

ACADEMIA JOURNALS



OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación en Puebla

ISSN 2644-0903 online

Vol. 4. No. 1, 2022

www.academiajournals.com

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN AUSPICIADO POR EL
CONVENIO CONCYTEP-ACADEMIA JOURNALS



Gobierno de Puebla

Hacer historia. Hacer futuro.



Secretaría
de Educación
Gobierno de Puebla

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla

Celina Quiroga Hernández

Diseño de una Nueva Instalación Óptima basado en el Método SLP (Caso de Estudio)

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Presidente(a): Mtro. Edgar Jesús Cruz Solís

Secretario(a): Ing. Evelia Hernández Maldonado

Vocal: Mtro. Julio César Martínez Hernández



Tecnológico Nacional de México
**Instituto Tecnológico Superior de
Huauchinango**

DISEÑO DE UNA NUEVA INSTALACIÓN OPTIMA BASADO EN EL MÉTODO SLP (CASO DE ESTUDIO)

por

Celina Quiroga Hernández

TESIS

Para la Obtención del Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Comité revisor

Presidente(a): Mtro. Edgar Jesús Cruz Solís

Secretario(a): Ing. Evelia Hernández Maldonado

Vocal: Mtro. Julio César Martínez Hernández

Fecha de aprobación: 30 de Junio del 2022

Autorizado al Departamento de Control Escolar

DISEÑO DE UNA NUEVA INSTALACIÓN OPTIMA BASADO EN EL MÉTODO SLP (CASO DE ESTUDIO)

por

Celina Quiroga Hernández

Resumen

El método S.L.P. (Systematic Layout Planning), es una técnica organizada para realizar la planeación de una distribución, integrada por cuatro fases, en una serie de procedimientos para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas a distribuir.

La presente Tesis determina una nueva ubicación de Mathfer Servicios en base a la metodología SLP para la optimización de recursos, por medio de la macrolocalización y microlocalización, la selección de equipo para manejo de materia prima e insumos eléctricos, el análisis y representación de la interacción de actividades, la determinación de espacios y distribución general, finalizando con el diseño y presentación detallada de la nueva instalación de Mathfer Servicios, con los renders del modelado de la instalación en el software SketchUp.

© 2022, Quiroga Hernández Celina

Dedicatoria

A Dios y la Virgen, por darme fuerza para continuar día a día.

A mis padres y abuelos, por brindarme todos los medios para
llegar hasta este punto de mi vida.

A mi hermano, por acompañarme todas las noches.

A Jorge Esteban, por escucharme una y otra vez.

A José Luis, por tomarme de la mano en todo momento y más
fuerte en cada decisión.

Agradecimientos

A mi asesor, Ing. Edgar Jesús Cruz Solís, por su gran disposición y guía durante la realización de mi residencia, así como docente, en mi paso por el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.

A Mathfer Servicios, por creer en mí y darme mi primera oportunidad de trabajo, motivándome siempre a dar más, así como también por su disponibilidad.



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de
Huauchinango

DISEÑO DE UNA NUEVA INSTALACIÓN OPTIMA BASADO EN EL MÉTODO SLP (CASO DE ESTUDIO)

por

Quiroga Hernández Celina

TESIS

Para la Obtención del Título Profesional de

Ingeniero Industrial

Asesor de Tesis: Mtro. Edgar Jesús Cruz Solís

Huauchinango, Puebla, México

Abril 2022

DESIGN OF A NEW OPTIMAL INSTALLATION BASED ON THE SLP METHOD (CASE STUDY)

by

Celina Quiroga Hernández

Instituto Tecnológico Superior de
Huauchinango, 2022

Abstract:

The S.L.P. (Sistematic Layout Planning), is an organized technique to carry out the planning of a distribution, made up of four phases, in a series of procedures to identify, evaluate and visualize the elements and areas to be distributed.

This Thesis determines a new location for Mathfer Servicios based on the SLP methodology for resource optimization, through macrolocation and microlocation, the selection of equipment for handling raw materials and electrical supplies, the analysis and representation of the interaction of activities, the determination of spaces and general distribution, ending

with the design and detailed presentation of the new installation of Mathfer Servicios, with the renderings of the modeling of the installation in the SketchUp software.

Contenido

Dedicatoria	vi
Agradecimientos	vii
Abstract:.....	ix
Contenido	xi
Índice de Figuras	xiv
Índice de Tablas.....	xvii
Índice de Anexos.....	xviii
Glosario	xix
Introducción	1
Capítulo I.....	3
1. Antecedentes.....	3
1.1. Justificación	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Alcances y limitaciones.....	7
1.4. Planteamiento del problema.....	8
1.5. Antecedentes de la empresa.....	9
1.5.1. Organigrama	10
1.5.2. Áreas o departamentos.....	11
Capítulo II.....	13
2. Marco Teórico.....	13
2.1. Localización de instalaciones	13
2.1.1. Macrolocalización	14
2.1.2. Microlocalización.....	14
2.2. Manejo de materiales	15
2.2.1. Principios de Manejo de Materiales	15

2.2.2. Unidad de carga	23
2.3. Distribución física de la planta	24
2.3.1. Método S.L.P. (Sistematic Layout Planning), Planeación Sistemática de Distribución de Planta	24
Capítulo III	27
3. Metodología	27
3.1 Desarrollo	28
3.1.1 Diagnóstico inicial	28
3.1.2. Opciones de Macrolocalización	29
3.1.3. Opciones de Microlocalización	30
3.1.3.1 Variación de Brown y Gibson	31
3.1.3.1.1 Cálculo de la Medida de Localización del Factor Objetivo (FO_i)	32
3.1.3.1.2. Cálculo de la Medida de Localización del Factor Subjetivo (FS_i)	32
3.1.3.1.3. Cálculo de la Medida de Preferencia de Localización (MPL)	34
3.1.3.1.4. Selección del lugar	35
3.1.4. Manejo de Materiales	39
3.1.4.1. Selección equipo de manejo: Materia Prima ..	39
3.1.4.2. Selección equipo de manejo: Insumos	41
3.1.4.3. Selección proveedor: Equipo de Pruebas y Medición	42
3.1.4.4. Selección de equipo: Anaqueles	44
3.1.4.5. Selección de equipo: Gavetas	45
3.1.5. Método S.L.P. (Sistematic Layout Planning), en Matfher Servicios	48
3.1.5.1. Análisis	48
3.1.5.2. Análisis de recorrido	48
3.1.5.3. Análisis de las relaciones entre actividades ..	50

3.1.5.4. Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades	50
3.1.5.5. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios	52
3.1.5.6. Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios	52
3.1.5.7. Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución.....	54
3.1.5.8. Layout de la instalación	56
3.1.5.9. Modelado de la instalación.....	57
Capítulo IV	59
4. Resultados	59
Conclusiones	77
Impactos.....	78
Recomendaciones	78
Referencias bibliográficas	80
Anexos.....	81

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama Mathfer Servicios	10
Figura 2. Esquema del Systematic Layout Planning	26
Figura 3. Metodología del diseño de la nueva instalación de Mathfer Servicios	27
Figura 4. VSM: Mathfer Servicios.....	28
Figura 5. Macrolocalización de la nueva instalación	30
Figura 6. Microlocalización de la nueva localización/Satélite	35
Figura 7. Microlocalización de la nueva localización/Relieve	36
Figura 8. Microlocalización: Perspectiva 1	36
Figura 9. Microlocalización: Perspectiva 2	37
Figura 10. Microlocalización: Perspectiva 3	37
Figura 11. Microlocalización: Perspectiva 4	38
Figura 12. Diagrama de recorrido integrando el flujo de proceso de Mathfer Servicios	49
Figura 13. Relación de proximidad entre las áreas de Mathfer Servicios	50
Figura 14. Diagrama relacional de actividades de Mathfer Servicios	51
Figura 15. Propuesta 1: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad	53
Figura 16. Propuesta 2: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad	54
Figura 17. Layout de la nueva instalación de Mathfer Servicios	56

Figura 18. Vista aérea de la instalación	57
Figura 19. Perspectiva aérea de la instalación	57
Figura 20. Vista de plano completo.....	58
Figura 21. VSM Futuro: Mathfer Servicios.....	59
Figura 22. Resultado: Macrolocalización de la nueva instalación.....	60
Figura 23. Resultado: Microlocalización de la nueva localización/Satélite	61
Figura 24. Resultado: Microlocalización de la nueva localización/Relieve	61
Figura 25. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 1	62
Figura 26. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 2	62
Figura 27. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 3	63
Figura 28. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 4	63
Figura 29. Carrito con Plataforma de Metal - 30 x 60"	64
Figura 30. Mesa Elevadora Antiderrapante.....	65
Figura 31. Estante de Metal sin Pernos	66
Figura 32. Caja Gaveta No. 9.....	67
Figura 33. Resultado: Relación de proximidad entre las áreas de Mathfer Servicios	68
Figura 34. Resultado: Diagrama relacional de actividades de Mathfer Servicios	69
Figura 35. Resultado: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad	70
Figura 36. Resultado: Layout de la nueva instalación de Mathfer Servicios	72

Figura 37. Resultado: Vista aérea de la instalación	73
Figura 38. Área de Ingeniería.....	73
Figura 39. Dirección	74
Figura 40. Sanitarios	74
Figura 41. Área de almacén de materia prima e insumos eléctricos	75
Figura 42. Área de compras	75
Figura 43. Resultado: Perspectiva aérea de la instalación....	76
Figura 44. Resultado: Vista de plano completo	76

Índice de Tablas

Tabla 1. Costos anuales por localización	32
Tabla 2. Factores subjetivos por localización	33
Tabla 3. Ordenamiento jerárquico de cada factor objetivo por localización	34
Tabla 4. Proveedores: Carrito con plataforma	40
Tabla 5. Proveedores: Mesa de Elevación	42
Tabla 6. Proveedores: Equipo de Pruebas y Medición.....	43
Tabla 7. Proveedores: Anaqueles.....	45
Tabla 8. Proveedores: Gavetas	47
Tabla 9. Simbología: Diagrama de proceso.....	48
Tabla 10. Formato de diagrama de recorrido	49
Tabla 11. Código por relación de proximidad	50
Tabla 12. Código de líneas	51
Tabla 13. Necesidades y disponibilidad de espacio por área	52
Tabla 14. Resultado: Necesidades y disponibilidad de espacios por área	69

Índice de Anexos

Anexo 1. Layout sin detallar de la nueva instalación	81
Anexo 2. Render: Perspectiva externa almacén	82
Anexo 3. Render: Manejo de materia prima	82
Anexo 4. Render: Perspectiva interna almacén	83

Glosario

Cualitativa: Perteneiente o relativo a la cualidad.

Cuantitativa: Perteneiente o relativo a la cantidad.

Factible: Que se puede realizar.

Fotovoltaico: Perteneiente o relativo a la conversión directa de energía luminosa en energía eléctrica.

Insumos: Conjunto de elementos que toman parte en la producción de otros bienes.

Interacción: Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, personas, agentes, fuerzas y funciones.

Interruptor eléctrico: Dispositivo que sirve para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica.

Manufactura: Proceso de fabricación de un producto que se realiza con las manos o con ayuda de máquinas.

Motor eléctrico: Un motor eléctrico es una máquina que tiene la capacidad de transformar o convertir la energía eléctrica en mecánica.

Ponderación: Es un proceso mediante el cual se atribuyen distintos pesos a distintos valores. Se utiliza cuando el conjunto de datos a analizar tiene un valor respecto a los demás datos.

Relevador eléctrico: Es un instrumento electromagnético que tiene la finalidad de abrir y cerrar contactos por medio de un electroimán.

Render: Representación gráfica que consiste en una imagen generada a través de un modelo 2D o 3D. En la mayoría de los casos, se consigue un efecto óptico que permite una visión realista, con profundidad y textura.

Subcontratación: La subcontratación sucede cuando una empresa contrata a otra unidad económica para la realización de ciertas tareas dentro del proceso de producción de la primera.

Topología: Rama de las matemáticas que trata especialmente de la continuidad y de otros conceptos más generales originados de ella, como las propiedades de las figuras con independencia de su tamaño o forma.

Transformador: Aparato para convertir la corriente alterna de alta tensión y débil intensidad en otra de baja tensión y gran intensidad, o viceversa.

Introducción

La presente Tesis, desarrolla el diseño de una nueva instalación de la empresa Mathfer Servicios basado en la aplicación de la Metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta, para la optimización de recursos. El reporte se encuentra integrado por cuatro capítulos, el capítulo I presenta los antecedentes del reporte, la justificación y objetivos a cumplir, partiendo de lo general a lo particular, elaborados de acuerdo a la problemática identificada, así como la descripción de Mathfer Servicios, visualizando su organigrama y la descripción de áreas. Posteriormente en el capítulo II se encuentra el marco teórico, base fundamental para el desarrollo del siguiente capítulo.

