e ingeniería		Abreviatura:		ODI								
Datos de identificación		Espacio		Características físicas requeridas														
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1	Escritorio	1.2	0.5	0.6	0.72	1.32	1	1.32	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Librero	0.8	0.4	0.32	-	0.15	0.47	1	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Mesa de trabajo	1.2	2.4	2.88	-	2.52	5.4	1	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)		9.19		Notas de referencia		a)		Colocar una puerta.								
		Pasillos		4.3193				b)		Colocar una ventana.								
		Servicios		1.838														
		Otros		--														
		Área total requerida (en m2)		15.3473				c)										

Figura A.2. 9 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina de diseño e ingeniería (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: <i>Maria Cristina Zavala Giles</i>																	
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Estacionamiento		Fecha: 17-may-24		Hoja 10 de 30																	
Datos de identificación		Espacio						Abreviatura: ET																			
Características físicas requeridas																											
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Longitud-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras									
1	Cochera	2.5	5	12.5	-	3	15.5	6	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)		93		Colocar líneas de delimitación o topes de estacionamiento.		a)		110 -AC		220-AC		Otra energía		Agua		Vapor		Desagüe		Aire comprimido		Gas		Otras	
		Pasillos		43.71				b)																			
		Servicios		18.6																							
		Otros		--																							
		Área total requerida (en m2)		155.31																							

Figura A.2. 10 Hoja de maquinaria y equipo del área de estacionamiento (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles							
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Cuarto de intendencia		Abreviatura:		CI									
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	luzinda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
1	Bote de basura	0.4	0.3	0.12	-	0.12	0.24	2	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Escoba	0.3	0.1	0.03	-	-	0.03	2	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Trapeador	0.3	0.1	0.03	-	-	0.03	2	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Cubeta	0.3	0.2	0.06	-	0.09	0.15	2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)							0.9		Notas de referencia								
		Pasillos							0.423		a) Colocar una puerta.								
		Servicios							0.18		b) Colocar una ventana.								
		Otros							--										
		Área total requerida (en m2)							1.503		c)								

Figura A.2. 12 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de intendencia (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		17-may-24		Hoja		13		de		30		Maria Cristina Zavala Giles									
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Oficina de contabilidad		Abreviatura:		OC																					
Datos de identificación				Espacio				Características físicas requeridas																							
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo		Área para material (m2)		Área para espacio del operador (m2)		Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)		No. De máquinas / equipos		Área total neta (m2)		110 -AC		220-AC		Otra energía		Agua		Vapor		Desagüe		Aire comprimido		Gas		Otras	
1		Escritorio		1.2		0.5		0.6		-		0.72		1.32		2		2.64		-		-		-		-		-		-	
2		Silla		0.5		0.5		0.25		-		0.15		0.4		4		1.6		-		-		-		-		-		-	
3		Archivero		0.5		0.4		0.2		-		0.15		0.35		2		0.7		-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
																				-		-		-		-		-		-	
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.				Área Neta Total requerida* (en m2)										4.94		Notas de referencia															
				Pasillos										2.3218		a) Colocar una puerta.															
				Servicios										0.988		b) Colocar una ventana.															
				Otros										--																	
				Área total requerida (en m2)										8.2498		c)															

Figura A.2. 13 Hoja de maquinaria y equipo del área de oficina de contabilidad (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Fecha:		17-may-24		Hoja		14		de		30		Maria Cristina Zavala Giles			
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Recibidor planta baja		Abreviatura:		RPB															
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas															
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	longitud-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras							
1	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	3	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			1.2			Notas de referencia																	
		Pasillos			0.564			a) Colocar una puerta.																	
		Servicios			0.24			b)																	
		Otros			--			c)																	
		Área total requerida (en m2)			2.004																				

Figura A.2. 14 Hoja de maquinaria y equipo del área de recibidor planta baja (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles						
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Recepción planta baja		Abreviatura:		RCP								
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas								
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1	Escritorio	1.2	0.5	0.6	-	0.72	1.32	1	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Silla	0.5	0.5	0.25	-	0.15	0.4	1	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Archivero	0.5	0.4	0.2	-	0.15	0.35	1	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)								2.07	Notas de referencia							
		Pasillos								0.9729	a) Colocar una puerta.							
		Servicios								0.414	b) Colocar una ventana.							
		Otros								--								
		Área total requerida (en m2)								3.4569	c)							