Dentro del capítulo III se presenta la metodología establecida para la planeación y diseño de la nueva instalación, comenzando con el diagnóstico inicial de Mathfer Servicios, a través de un VSM, siguiendo con la macrolocalización de la nueva ubicación, para continuar con la microlocalización por la aplicación del Método Variación de Brown y Gibson. En la siguiente parte de la metodología se realiza la selección del equipo de manejo tanto de materia prima como de insumos, así como la selección de proveedores para equipo de pruebas y medición. En base a la Metodología S.L.P. (Systematic

Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta, se realiza la presentación de la interacción de actividades, la determinación de espacios por área y distribución general de la instalación, para concluir con el diseño de la nueva instalación.

Finalmente el capítulo IV expone los resultados obtenidos de la aplicación de la Metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning), presentando los renders de la nueva instalación de Mathfer Servicios, resultado del layout elaborado en el software AutoCAD, exportado y modelado en SketchUp.

Capítulo I

1. Antecedentes

La planeación y el diseño de una instalación, es fundamental para la eficiencia de las operaciones, el Ingeniero Demetrio García Salinas, en 2001, menciona dentro de su tesis titulada, IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA, la importancia de una correcta administración de los espacios de trabajo, para la mejora continua de la producción, en el caso particular de la industria manufacturera. En 2012, el Ingeniero German Noé Reyes Flores, señala en su tesis titulada, UN ESTUDIO SISTÉMICO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN UNA EMPRESA TEXTIL, a la planeación como parte de la estrategia del flujo de materiales e información, así como de personal, para lograr un funcionamiento adecuado de todo el sistema, planeación en base a la metodología propuesta por Richard Muther, SLP, (Systematic Layout Planning), Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, resaltando que la planeación y diseño de instalaciones no es exclusiva para la industria manufacturera, que también es aplicable en el sector de servicios, ya sean privados, como lo es el presente proyecto, servicios de instalación, diseño, mantenimiento y remodelación de instalaciones eléctricas, o públicos como hospitales, estaciones de policía, estaciones de bomberos y escuelas, por mencionar algunos. En 2013, la Ingeniero Alejandra Ramírez Sandoval, elaboró un CUADERNILLO DE

EJERCICIOS DE DIAGRAMA DE RECORRIDO y BLOQUES, en el cual presenta la metodología SLP (Systematic Layout Planning), por medio de la ejemplificación de 2 casos, en donde también integra los distintos diagramas descriptivos para una aplicación más objetiva.

1.1. Justificación

Mathfer Servicios ha presentado problemáticas con sus insumos, que han llegado a la pérdida total de materia prima, como en el caso de las lámparas, ya que debido a sus características, un movimiento brusco o almacenamiento equivocado puede dañarlas, lo que representa un faltante y un costo. Hasta el retraso por parte de los proveedores al dificultarse el acceso a Mathfer, lo que genera una demora para la realización del contrato.

Por lo que se busca una localización que permita el acceso rápido y seguro a las instalaciones de Mathfer, por parte de cualquier proveedor y cliente, optimizando el manejo de materia prima e insumos, permitiendo así una mayor eficiencia en la realización de proyectos y contratos, aumentando su productividad y con ello las posibilidades de crecimiento dentro de la región norte del Estado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Proponer el diseño de nuevas instalaciones para Mathfer Servicios en base a la aplicación de la metodología SLP logrando un manejo eficiente y seguro de recursos y materiales eléctricos considerando las dimensiones y características de los proyectos en el periodo comprendido de septiembre 2021 - enero 2022.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar una nueva ubicación para Mathfer Servicios por medio del análisis y selección de las opciones de macro y micro localización.
- Seleccionar el equipo adecuado para el manejo de materia prima e insumos eléctricos.
- Analizar y representar la interacción de las actividades de Mathfer Servicios.
- Determinar espacios y distribución general por área de la instalación.
- Diseñar y presentar específicamente la nueva instalación de Mathfer Servicios.

1.3. Alcances y limitaciones

Se busca presentar el diseño de una nueva instalación para la empresa Mathfer Servicios de forma que todos los aspectos contemplados para su planeación tengan la posibilidad de realizarse, tomando en cuenta las consideraciones y necesidades de la empresa, dicha planeación abarca el manejo del Método Variación de Brown y Gibson, la Metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta y el uso de los softwares de diseño y modelado: AutoCAD y SketchUp.

Sin embargo dentro de las limitaciones se encuentra la variación de la magnitud de los proyectos realizados por Mathfer Servicios, lo que se refleja en la cantidad de materia prima e insumos eléctricos, por lo que el requerimiento de las dimensiones del almacén debe contemplar dicha variación.

1.4. Planteamiento del problema

La planeación y diseño de instalaciones es una tarea fundamental en la reducción de costos y el incremento de la productividad, a la que sin embargo un gran porcentaje de las empresas no dan la debida importancia.

Dentro de Mathfer, la problemática principal es el acceso para proveedores y paquetería en general, ya que su actual ubicación dificulta su localización e ingreso, por lo que en muchas ocasiones es necesario llevar la materia prima e insumos eléctricos directamente al punto de trabajo, aumentando la posibilidad de retrasos por horas o días e incluso semanas en el cumplimiento de contratos. El siguiente problema identificado en su actual instalación es el área de almacén, ya que se encuentra dividido en dos secciones, mismas que dificultan el manejo de materia prima e insumos eléctricos de ciertas dimensiones. Por lo que la pregunta es: ¿Es posible realizar el diseño de una nueva instalación óptima en base a la aplicación de la metodología SLP?

1.5. Antecedentes de la empresa

Mathfer, es una empresa de diseño, instalación y remodelación de instalaciones eléctricas, pruebas, instalación y diagnóstico de equipo especializado, transformadores, motores, interruptores y bancos, instalación de sistemas de iluminación y sistemas fotovoltaicos, así como venta de insumos eléctricos y electrónicos. Surge en el año 2015, en Huauchinango, Puebla, como un nuevo proyecto de inversión de la Lic. Tatiana Belem Hernández Rosas.

- Contacto personal:
C. Sarahi Carmona Conde
- Correo electrónico:
servicios.mathfer@gmail.com
- Teléfono:
776 113 2284

1.5.1. Organigrama

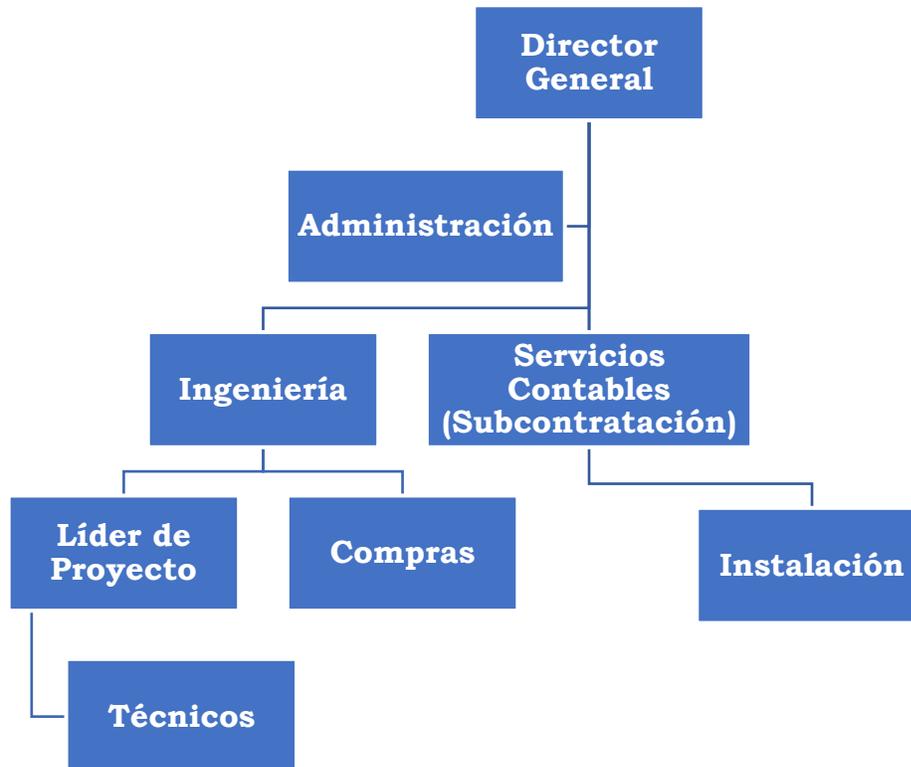


Figura 1. Organigrama Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

1.5.2. Áreas o departamentos

- Director general: Área encargada de evaluar y concretar proyectos, así como la toma de decisiones de Mathfer, dirigida por la Lic. Tatiana Belem Hernández Rosas.
- Administración: Departamento que organiza y controla los diversos recursos de la Mathfer.
- Ingeniería: Área responsable de desarrollar los proyectos en curso de Mathfer, desde su planeación, desarrollo y entrega.
- Servicios contables: Parte de la administración de recursos, especialmente en la subcontratación de servicios, dependiendo de las necesidades y dimensiones del proyecto a desarrollar.
- Líder de proyecto: Se conforma de un responsable del proyecto en curso, partiendo del diseño hasta el monitoreo y seguimiento del mismo.
- Compras: Departamento que parte de Ingeniería, encargado de la cotización, condiciones de pago, seguimiento y condiciones de entrega de insumos y materia prima para la realización del proyecto.
- Instalación: Se integra tanto de los técnicos de Mathfer como del personal subcontratado para el proyecto, así como de la maquinaria que llega a ser contratada para la realización del mismo.
- Técnicos: Personal que realiza los procedimientos necesarios para la realización del proyecto, en base las

especificaciones y requerimientos tanto de ingeniería como del cliente, en base a protocolos y normativas de seguridad y calidad.

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1. Localización de instalaciones

Es el estudio previo a la función de una empresa, tomando en cuenta todos los factores relevantes considerados para el buen funcionamiento de los diversos departamentos que integran la empresa, analizando la factibilidad de cada lugar mediante técnicas especializadas.

Las decisiones de localización forman parte del proceso de formulación estratégica de la empresa. Una buena selección puede contribuir a la realización de los objetivos empresariales, mientras que una localización desacertada puede conllevar un desempeño inadecuado de las operaciones.

La localización de instalaciones puede ser de una sola instalación o bien de múltiples instalaciones, determinadas mediante distintos métodos. En lo referente a la selección de la ubicación, es frecuente que la mayoría de las empresas primero lo haga de forma cualitativa y después cuantitativa, no obstante, siempre es importante analizar todos los factores que pueden influir en éxito o fracaso de la empresa antes de tomar una decisión.

2.1.1. Macrolocalización

Consiste en evaluar el sitio que ofrece las mejores condiciones para la ubicación del proyecto, en el país o en el espacio rural y urbano de alguna región.

- Ubicación de los consumidores o usuarios.
- Localización de la materia prima y demás insumos.
- Vías de comunicación y medios de transporte.
- Infraestructura de servicios públicos.
- Políticas, planes o programas de desarrollo.
- Normas y Regulaciones específicas.
- Tendencias de desarrollo de la región.
- Condiciones climáticas, ambientales, suelos.

2.1.2. Microlocalización

Es la determinación del punto preciso donde se construirá la empresa dentro de la región, y en esta se hará la distribución de las instalaciones en el espacio elegido, según Jerouchalmi.²

- Disponibilidad y costos de Recursos: Mano de obra, materias primas, servicios de comunicaciones.
- Costo de transporte de insumos y de productos.
- Otros Factores: Ubicación de la competencia, limitaciones tecnológicas y consideraciones ecológicas.

2.2. Manejo de materiales

El manejo o movimiento de material es un sistema o combinación de métodos, instalaciones, mano de obra y equipamiento para transporte, embalaje y almacenaje para corresponder a objetivos específicos, teniendo en cuenta el tiempo y el espacio disponibles.

El manejo de material no se limita solo al movimiento, si no al embalaje, manipulación, transporte, ubicación y almacenaje teniendo en cuenta el tiempo y el espacio disponibles. Se debe poseer de un buen apoyo logístico y conocer todos los instrumentos y maquinarias precisas para el desempeño de estas funciones.

2.2.1. Principios de Manejo de Materiales

El MHI: Material Handling Institute definió 10 principios de manejo de material. Los 10 principios son fundamentales para el proyecto, concepción, análisis y operación de sistemas de manejo de material.