Figura A.2. 15 Hoja de maquinaria y equipo del área de recepción planta baja (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles					17-may-24		Hoja		16	de	30
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:			Baños planta baja			Abreviatura:		BPB									
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas											
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo			Longitud-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
1	Escusado			0.5	0.7	0.35	-	0.15	0.5	4	2	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
2	Lavamanos			0.6	0.5	0.3	-	0.15	0.45	4	1.8	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
3	Bote de basura			0.4	0.3	0.12	-	0.12	0.24	4	0.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.				Área Neta Total requerida* (en m2)			4.76					Notas de referencia									
				Pasillos			2.2372					a) Colocar cuatro puertas y cuatro ventanas.									
				Servicios			0.952					b) Dividir dos baños para damas y dos para caballeros.									
				Otros			--					Colocar un espejo en la pared que abarque el espacio de los lavamanos.									
				Área total requerida (en m2)			7.9492														

Figura A.2. 16 Hoja de maquinaria y equipo del área de baños planta baja (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: <i>Maria Cristina Zavala Giles</i>									
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Área de desechos		Fecha:		17-may-24		Hoja		18		de		30	
										Abreviatura:		ADD							
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	luzierda-derecha (m)	Freinte- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
1	Contenedores de desechos	2	0.5	1	-	0.6	1.6	2	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			3.2			Notas de referencia											
		Pasillos			1.504			Colocar etiquetas a los contenedores para separar los desechos.											
		Servicios			0.64			b)											
		Otros			--			c)											
		Área total requerida (en m2)			5.344														

Figura A.2. 18 Hoja de maquinaria y equipo del área de desechos (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA							Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles										
							Fecha:		17-may-24		Hoja		20		de		30		
							Nombre del área:							Producción 1					
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:			Espacio					Abreviatura:		PRD 1					
Datos de identificación		Características físicas requeridas																	
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Longitud-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
		1.7	0.7	1.19	-	1.8	2.99	1	2.99	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.7	1.4	2.38	-	2.22	4.6	1	4.6	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.6	0.8	2.08	-	2	4.08	1	4.08	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.9	1.6	4.64	-	2.01	6.65	1	6.65	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		8.1	1.3	10.53	-	4.86	15.39	1	15.39	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2	0.7	1.4	-	1.98	3.38	1	3.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.2	0.7	1.54	-	2.1	3.64	1	3.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.7	0.4	0.28	-	0.21	0.49	1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.6	0.4	0.24	-	0.18	0.42	1	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)							Notas de referencia										
		Pasillos							41.64		a)		Colocar conectores de energía.						
		Servicios							19.5708		b)		Colocar iluminación.						
		Otros							8.328		c)		Colocar delimitación de máquinas y equipos.						
		Área total requerida (en m2)							69.5388										

Figura A.2. 20 Hoja de maquinaria y equipo del área de producción 1 (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: María Cristina Zavala Giles				17-may-24		Hoja		21		de		30																	
Empresa:		MetaImecánica		Nombre del área:		Área de cortadora		Abreviatura:		ADCT																													
Datos de identificación				Espacio						Características físicas requeridas																													
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo		Luz de trabajo (m)		Frente- posterior (m)		Área para maquinaria o equipo (m2)		Área para material (m2)		Área para espacio del operador (m2)		Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)		No. De máquinas / equipos		Área total neta (m2)																					
1				5	2.8	14	-	1.5	15.5	1	15.5									V		110 -AC		220-AC		Otra energía		Agua		Vapor		Desagüe		Aire comprimido		Gas		Otras	
2				1.8	3	5.4	-	0.9	6.3	2	12.6																												
3				3	0.9	2.7	-	0.9	3.6	1	3.6																												
4				2	0.8	1.6	-	0.6	2.2	1	2.2																												
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.				Área Neta Total requerida* (en m2)				33.9				Notas de referencia																											
				Pasillos				15.933				a)				Colocar conectores de energía.																							
				Servicios				6.78				b)				Colocar iluminación.																							
				Otros				--				c)				Colocar delimitación de máquinas y equipo.																							
				Área total requerida (en m2)				56.613																															