1. Planificación:

Todo el manejo de material debe ser planificado de acuerdo con su necesidad, objetivos de desempeño y especificaciones funcionales propuestas en el inicio del proyecto. El éxito de la planificación de un proyecto de manejo de material en gran escala requiere un equipo especializado e integrado que engloba a proveedores, gestores, informática y sistemas de información,

ingeniería, operaciones y finanzas. La planificación del manejo de material debe responder a los objetivos estratégicos de la organización, bien sea como las necesidades a cumplir a corto plazo. La planificación debe estar basada en métodos y problemas existentes, sujeta a las limitaciones económicas y físicas actuales, y atender a los requisitos y objetivos organizacionales; La planificación debe promover la ingeniería simultánea de los productos, proyecto y layout de los procesos y métodos de manejo de material, para elegir un sistema flexible, para que posibles alteraciones del mismo, puedan ser comprendidas y resueltas, al contrario de las prácticas de los proyectos independientes y secuenciales.

2. Normalización:

Normalización de los métodos de manejo de material, equipamiento, controles y software, sin perjudicar la flexibilidad, modularidad y las tasas de producción necesarias del sistema. Normalizar métodos de manejo de material y equipamientos reduce la variedad y la personalización de los procesos. El ingeniero debe seleccionar los métodos y equipamientos para que se puedan ejecutar diversas tareas, sobre varias condiciones de funcionamiento y anticipar futuras alteraciones en el sistema. Es decir, los métodos y

equipamientos deben ser normalizados y, al mismo tiempo, garantizar la flexibilidad y modularidad del sistema, debe ser aplicada a los diferentes métodos de manejo de material, tales como los diversos tamaños de embalajes y contenedores, o bien como a procedimientos operacionales y equipamientos; La normalización, flexibilidad y modularidad se deben complementar, proporcionando así compatibilidad.

3. Trabajo:

El manejo de material es igual al producto de la tasa de flujo del manejo de material (volumen, peso o cantidad por unidad de tiempo) por la distancia recorrida. El manejo de material debe ser reducido, sin perjudicar la productividad o al nivel de servicio exigido por la operación. Simplificación de procesos a través de la reducción, combinación o eliminación de manejos innecesarios, se debe considerar almacenaje y recogida de material. El trabajo de manejo de material puede ser simplificado y reducido a través de layouts y métodos eficientes, siempre que sea posible, la fuerza gravitatoria debe ser utilizada para mover materiales o para su ayuda en el manejo, teniendo en cuenta la seguridad y la posibilidad de daños en la mercancía; La distancia más reducida entre dos puntos es en línea recta.

4. Ergonomía:

Es importante reconocer las capacidades y limitaciones humanas, tanto físicas como psicológicas, para así concebir métodos de manejo de material y equipamientos seguros y eficaces. Los equipamientos deben ser seleccionados para eliminar manejos manuales repetidos y extenuantes que efectivamente puedan relacionarse con los operarios. En los sistemas de manejo de material, modificaciones ergonómicas en el layout y el proyecto del local de trabajo es importante que se preste atención a las características físicas y humanas. Los equipamientos especialmente concebidos para el manejo de material son generalmente más caros que los equipamientos genéricos. Sin embargo, es posible prevenir el riesgo de lesión y fatiga del trabajador, así como posibles errores e ineficiencias operacionales asociadas a ello, minimizando costes y perjuicios a largo plazo, según Taylor.

5. Unidad de carga:

La unidad de carga debe ser dimensionada y configurada de forma que satisfaga los objetivos de flujo de materiales y almacenaje en cada fase de la cadena logística. Facilidad en la recogida y manejo de varios artículos individuales como una unidad de carga, en vez de manejar varios artículos de uno en uno. El tamaño y

composición de la carga puede ser alterado durante las diversas fases de fabricación, almacenaje y distribución. Es normal que existan unidades de carga de grandes dimensiones de materias primas y productos, antes y después de la fabricación, respectivamente. Durante la fabricación, unidades de carga de pequeñas dimensiones, a veces constituidas cada una por un artículo, disminuyen los stocks en el curso de fabricación y los tiempos de los ciclos de producción. Las unidades de carga de pequeñas dimensiones son utilizadas en la producción, con el fin de alcanzar objetivos operacionales tales como flexibilidad, flujo continuo de materiales y la entrega por el método Justo a Tiempo (Just in time). Las unidades de cargas compuestas por el agrupamiento de diferentes artículos son comunes en los procesos Just in Time y en estrategias de oferta personalizada, desde que la selección de los artículos no quede comprometida.

6. Utilización del espacio:

Debe ser realizada de forma de hacer el sistema de manejo de material más eficaz y eficiente. En el manejo de material, el concepto de espacio es tridimensional, normalmente considerado como espacio cúbico. Se deben eliminar todos los espacios desordenados y desorganizados, como por ejemplo: corredores

obstruidos. En las áreas de almacenamiento, el objetivo es maximizar y balancear la densidad de almacenamiento, a modo de obtener accesibilidad y facilidad de seleccionar y cargar determinados artículos. La utilización del transporte aéreo de la carga, en el interior del espacio cúbico de la instalación, debe ser considerado como una alternativa de mejorar y optimizar el sistema de manejo de material.

7. Sistema:

Las actividades de manejo y almacenaje deben ser totalmente integradas para crear un sistema operacional coordinado, que englobe la recepción, inspección, almacenaje, producción, montaje, embalaje, selección, expedición, transporte y manejo de devoluciones. La integración de sistemas debe envolver toda la cadena logística, incluido la logística inversa. Las principales entidades de la cadena logística son: proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes. Los niveles de stock deben ser reducidos en todas las fases de la producción y distribución, considerando las variabilidades del proceso y los servicios prestados al cliente. Los flujos de información y de materiales deben ser integrados y procesados simultáneamente, el flujo de información generalmente sigue el flujo de material. Los métodos deben facilitar la identificación de materiales y

de productos, determinar su localización, estado de procesamiento y manejo, dentro de las instalaciones y en la cadena logística. Las necesidades de los clientes en relación a cantidad, calidad, pedidos y cumplimiento de los plazos, deben ser atendidas con rigor.

8. Automatización:

Las operaciones de manejo de material deben ser mecanizadas o automatizadas, siempre que sea posible, para así aumentar la eficacia, capacidad de respuesta, uniformidad y previsibilidad del sistema y reducir costes operacionales, eliminando el trabajo manual repetitivo y potencialmente inseguro. La simplificación de los procesos y métodos preexistente, antes de instalar sistemas mecánicos o automatizados, utilización de sistemas de información para integrar, controlar y gestionar todos los flujos de información y de materiales, los procesos de interfaz son críticos para garantizar el suceso de automatización y los artículos a manejar deban poseer formas y características estandarizadas que permitan el manejo mecánico o automatizado.

9. Medio ambiente:

El impacto en el medio ambiente y el consumo de energía deben ser considerados como aspectos relevantes en el proyecto y selección de equipamientos y

de sistemas de manejo de material, de modo así preservar los recursos naturales existentes en la Tierra y minimizar los posibles efectos negativos en el medio ambiente. Contenedores, pallets y otros equipamientos usados para proteger las unidades de carga deben ser concebidas apuntando a la reutilización y a la biodegradación después de su utilización, siempre que sea posible. El proyecto de sistemas debe ser dimensionado para así acomodar equipamientos y subproductos de manejo de material y productos. Materiales y productos peligrosos tienen necesidades especiales en lo que se dice con respecto a la protección contra el vertido, combustibilidad y otros riesgos.

10. Costo del ciclo de vida:

El análisis económico debe considerar el ciclo de vida de todos los sistemas resultantes del manejo de material y gastos desde el momento en que el primer valor es un gasto para proyectar o adquirir un nuevo método o equipamiento de manejo, hasta la eliminación o sustitución total de los métodos o equipamientos. Los costos de ciclo de vida del sistema incluyen inversión de capital, instalación, configuración y preparación de métodos y equipamientos, entrenamiento y recepción del sistema, operación (mano de obra, servicios, entre otros), manutención y reparación, venta al por mayor y

disposición final. El plano de mantenimiento irá a prolongar la vida útil del equipamiento. Los costos asociados a manutención y sustitución de equipamientos, también deben ser incluidos en el análisis económico. Debe de existir un plano de sustitución de equipamientos obsoletos, a largo plazo, además de los costos operacionales mensurables, existen otros factores de naturaleza estratégica y competitiva que deben ser cuantificados, si es posible.

2.2.2. Unidad de carga

Los diez principios del manejo de material pueden ser aplicados en diversas situaciones para obtener reducción de costos y eficiencia del sistema, pero existe un principio que merece una atención especial: el principio de la unidad de carga.

Una unidad de carga puede ser definida como la carga a ser manejada o recogida, de una sola vez, al mismo tiempo. La unidad de carga es parte integrante del sistema de manejo de material.

Las unidades de carga pueden ser compuestas por un artículo individual o por diversos artículos. Independientemente de eso, las unidades de carga deben tener el tamaño y configuración apropiado para que los objetivos de flujo y manejo de material sean alcanzados.

2.3. Distribución física de la planta

Distribución de planta implica un ordenamiento físico de los elementos considerados este ordenamiento requiere espacio para movimientos de materiales, almacenamientos y procesos, además de las actividades de servicio relacionadas.

La distribución en planta es una tarea fundamental en la reducción de costos y el incremento en la productividad, a la que sin embargo no muchas empresas dan la debida importancia.

Es el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Para hacer una distribución en planta hay que tener en cuenta los objetivos estratégicos y tácticos de la empresa, no existiendo para ello un método único.

2.3.1. Método S.L.P. (Systematic Layout Planning), Planeación Sistemática de Distribución de Planta

El método S.L.P. (Systematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta, es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación.⁵

Esta técnica, incluyendo el método simplificado, puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan, nuevos edificios o en el nuevo sitio de planta planeado.

El método S.L.P. (Systematic Layout Planning), consiste en un patrón de procedimientos.

Fase I: Localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir.

Fase II: Distribución General del Conjunto. Se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área.

Fase III: Plan de Distribución Detallada. Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

Fase IV: Instalación. Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

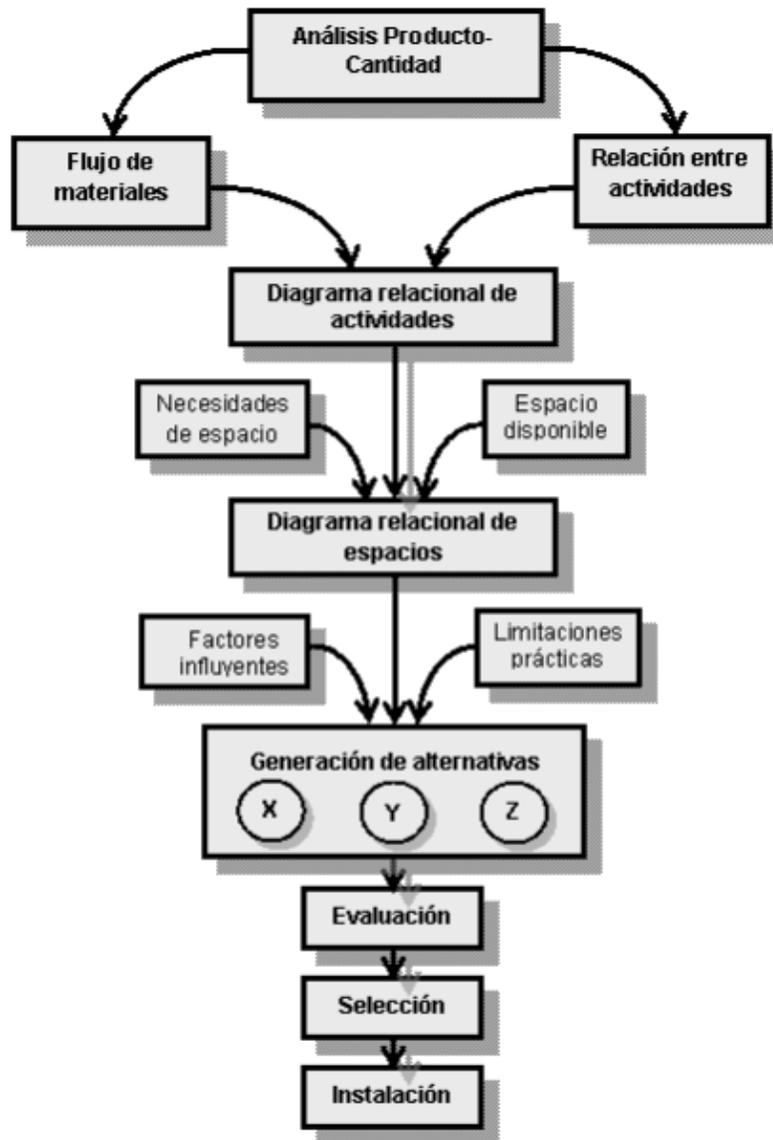


Figura 2. Esquema del Systematic Layout Planning
Fuente: Muther (1968)

Capítulo III

3. Metodología

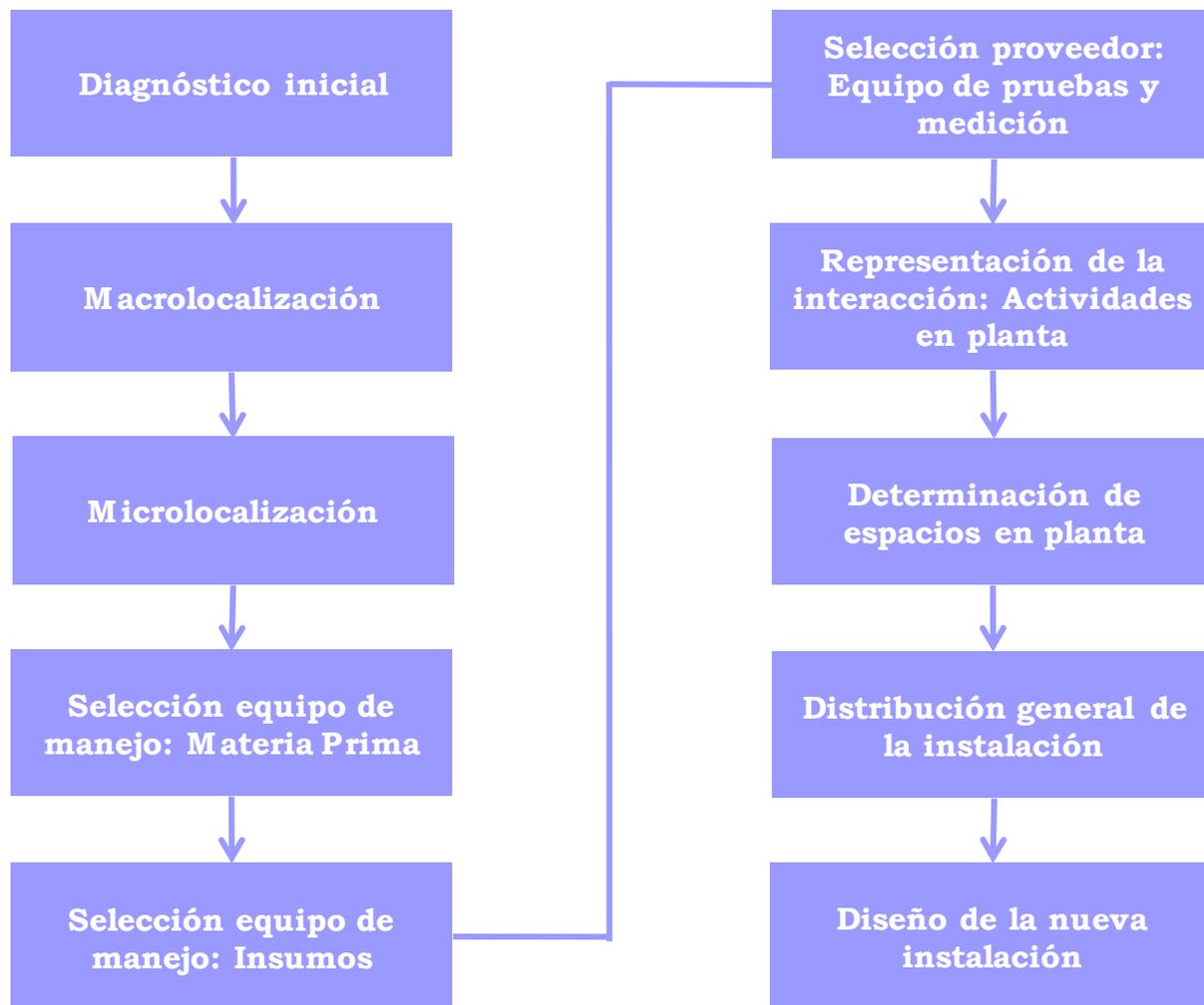


Figura 3. Metodología del diseño de la nueva instalación de Mathfer Servicios

Fuente: Elaboración propia

3.1 Desarrollo

3.1.1 Diagnóstico inicial

El primer paso es el diagnóstico de todo el proceso de servicio en Mathfer, desde mi área de trabajo, en donde por medio de la observación y mi propia experiencia personal, identifique el proceso general que se lleva a cabo para la realización de todo proyecto, que va desde la consolidación del contrato, tomando en cuenta las especificaciones y necesidades del cliente, seguido de la planeación por parte de Ingeniería, las cotizaciones, condiciones de pago, compras y seguimiento, para finalmente realiza la instalación. Dicho proceso lo realice por medio de un VSM para una visualización completa de todo el servicio que realiza Mathfer, dentro de cual también me fue posible determinar la problemática de la llegada de los proveedores al domicilio, así como los retrasos de la materia prima e insumos eléctricos.

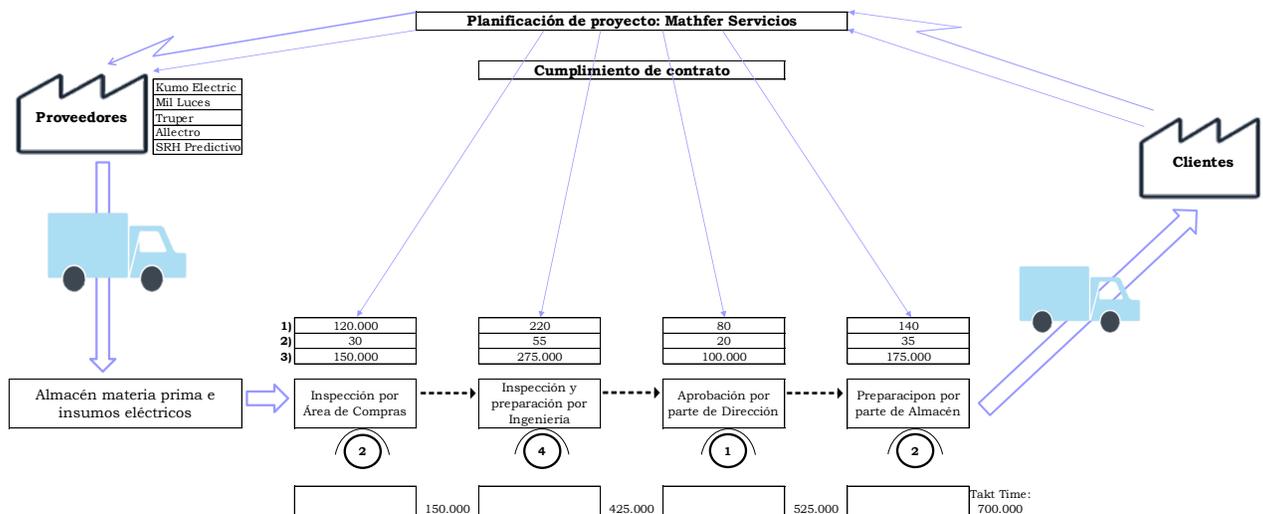


Figura 4. VSM: Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Opciones de Macrolocalización

La selección previa de una macrolocalización permitirá, a través de un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles, descartar los sectores geográficos que no corresponden a las condiciones requeridas del proyecto.

Las alternativas para la macrolocalización son:

A. Sierra Norte de Puebla:

Conformada por 33 municipios, en una superficie de 5903 km² del estado de Puebla, con una población de 668 859 habitantes. Sus municipios más importantes son: Zacatlán y Huauchinango. Presenta un clima cálido-húmedo y templado-húmedo. Colinda con Veracruz al norte y con Hidalgo y Tlaxcala al oeste.

B. Mixteca de Puebla:

Se compone de 45 municipios, con una población de 254 100 habitantes, equivalente al 4.4% de la población del estado de Puebla. Posee un clima cálido-subhúmedo, así como seco y semi-seco. Su principal municipio es Tepexi de Rodríguez. Limita con Morelos, Guerrero y Oaxaca.

C. Serdán y Valles Centrales de Puebla:

Abarca 31 municipios de la parte oriental del estado de Puebla, en una superficie de 5300 km². Cuenta con una población 650 933 habitantes, que representa al 6.5% de la población total del estado. Guadalupe Victoria y

Lara, son sus municipios más importantes. Presenta un clima templado templado-subhúmedo y templado-húmedo. Limita con Veracruz.

En así como en base a las características mencionadas por cada alternativa y de acuerdo a una evaluación cualitativa por medio de una comparación, la opción A. Sierra Norte de Puebla, presenta mayores ventajas en cuanto a localización y acceso, por lo tanto es la alternativa seleccionada para el proyecto.

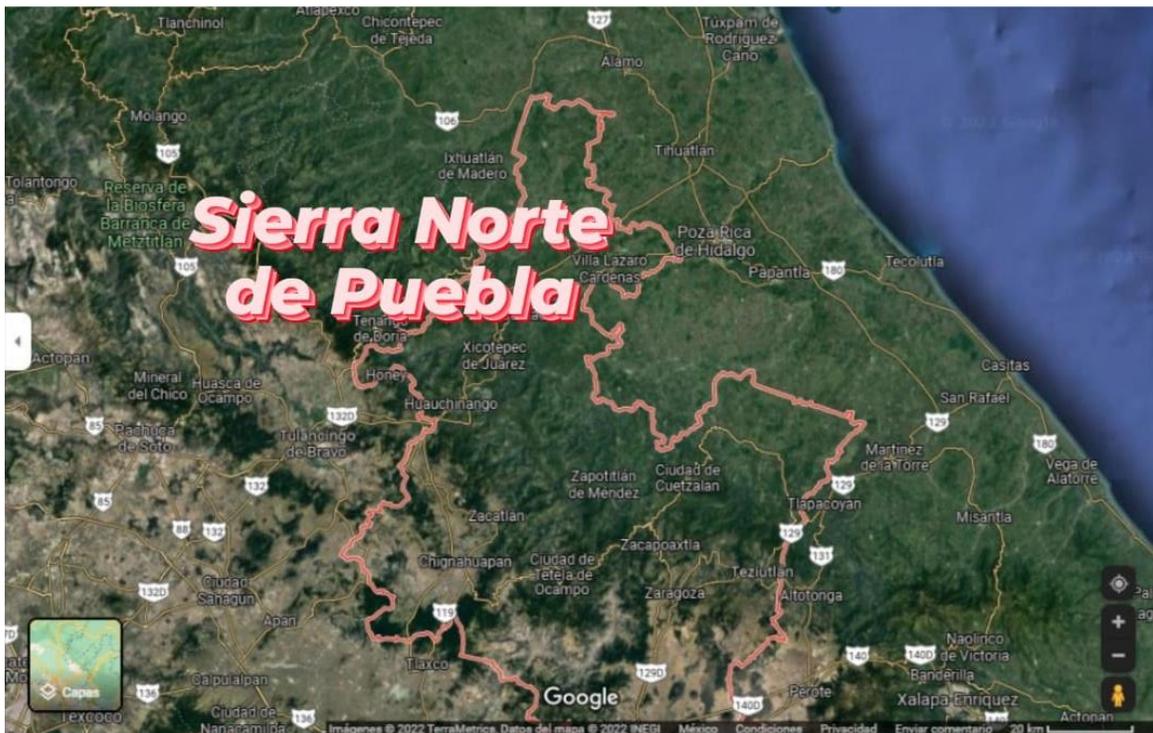


Figura 5. Macrolocalización de la nueva instalación

3.1.3. Opciones de Microlocalización

La microlocalización indicará cual es la mejor alternativa de instalación dentro de la zona elegida en la macrolocalización,

en este caso tres alternativas de ubicación en municipios pertenecientes a la Sierra Norte de Puebla.

- a. Calle Allende, Colonia Agua Azul, Juan Galindo, Pue.
- b. Calle Insurgentes, Colonia Santa Catarina, Huauchinango, Pue.
- c. Avenida 1° de Mayo, Cuautlita, Huauchinango, Pue.

La alternativa a., se encuentra dentro de la junta auxiliar de Canaditas, perteneciente al municipio de Juan Galindo, Puebla. De acuerdo con el INEGI (2020), cuenta con una población de 9,828 habitantes.

Las alternativas b y c, pertenecen al municipio de Huauchinango, Puebla. Hasta el 2020, según INEGI, contaba con 103,946 habitantes.

3.1.3.1 Variación de Brown y Gibson

Para la selección de la ubicación, se utilizara el método: Variación de Brown y Gibson. Es una variación del método de factores ponderados, donde se combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que asignan valores ponderados de peso relativo. El método consta de cuatro etapas:

3.1.3.1.1 Cálculo de la Medida de Localización del Factor Objetivo (FO_i)

Las tres localizaciones cumplen con los requisitos exigidos: mano de obra, materia prima, transporte, comunicaciones y servicios, en donde los son diferentes, por lo que se muestran los costos anuales supuestos y el cálculo del FO_i.