Figura A.2. 21 Hoja de maquinaria y equipo del área de cortadora (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: María Cristina Zavala Giles								
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Área de producto terminado		Abreviatura:		APT								
Datos de identificación		Espacio		Características físicas requeridas														
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	luz-dercha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1	Rack	4.7	1.2	5.64	-	1.5	7.14	3	21.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)		21.42		Notas de referencia		a)		Colocar delimitación de espacios.		b)		c)				
		Pasillos		10.0674														
		Servicios		4.284														
		Otros		--														
		Área total requerida (en m2)		35.7714														

Figura A.2. 22 Hoja de maquinaria y equipo del área de producto terminado (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles							
Empresa:		Meta Imecánica		Nombre del área:		Almacén general		Fecha:		17-may-24		Hoja		23		de		30	
										Abreviatura:		AG							
Datos de identificación		Espacio								Características físicas requeridas									
Número de identificación de Máquina o equipo	Nombre de Máquina o equipo	Luz	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras	
		1	1.2	0.5	0.6	-	0.72	1.32	1	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2	4.8	1.1	5.28	-	2.4	7.68	4	30.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	1.9	0.8	1.52	-	1.98	3.5	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	2.9	0.5	1.45	-	1.35	2.8	1	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			41.84			Notas de referencia											
		Pasillos			19.6648			a) Colocar rejías de prtección.											
		Servicios			8.368			b) Colocar una ventana.											
		Otros			--			c)											
		Área total requerida (en m2)			69.8728														

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Fecha:		17-may-24		Hoja		24		de		30			
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Producción 2		Abreviatura:		PRD 2													
Datos de identificación				Espacio				Características físicas requeridas															
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo		Anchura-derecha (m)		Frente- posterior (m)		Área para maquinaria o equipo (m2)		Área para material (m2)		Área para espacio del operador (m2)		Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)		No. De máquinas / equipos		Área total neta (m2)					
1		Mesa de trabajo chica		1.5	0.6	0.9	5.1	3.1	9.1	1	9.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2		Soldadora		0.6	0.6	0.36	-	2.2	2.56	1	2.56	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3		Cajonera chica para herramientas		0.8	0.8	0.64	-	3.24	3.88	1	3.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4		Mesa de trabajo grande		2	0.7	1.4	6.7	3.7	11.8	1	11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5		Cajonera grande para herramientas		1.5	1	1.5	-	3.5	5	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
												-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Comenatrios: El espacio de altura requerido no están incluido.				Área Neta Total requerida* (en m2)																Notas de referencia			
				Pasillos																a)		Colocar conectores de energía.	
				Servicios																b)		Colocar iluminación.	
				Otros (expansión)																		c)	

Figura A.2. 24 Hoja de maquinaria y equipo del área de producción 2 (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por:		Maria Cristina Zavala Giles																											
Empresa:		MetaImecánica		Nombre del área:		Área de montacargas		Fecha:		17-may-24		Hoja		25		de		30																					
Datos de identificación		MetaImecánica		Nombre del área:		Área de montacargas		Abreviatura:		ADM		Características físicas requeridas																											
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo		Izquierda-derecha (m)		Frente- posterior (m)		Área para maquinaria o equipo (m2)		Área para material (m2)		Área para espacio del operador (m2)		Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)		No. De máquinas / equipos		Área total neta (m2)		110 -AC		220-AC		Otra energía		Agua		Vapor		Desagüe		Aire comprimido		Gas		Otras			
1		Montacargas		1.7		4.6		7.82		-		2.4		10.22		1		10.22		10.22		-		-		-		-		-		-		-		-		-	

Figura A.2. 25 Hoja de maquinaria y equipo del área de montacargas (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles																								
Empresa:				Metalmeccánica		Nombre del área:		Cuarto de pantógrafo		Fecha: 17-may-24		Hoja		26		de		30																
Abreviatura:				CDP																														
Datos de identificación				Espacio							Características físicas requeridas																							
Número de identificación de Maquina o equipo				Nombre de Maquina o equipo							Área total neta (m2)		110 -AC		220-AC		Otra energía		Agua		Vapor		Desagüe		Aire comprimido		Gas		Otras					
1				Pantógrafo Boyser							4.2		2.1		8.82		-		4.52		13.34		1		13.34		-		V		-		-	
2				Pantógrafo Guerra laser							5.5		4		22		-		6.24		28.24		1		28.24		-		V		-		-	

Figura A.2. 26 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de pantógrafo (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: María Cristina Zavala Giles							
Empresa:		MetaImecánica		Nombre del área:		Escaleras 2		Fecha:		17-may-24		Hoja		27		de 30	
Datos de identificación		MetaImecánica		Nombre del área:		Escaleras 2		Fecha:		17-may-24		Hoja		27		de 30	
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo		Fronte- posterior (m)		Área para maquinaria o equipo (m2)		Área para material (m2)		Área para espacio del operador (m2)		Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)		No. De máquinas / equipos		Área total neta (m2)	
1	Escaleras 2	0.9	5.1	4.59	-	0.27	4.86	1	4.86	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura A.2. 27 Hoja de maquinaria y equipo del área de escaleras 2 (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: María Cristina Zavala Giles								
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Área de casilleros		Abreviatura:		ADC								
Datos de identificación		Espacio						Características físicas requeridas										
Número de identificación de Maquina o equipo	Nombre de Maquina o equipo	Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1	Casilleros	3	0.6	1.8	-	0.9	2.7	2	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Banca	2.6	0.4	1.04	-	0.78	1.82	2	3.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			9.04			Notas de referencia										
		Pasillos			4.2488			a) Colocar una puerta deseguridad.										
		Servicios			1.808			b)										
		Otros			--			c)										
		Área total requerida (en m2)			15.0968													

Figura A.2. 28 Hoja de maquinaria y equipo del área de casilleros (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles													
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Área de CNC		Fecha:		17-may-24		Hoja		29		de		30					
Datos de identificación		Espacio										Abreviatura:		ACNC									
												Características físicas requeridas											
Número de identificación de Máquina o equipo	Nombre de Máquina o equipo	Luz de derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 - AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras					
		4.7	2.3	10.81	-	2.35	13.16	1	13.16	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-				
		3	2	6	-	1.5	7.5	1	7.5	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-				
		3	1.4	4.2	-	1.5	5.7	1	5.7	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-				
		2.5	1.3	3.25	-	1.25	4.5	2	9	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-				
		1.9	0.8	1.52	-	1.23	2.75	1	2.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		0.7	0.7	0.49	-	0.81	1.3	1	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
											-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)						39.41	Notas de referencia														
		Pasillos						18.5227	a) Colocar conectores de energía.														
		Servicios						7.882	b) Colocar iluminación.														
		Otros						--															
		Área total requerida (en m2)						65.8147	c) Colocar delimitación de máquinas y equipos.														

Figura A.2. 29 Hoja de maquinaria y equipo del área de CNC (Elaboración propia).

HOJA DE MAQUINARIA Y EQUIPO POR ÁREA										Realizado por: Maria Cristina Zavala Giles								
Empresa:		Metalmecánica		Nombre del área:		Cuarto de lavado		Fecha: 17-may-24		Hoja 30 de 30								
Datos de identificación		Espacio								Abreviatura: CDL								
Número de identificación de Maquina o equipo		Nombre de Maquina o equipo								Características físicas requeridas								
		Izquierda-derecha (m)	Frente- posterior (m)	Área para maquinaria o equipo (m2)	Área para material (m2)	Área para espacio del operador (m2)	Área total de cada máquina o pieza de equipo (m2)	No. De máquinas / equipos	Área total neta (m2)	110 -AC	220-AC	Otra energía	Agua	Vapor	Desagüe	Aire comprimido	Gas	Otras
1		2.1	0.7	1.47	1.85	0.84	4.16	1	4.16	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-
	Tina de lavado																	
Comentarios: El espacio de altura requerido no están incluido.		Área Neta Total requerida* (en m2)			4.16			Notas de referencia										
		Pasillos			1.9552			a) Contar con mangueras.										
		Servicios			0.832			b)										
		Otros			--													
		Área total requerida (en m2)			6.9472			c)										

Figura A.2. 30 Hoja de maquinaria y equipo del área de cuarto de lavado (Elaboración propia).