	Mano de obra	Materia prima	Transporte	Comunicaciones	Servicios	Costo total
Allende	71.5	145	42	10.6	2.54	271.64
Insurgentes	62.8	98	28	7.96	2.98	199.74
1° de Mayo	74.2	120	24	7.48	2.8	228.48

Tabla 1. Costos anuales por localización

$$FO_i = \left[COF_i \sum \frac{1}{COF_{in}} \right]^{-1}$$

$$FO_{Allende} = \left[271.64 \left(\frac{1}{271.64} + \frac{1}{199.74} + \frac{1}{228.48} \right) \right]^{-1} = \mathbf{0.281779952}$$

$$FO_{Insurgentes} = \left[199.74 \left(\frac{1}{271.64} + \frac{1}{199.74} + \frac{1}{228.48} \right) \right]^{-1} = \mathbf{0.383211706}$$

$$FO_{1^\circ \text{ de Mayo}} = \left[228.48 \left(\frac{1}{271.64} + \frac{1}{199.74} + \frac{1}{228.48} \right) \right]^{-1} = \mathbf{0.335008343}$$

3.1.3.1.2. Cálculo de la Medida de Localización del Factor Subjetivo (FS_i)

Los factores subjetivos relevantes son la disponibilidad de mano de obra, la demanda, las distancias, el acceso a servicios y la seguridad. El resultado de las asignaciones son

las siguientes, donde se asigna 1 al más relevante y 0 el menos importante.

	Allende	Insurgentes	1° de Mayo	Suma
K1: Disponibilidad de mano de obra	0.5	0.8	0.7	2
K2: Demanda	0.4	0.7	0.9	2
K3: Distancias	0.2	0.6	0.9	1.7
K4: Acceso a servicios	0.5	0.8	0.7	2
K5: Seguridad	0.4	0.5	0.8	1.7
Suma	2	3.4	4	

Tabla 2. Factores subjetivos por localización

El análisis permite la elaboración del índice de importancia relativa W_j que se utiliza para determinar el ordenamiento jerárquico R_{ij} de cada factor subjetivo, en la forma que se indica a continuación.

	Allende	Insurgentes	1° de Mayo	Suma	W Allende	W Insurgentes	W 1° de Mayo
K1: Disponibilidad de mano de obra	0.5	0.8	0.7	2	0.25	0.4	0.35
K2: Demanda	0.4	0.7	0.9	2	0.2	0.35	0.45
K3: Distancias	0.2	0.6	0.9	1.7	0.117647	0.352941	0.529412
K4: Acceso a servicios	0.5	0.8	0.7	2	0.25	0.4	0.35
K5: Seguridad	0.4	0.5	0.8	1.7	0.235294	0.294118	0.470588
Suma	2	3.4	4				
	R _{K1}	0.25	0.23529412	0.175			
	R _{K2}	0.2	0.20588235	0.225			
	R _{K3}	0.1	0.17647059	0.225			
	R _{K4}	0.25	0.23529412	0.175			
	R _{K5}	0.2	0.14705882	0.2			

Tabla 3. Ordenamiento jerárquico de cada factor objetivo por localización

Remplazando en la ecuación para FS_i se obtiene el valor de la medida del factor subjetivo para cada una de las localizaciones consideradas.

$$FS_i = \sum (R_{ij} \cdot W_j)$$

$$FS_{Allende} = 0.250 * 0.250 + 0.200 * 0.200 + 0.117 * 0.100 + 0.250 * 0.250 + 0.235 * 0.200 = \mathbf{0.2238235}$$

$$FS_{Insurgentes} = 0.400 * 0.235 + 0.350 * 0.205 + 0.352 * 0.176 + 0.400 * 0.235 + 0.294 * 0.147 = \mathbf{0.3658304}$$

$$FS_{1^\circ \text{ de Mayo}} = 0.350 * 0.175 + 0.450 * 0.225 + 0.529 * 0.225 + 0.350 * 0.175 + 0.470 * 0.200 = \mathbf{0.4369853}$$

3.1.3.1.3. Cálculo de la Medida de Preferencia de Localización (MPL)

Una vez valorados en términos relativos los valores objetivos y los valores subjetivos de localización, se calcula la medida de preferencia de la localización mediante la siguiente fórmula:

$$MPL_i = k(FO_i) + (1 - k)(FS_i)$$

Considerando que los factores objetivos cuentan con un peso relativo del 50%, y los factores subjetivos un peso relativo del 50%.

$$MPL_{Allende} = (0.281779952 \times 0.5) + (0.2238235 \times 0.5) = \mathbf{0.252802}$$

$$MPL_{Insurgentes} = (0.383211706 \times 0.5) + (0.3658304 \times 0.5) = \mathbf{0.374521}$$

$$MPL_{1^\circ \text{ de Mayo}} = (0.335008343 \times 0.5) + (0.4369853 \times 0.5) = \mathbf{0.385997}$$

3.1.3.1.4. Selección del lugar

De acuerdo con el Método Brown y Gibson, la alternativa elegida es la Avenida 1° de Mayo, Cuautlita, Huauchinango, Puebla, ya que recibe el mayor valor de medida de preferencia de localización.



Figura 6. Microlocalización de la nueva localización/Satélite



Figura 7. Microlocalización de la nueva localización/Relieve



Figura 8. Microlocalización: Perspectiva 1



Figura 9. Microlocalización: Perspectiva 2



Figura 10. Microlocalización: Perspectiva 3



Figura 11. Microlocalización: Perspectiva 4

3.1.4. Manejo de Materiales

3.1.4.1. Selección equipo de manejo: Materia Prima

	Proveedores		
Marca	FIERP	ULINE	RUBBERMAID
Tipo	Carro carga plegable, T. plataforma	Carrito con Plataforma de Metal	Carrito con Plataforma de Plástico
Imagen			
Características	<ul style="list-style-type: none"> •Plataforma en lámina de acero con recubrimiento antiderrapante de PVC. •Borde forrado de hule que protege de golpes. •Plegable para fácil almacenamiento. •Ruedas de poliuretano resistentes a la abrasión, químicos y golpes. 	<ul style="list-style-type: none"> •Plataforma de acero calibre 13. •Terminado duradero de pulvirvestido rojo es fácil de ver. •Mango tubular de acero de 1" (25 mm). •Ruedas de 6" giran suavemente: 2 giratorias, 2 rígidas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Asa removible y contorneada para sujetarla mejor. •4 puntos para sujetar con correas. •Plataforma de espuma estructural reforzada con acero resiste la corrosión y abolladuras. •Ruedas de 8" no dejan marcas: 2 giratorias, 2 rígidas.
Costo	\$ 1,425	\$6,314	\$16,918

Capacidad de carga	300 Kg	725 Kg	607 Kg
Dimensiones	H*L*A 85cm*90cm*61cm	L*A 152.4cm*76.2cm	L*A 152.4cm*76.2cm
Peso	13.3 Kg	46.26 Kg	39.91 Kg
Ficha técnica	https://www.truper.com/ficha_merca/ficha-print.php?code=49907	No disponible	No disponible
Correo electrónico	No disponible	servicioclientes@uline.com	ventas@rubbermaidcomercialproducts.com
Sitio web	https://www.truper.com/	https://es.uline.mx/	https://rubbermaidcomercialproducts.com/
Teléfono	800-018-78737	800-295-5510	5544151340

Tabla 4. Proveedores: Carrito con plataforma

En base a la información de cada uno de los proveedores, el Carrito con Plataforma de Metal - 30 x 60", marca ULINE, es la mejor alternativa para cubrir cierta parte de las necesidades del manejo de Materia Prima dentro de Mathfer Servicios, con un costo de \$6,314.

3.1.4.2. Selección equipo de manejo: Insumos

	Proveedores		
Marca	ULINE	MIKEL'S	SURTEK
Tipo	Mesa de Elevación Manual - Tijera Doble	Mesa Elevadora Antiderrapante	Mesa Elevador Hidráulica
Imagen			
Características	<ul style="list-style-type: none"> •Mesa ergonómica levanta cargas pesadas. •Pedal hidráulico eleva la plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> •Pedal de elevación y descenso. •Dos ruedas giratorias con seguros. 	<ul style="list-style-type: none"> •Pedal de aproximación rápida. •Soporte con doble tijera para mayor seguridad.
Costo	\$16,346	\$8,254	\$12,450
Capacidad de carga	320 Kg	400 Kg	300 Kg
Dimensiones	L*A 92cm*50cm Altura máxima de	L*A 78cm*48cm Altura máxima	L*A 100cm*90cm Altura máxima de

	levantamiento: 140cm	de levantamiento: 120cm	levantamiento: 100cm
Peso	101.1 Kg	58 Kg	65 Kg
Ficha técnica	No disponible	No disponible	No disponible
Correo electrónico	servicioclientes@ uline.com	No disponible	No disponible
Sitio web	https://es.uline. mx/	https://www.mi kels.com.mx/	https://www.urrea.com/grupoUrrea/ productos/gusurtek
Teléfono	800-295-5510	55 5361-8061	33 1479-1135

Tabla 5. Proveedores: Mesa de Elevación

Respecto a la información de cada uno de los proveedores, la Mesa Elevadora Antiderrapante, marca MIKEL'S, es la mejor alternativa de mesa de elevación para el manejo de Insumos dentro de Mathfer Servicios, con un costo de \$8,254.

3.1.4.3. Selección proveedor: Equipo de Pruebas y Medición

	Proveedores	
Descripción	Comercialización y renta de equipo para mediciones y pruebas eléctricas	
Empresa	Allectro	SRH Predictivo

Logo		
Correo electrónico	contacto@allectro.com	contacto@srhpredictivo.com
Teléfono	55-5601-6213	55-1849-3791
Cotización	Aplica	Aplica
Facturación	Aplica	Aplica
Tiempo y condiciones de entrega	Excelente	Excelente

Tabla 6. Proveedores: Equipo de Pruebas y Medición

Para Mathfer Servicios, los proveedores Allectro y SRH Predictivo, son dos opciones totalmente calificados para la comercialización y renta de equipo, tanto para mediciones como para pruebas electricas.

3.1.4.4. Selección de equipo: Anaqueles

	Proveedores		
Marca	GRAINGER MEXICO	SERVINOX	ULINE
Tipo	Estanterías de Metal sin Pernos	Anaqueles Tipo Liso en Acero Inoxidable	Organizador con Repisas
Imagen			
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Anaqueles sin pernos de acero con cubierta de aglomerado. • Accesibilidad abierta desde los cuatro lados. • Plegable para fácil almacenamiento. • 5 Repisas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anaqueles Liso con cuatro entrepaños. • Fabricado en Acero Inoxidable Cal.20. • Mayor organización y espacio. • Acero inoxidable de mayor resistencia y durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Armazón de acero pulvirrevestido, no se oxida ni corroe. • 6 espacios para organizar. • Las repisas se ajustan en incrementos de 1".
Costo	\$7,280	\$6,012	\$4,300
Capacidad de carga	2700 Kg	1700 Kg	900 Kg

Dimensiones	H*L*A 36”*72”*18”	H*L*A 45cm*90cm*180 cm	H*L*A 36”*12”*40”
Peso	30 Kg	20 Kg	20 kg
Ficha técnica	https://www.grainger.com.mx/producto/GRAINGER-APPROVED-Anaqueel-sin-Pernos-Tipo-B%C3%A1sico	No disponible	https://es.uline.com/Product/Detail/H-2510
Correo electrónico	No disponible	ventas@servinox.com.mx	servicioclientes@uline.com
Sitio web	https://www.grainger.com.mx/	https://www.servinox.com.mx/	https://es.uline.com/
Teléfono	800 800 80 80	(33)1580-9989	800-295-5510

Tabla 7. Proveedores: Anaqueles

De acuerdo a la comparación de proveedores, el Estante de Metal sin Pernos, marca GRAINGER MEXICO, es la compra necesaria para Mathfer Servicios, con un costo de \$ 7,280.

3.1.4.5. Selección de equipo: Gavetas

	Proveedores		
Marca	CONTENEDORES DE PLÁSTICO MÉXICO	ULINE	TANER
Tipo	Caja Gaveta No. 9	Gavetas Estibables de Plástico 2pz	Gaveta Plástica

Imagen			
Características	<ul style="list-style-type: none"> •Caja fabricada en polietileno alta densidad. •Apilable hasta 6 cajas con producto. •Superficies internas lisas, para una limpieza más fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> •Organice piezas pequeñas en menos espacio. •Ideales para mesas de trabajo y áreas de ensamble. •Paredes reforzadas para un estibado estable). •Asas delanteras, traseras y laterales para un fácil manejo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Fácil acceso a partes y accesorios pequeños. •Resistentes a la humedad. •Alternativa eficaz para ordenar y ubicar materiales. •Paredes reforzadas para un estibado estable, sin movimiento.
Costo	\$230	\$630	\$174
Capacidad de carga	40 Kg	35 Kg	20 Kg
Dimensiones	H*L*A 20cm*50cm*30cm	H*L*A 38cm*42cm*18cm	H*L*A 19cm*12cm*8cm
Peso	700 gr	1 Kg	700 gr
Ficha técnica	No disponible	No disponible	No disponible
Correo electrónico	ventas@contenedoresdeplasticomexico.com	servicioclientes@uline.com	No disponible
Sitio web	https://www.contenedoresdeplasticomexico.com/	https://es.uline.mx/	https://taner.com.mx/

Teléfono	(55) 8854 4350	800-295-5510	(55) 4333-0000
-----------------	----------------	--------------	----------------

Tabla 8. Proveedores: Gavetas

En base a la presentación y evaluación de alternativas, de CONTENEDORES DE PLÁSTICO MÉXICO, la Caja Gaveta No. 9, es la compra necesaria para la organización dentro del almacén de Mathfer Servicios, con un costo de \$230.

3.1.5. Método S.L.P. (Sistematic Layout Planning), en Mathfer Servicios

3.1.5.1. Análisis

Mathfer Servicios realiza las actividades establecidas para el cumplimiento de proyectos, con un promedio mensual de 4 contratos, de magnitud variada, ya sean dentro o fuera de la región.

3.1.5.2. Análisis de recorrido

A continuación se presenta la secuencia de los movimientos generales realizados dentro de Mathfer Servicios.

Símbolo	Actividad
	Almacén
	Operación
	Operación e inspección
	Transporte
	Inspección

Tabla 9. Simbología: Diagrama de proceso

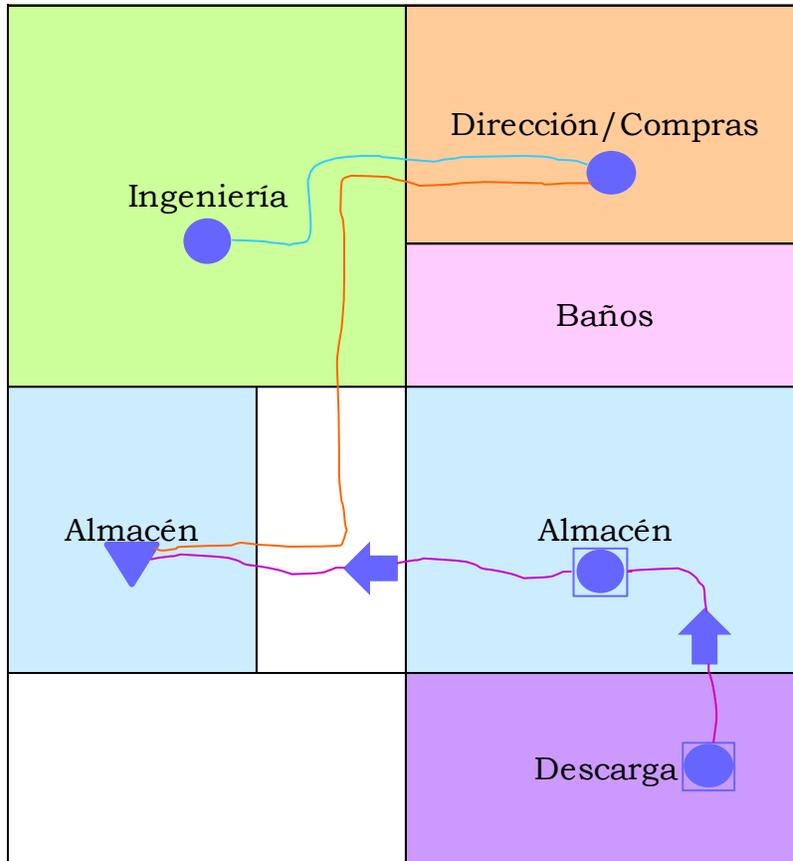


Figura 12. Diagrama de recorrido integrando el flujo de proceso de Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD		▼	●	◻●	➡	■
1	Inspección y descarga en el área de Descarga			◻●		
2	Transporte a Almacén 1				➡	
3	Inspección y registro en Almacén 1			◻●		
4	Transporte a Almacén 2				➡	
5	Almacén de la materia prima e insumos eléctricos	▼				
6	Registro y aprobación por Dirección y Compras	●				
7	Entrega de inventario en Ingeniería	●				

Tabla 10. Formato de diagrama de recorrido

3.1.5.3. Análisis de las relaciones entre actividades

Representada la secuencia de las actividades, se plantea el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes áreas.

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

Tabla 11. Código por relación de proximidad

Área	Descripción	m ²
Dirección	Área encargada de las especificaciones y cierre de contratos.	35
Ingeniería	Área responsable del diseño y los requerimientos del proyecto.	40.5
Compras	Cotización, condiciones de pago, seguimiento y condiciones de entrega de materia prima e insumos eléctricos.	25
Almacén	Manejo y almacenamiento de materia prima en insumos eléctricos.	238
Descarga	Área de carga y descarga de materia prima e insumos eléctricos.	168

Figura 13. Relación de proximidad entre las áreas de Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.4. Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

El análisis realizado hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades de Mathfer Servicios, así como

a la importancia relativa de su proximidad, es representado en el diagrama relacional de actividades, mismo que pretende proyectar la ordenación topológica de las actividades en base a la información obtenida.

Código de líneas	
A	
E	
I	
O	
U	
X	

Tabla 12. Código de líneas

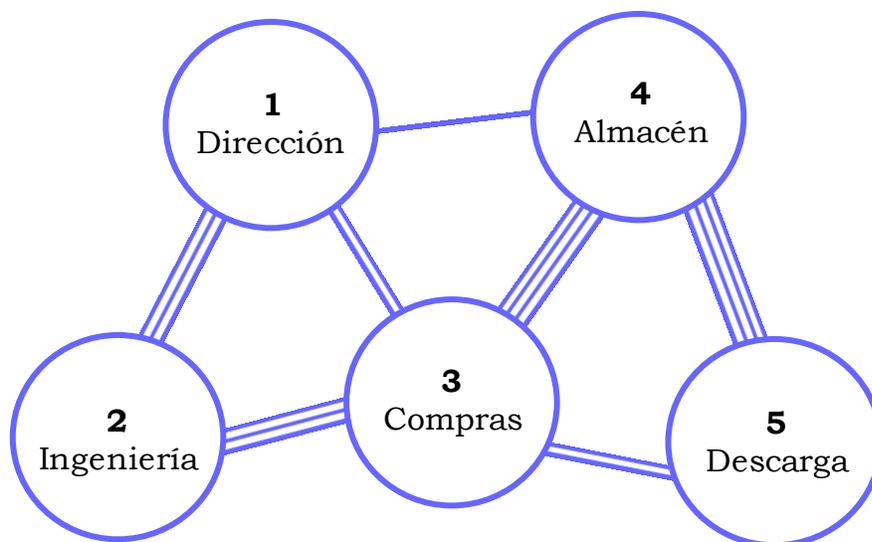


Figura 14. Diagrama relacional de actividades de Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.5. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución para la nueva instalación de Mathfer Servicios, es la introducción en el proceso de diseño, en base a la información referida al área requerida por cada actividad para su adecuado desempeño.

Se realiza una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

	Área	Dimensiones (m)		Superficie (m ²)
		Largo	Ancho	
1	Dirección	7	5	35
2	Ingeniería	9	4.5	40.5
3	Compras	5	5	25
4	Almacén	17	14	238
5	Descarga	14	12	168
6	Sanitarios	5	4.5	22.5
7	Estacionamiento	12	7	84
8	Acera	12	2	24

Tabla 13. Necesidades y disponibilidad de espacio por área

3.1.5.6. Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El diagrama relacional de espacios es similar al diagrama relacional de actividades presentado anteriormente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad.