Anexo 3

Vistas detalladas del modelo 3D

El anexo 3 incluye las vistas del modelo 3D de la alternativa seleccionada (Sección 3.12.9).

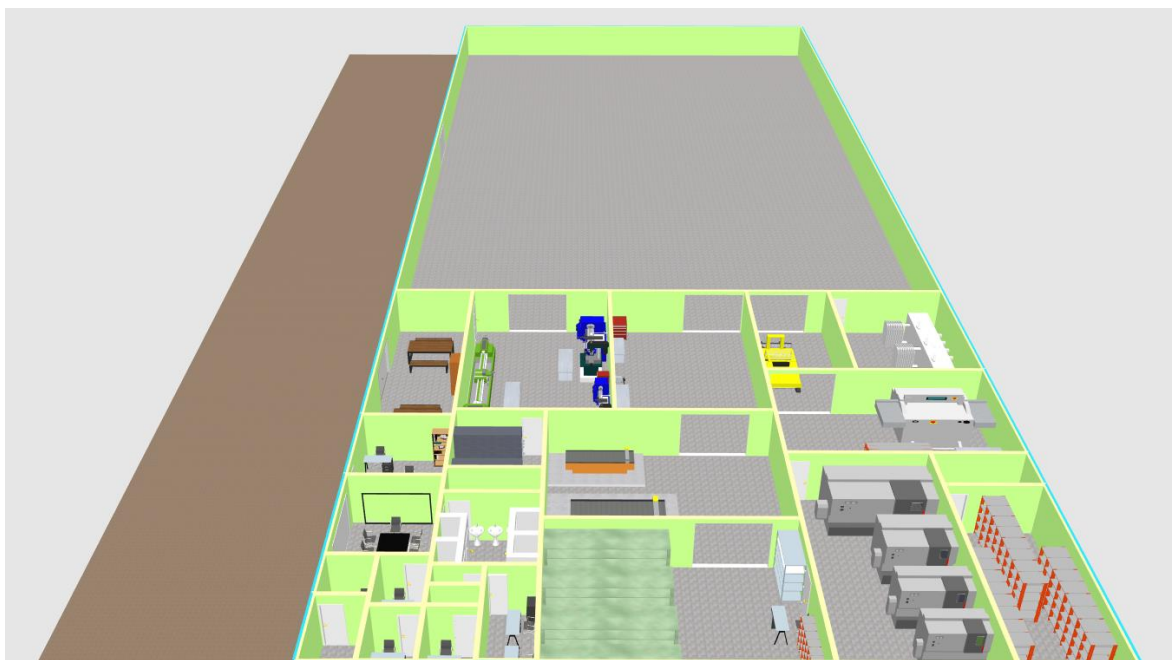


Figura A 3. 1. Vista frontal del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