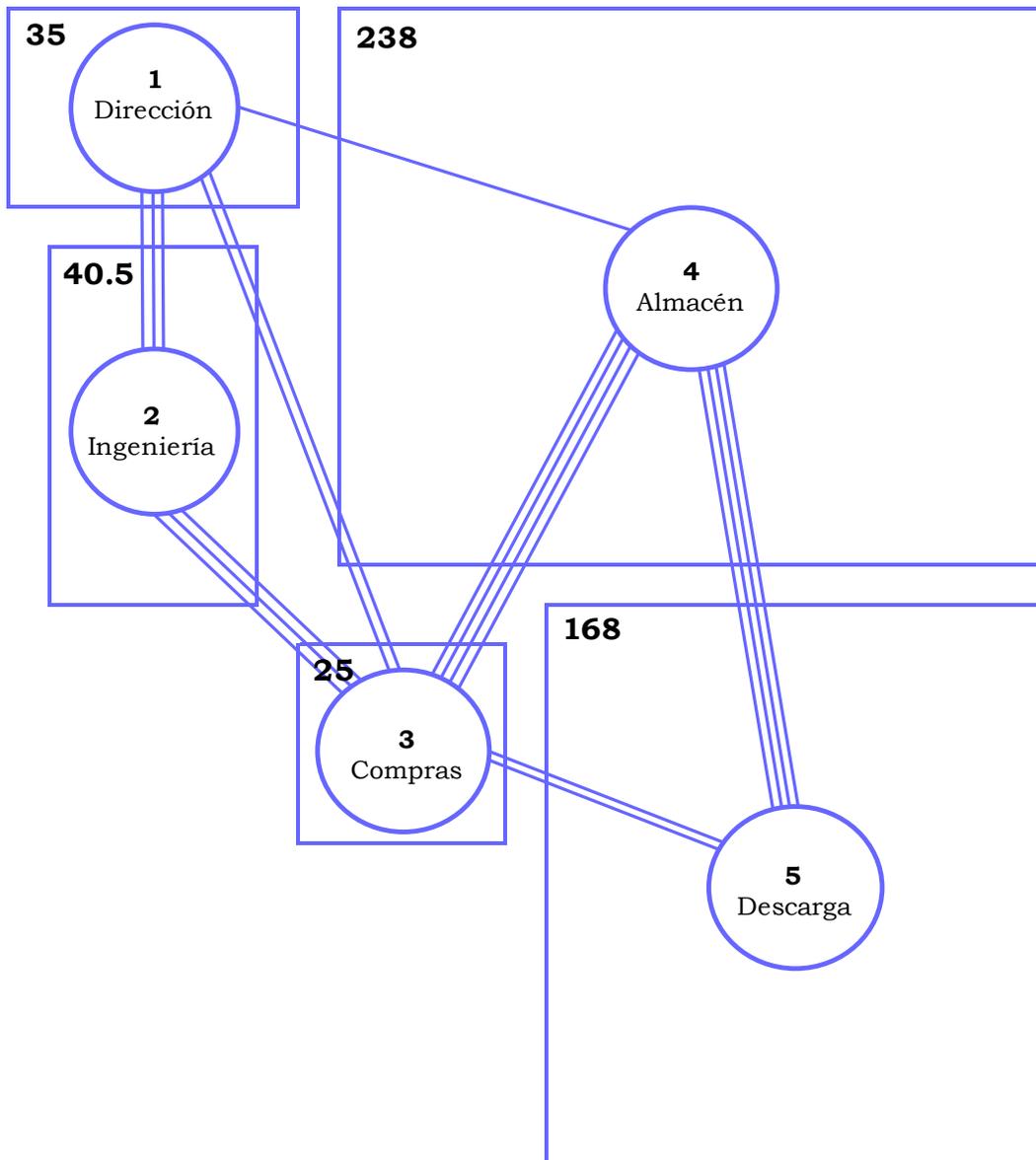


Figura 15. Propuesta 1: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad

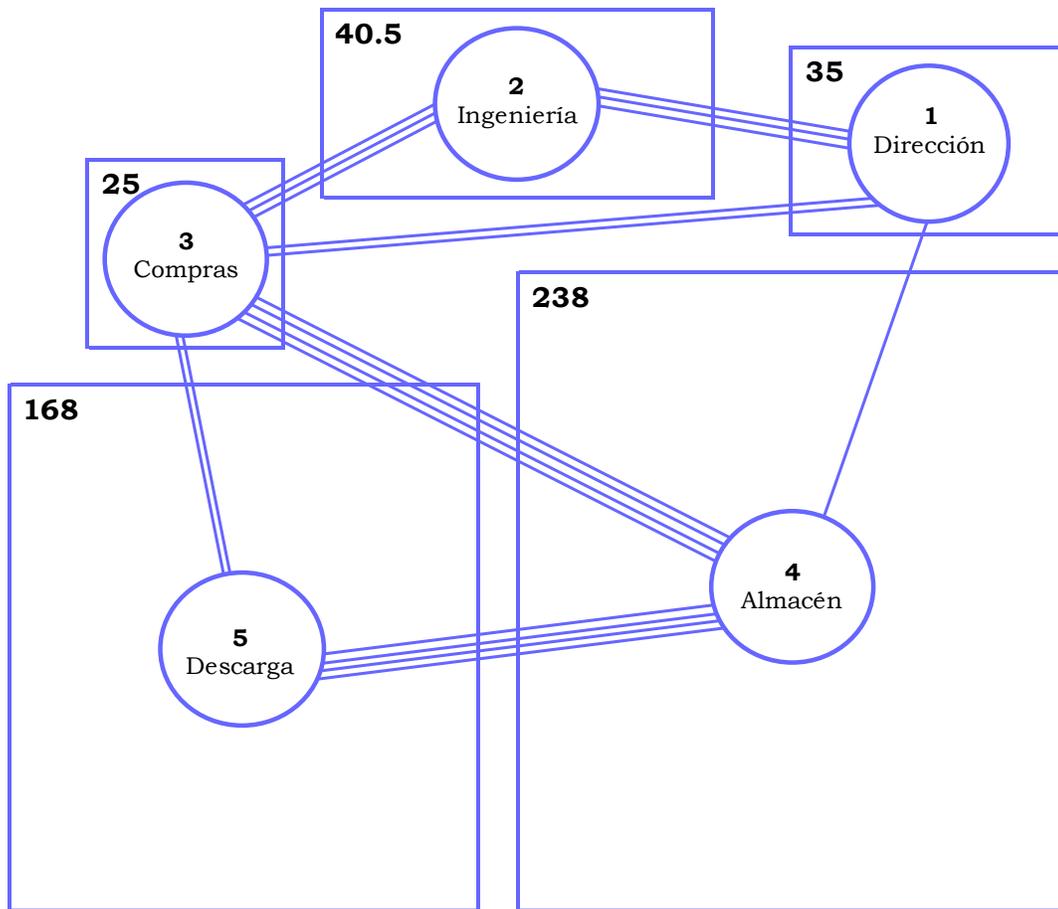


Figura 16. Propuesta 2: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad

3.1.5.7. Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

De acuerdo a las dos propuestas desarrolladas, se procede a la selección de la instalación final. Por lo que la comparación de alternativas, en base a los factores considerados y establecidos durante todo el proyecto, la Propuesta 1, es seleccionada, mostrando una distribución de planta adecuada

para la secuencia de actividades realizadas en Mathfer Servicios, mejorando así el flujo de información y materiales.

3.1.5.8. Layout de la instalación

A continuación se presenta el layout de la nueva instalación de Mathfer Servicios, generado mediante el software AutoCAD.

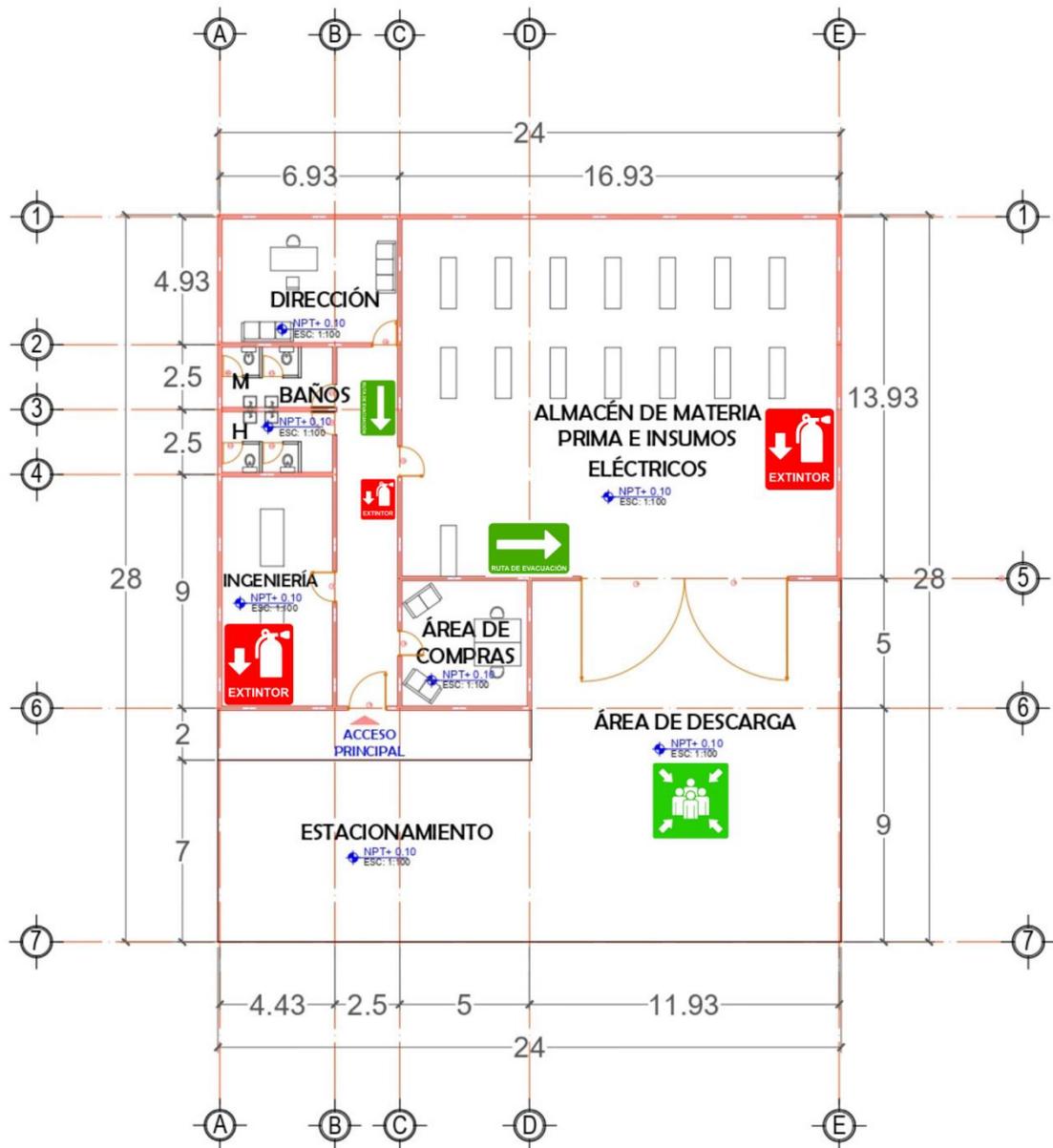


Figura 17. Layout de la nueva instalación de Mathfer Servicios

3.1.5.9. Modelado de la instalación

Presentación de la nueva instalación de Mathfer Servicios, modelado a través del software SketchUp.