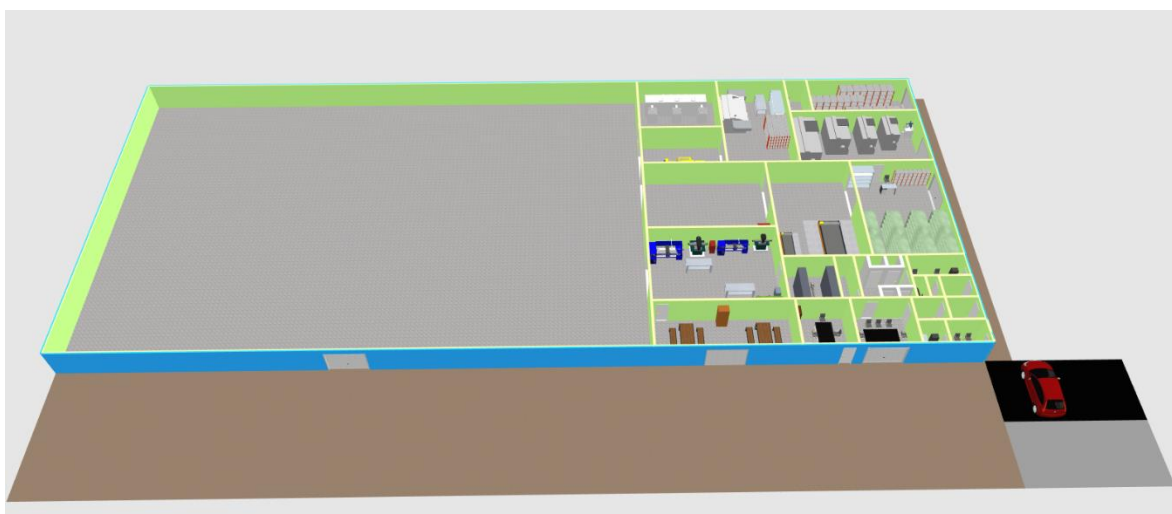


Figura A 3. 2 Vista lateral del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).

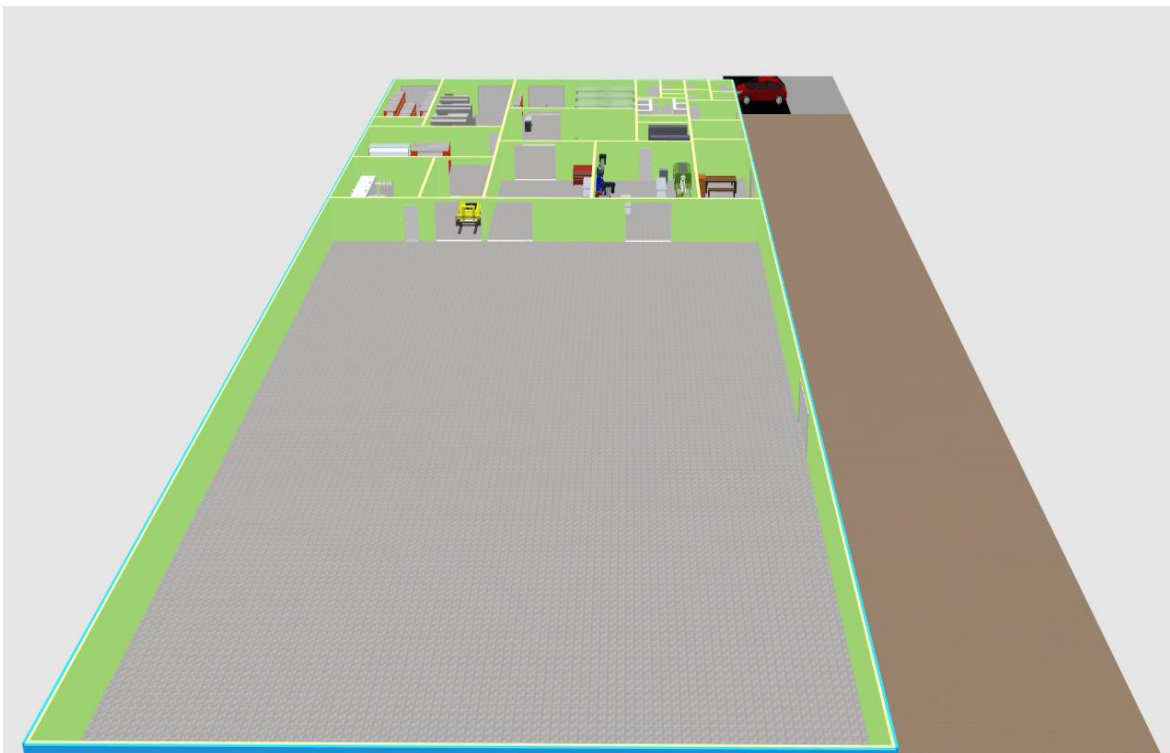


Figura A 3. 3 Vista trasera del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).



Figura A 3. 4 Vista aérea del modelo 3D de la alternativa seleccionada para distribución de planta, en terreno nuevo (Elaboración propia).