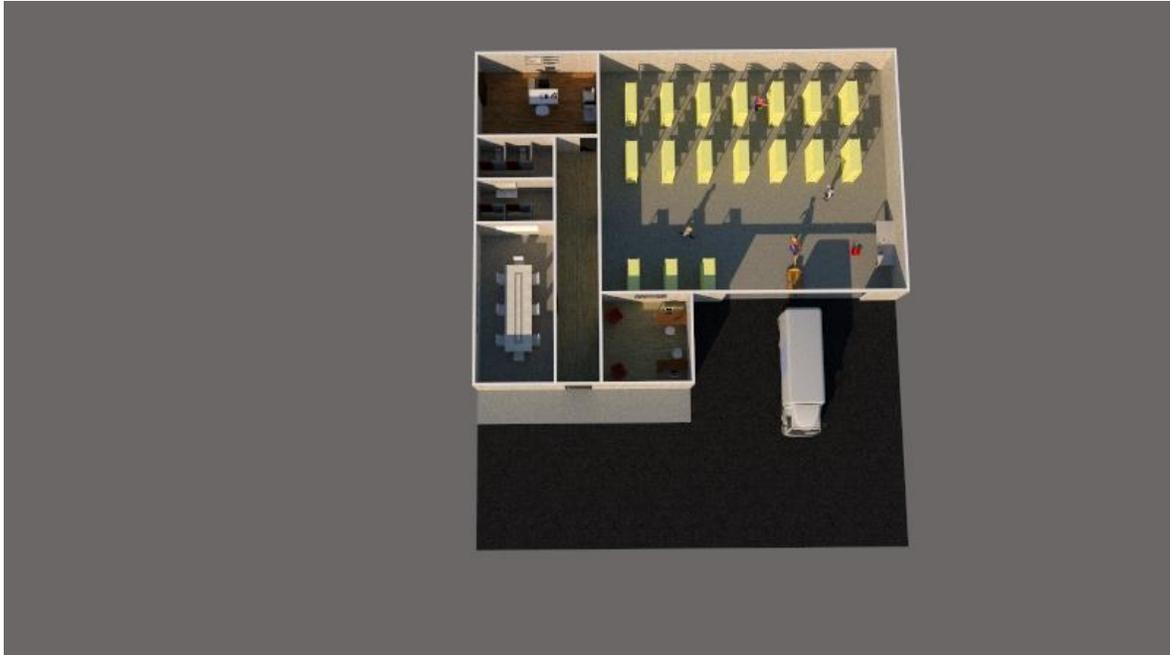


Figura 18. Vista aérea de la instalación

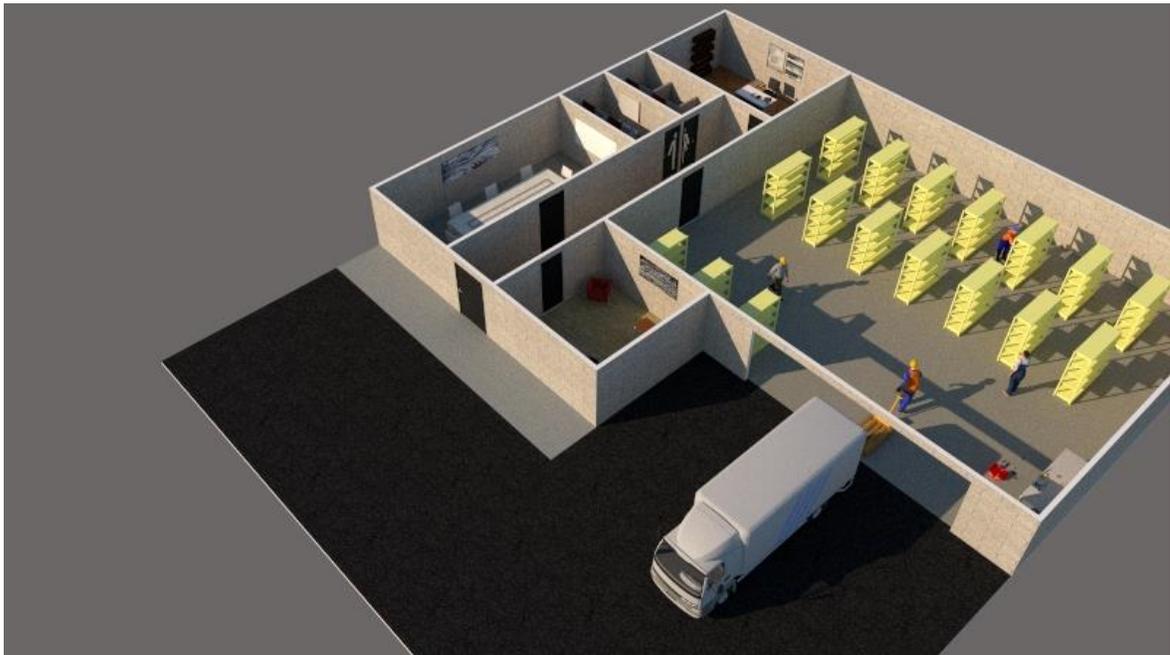


Figura 19. Perspectiva aérea de la instalación

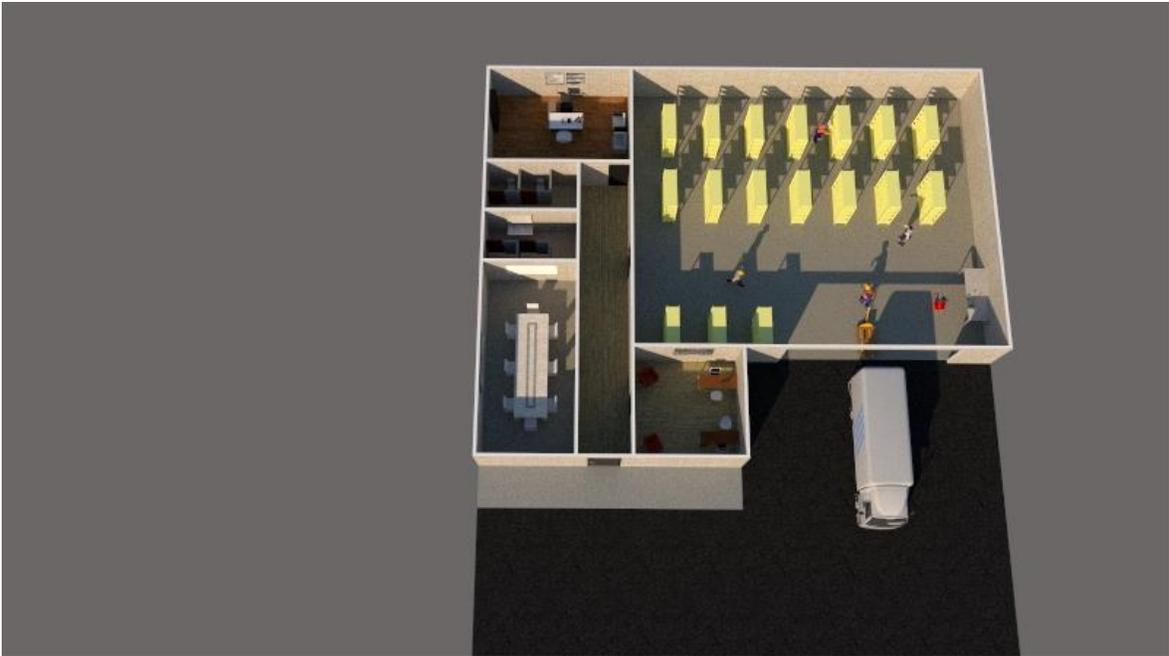


Figura 20. Vista de plano completo

Capítulo IV

4. Resultados

Con el Diagnóstico Inicial fue posible desarrollar una propuesta de diseño de una nueva instalación para Mathfer Servicios en la cual, no solo el seguimiento y llegada de los proveedores es más rápida y segura, sino que también logra una reducción de tiempos de inspección a la llegada de la materia prima e insumos eléctricos, así como su preparación y salida para la instalación, lo que logra una optimización total de los recursos de la empresa en el proceso de servicio. Es así como el siguiente VSM futuro, muestra la situación esperada, ya en la nueva instalación.

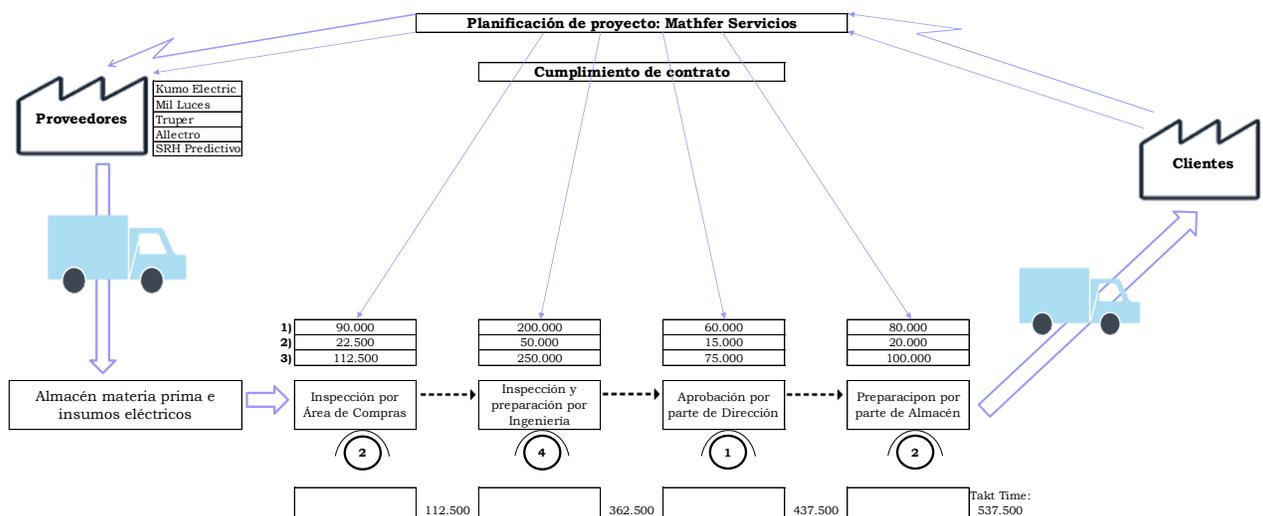


Figura 21. VSM Futuro: Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

La determinación de la Macrolocalización se realizó en base a tres alternativas de localización, descartando los sectores geográficos que no correspondieron a las necesidades y

condiciones requeridas de la empresa, siendo así que la opción A. Sierra Norte de Puebla, resultó la localización seleccionada, conformada por 33 municipios, en una superficie de 5903 km² del estado de Puebla, con una población de 668 859 habitantes, presentando mayores ventajas de acceso.



Figura 22. Resultado: Macrolocalización de la nueva instalación

La Microlocalización dio como resultado la Avenida 1° de Mayo, Cuautlita, Huauchinango, Puebla, de acuerdo al Método Brown y Gibson, ya que recibió el mayor valor de medida de preferencia de localización, cumpliendo con los requisitos exigidos de mano de obra, materia prima, transporte, comunicaciones y servicios, así como los factores subjetivos de la disponibilidad de mano de obra, la demanda,

la distancia, el acceso a servicios básicos y seguridad, sobre las otras dos alternativas presentadas.



Figura 23. Resultado: Microlocalización de la nueva localización/Satélite

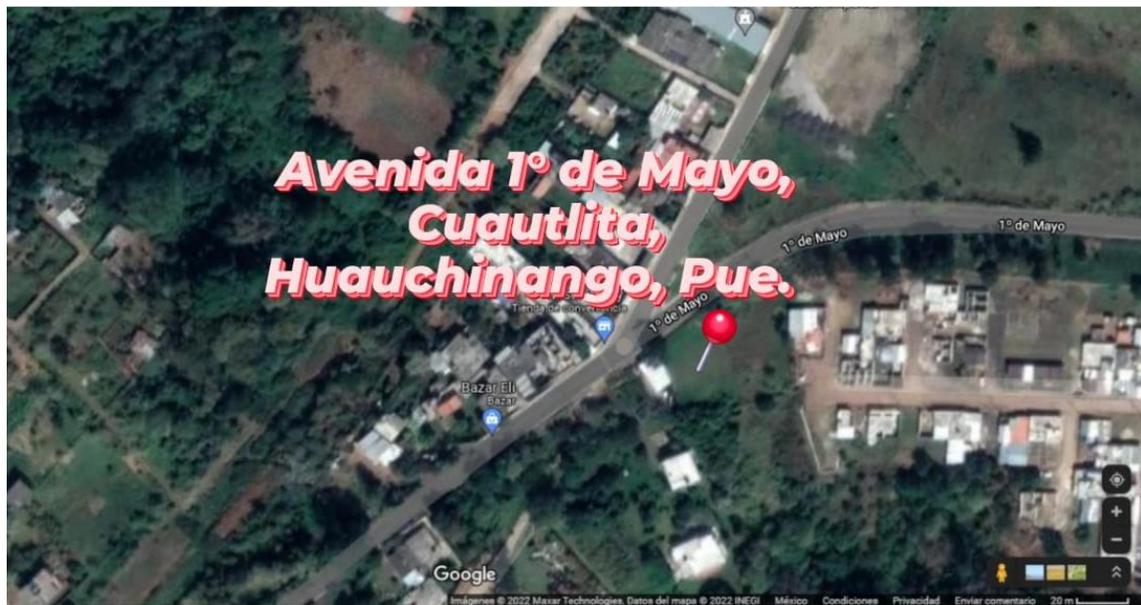


Figura 24. Resultado: Microlocalización de la nueva localización/Relieve



Figura 25. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 1



Figura 26. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 2



Figura 27. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 3



Figura 28. Resultado: Microlocalización/Perspectiva 4

La Selección de equipo de manejo: Materia Prima, se realizó en base a la comparación de proveedores, en donde la marca UNLINE resultó la seleccionada, con un Carrito con Plataforma de Metal - 30 x 60", contando con:

- Plataforma de acero calibre 13.
- Terminado duradero de pulvirrevestido rojo es fácil de ver.
- Mango tubular de acero de 1" (25 mm).
- Ruedas de 6" giran suavemente: 2 giratorias, 2 rígidas.
- Disponible por \$6,314 pesos, directamente en su página: <https://es.uline.mx/>



Figura 29. Carrito con Plataforma de Metal - 30 x 60"

El resultado de la Selección de equipo de manejo: Insumos, dio como elección a MICKEL´S como proveedor, como la mejor alternativa para el manejo de Insumos, con una Mesa Elevadora Antiderrapante, de un costo de \$8,254, con las siguientes características:

- Pedal de elevación y descenso.
- Dos ruedas giratorias con seguros.
- Altura máxima de levantamiento: 120cm.
- Capacidad de carga: 400 kg.



Figura 30. Mesa Elevadora Antiderrapante

Resultado de la Selección de proveedor: Equipo de Pruebas y Medición, fueron dos: Allectro y SRH Predictivo, empresas dedicadas a la comercialización y renta de equipo para mediciones y pruebas eléctricas, proveedores totalmente calificados, dependiendo de los requerimientos y necesidades de medición y evaluación.

El resultado de la Selección de Anaqueles para Mathfer Servicios, fue el Estante de Metal sin Pernos, de GRAINGER

MEXICO, de un costo de \$7,280, con las siguientes características:

- Anaquel sin pernos de acero con cubierta de aglomerado.
- Accesibilidad abierta desde los cuatro lados.
- Plegable para fácil almacenamiento.
- 5 Repisas.
- Capacidad de carga: 2700 Kg.



Figura 31. Estante de Metal sin Pernos

Resultado de la Selección de Gavetas, fue la Caja Gaveta No. 9, de CONTENEDORES DE PLÁSTICO MÉXICO, para la organización de materiales dentro del almacén de Mathfer Servicios, con un costo de \$230, contando con las siguientes características:

- Caja fabricada en polietileno alta densidad.
- Apilable hasta 6 cajas con producto.

- Superficies internas lisas, para una limpieza más fácil.
- Capacidad de carga: 40 Kg.



Figura 32. Caja Gaveta No. 9

La Representación de la interacción: Actividades en Planta, como parte de la Metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta dio como resultado por medio de un análisis la relación de proximidad entre las actividades.

Área	Descripción	m ²
Dirección	Área encargada de las especificaciones y cierre de contratos.	35
Ingeniería	Área responsable del diseño y los requerimientos del proyecto.	40.5
Compras	Cotización, condiciones de pago, seguimiento y condiciones de entrega de materia prima e insumos eléctricos.	25
Almacén	Manejo y almacenamiento de materia prima en insumos eléctricos.	238
Descarga	Área de carga y descarga de materia prima e insumos eléctricos.	168

Figura 33. Resultado: Relación de proximidad entre las áreas de Mathfer Servicios

Por medio de la cual es posible observar las áreas que son absolutamente necesarias y absolutamente necesarias de establecerse continuamente, que son compras, almacén y descarga.

Cuyas relaciones, se proyectaron mediante un orden topológico, por medio de un diagrama relacional de actividades por área.

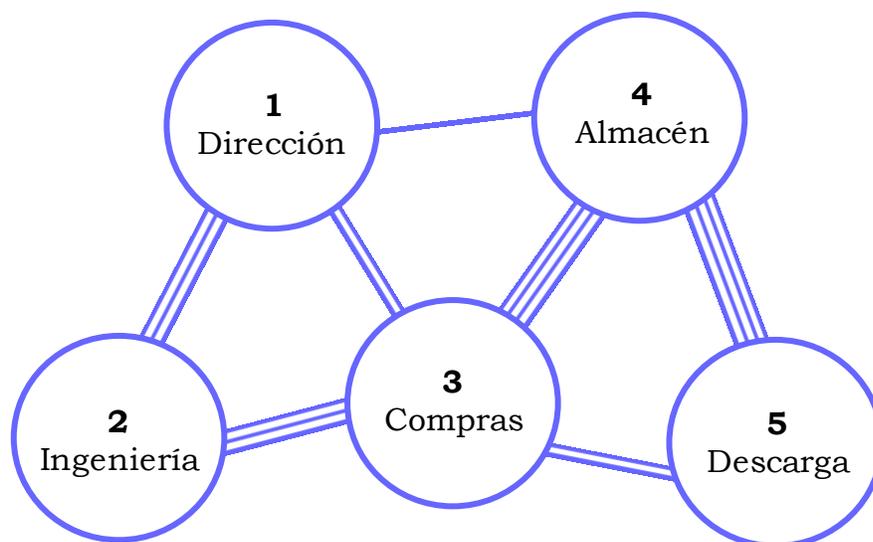


Figura 34. Resultado: Diagrama relacional de actividades de Mathfer Servicios
Fuente: Elaboración propia

El resultado de la Determinación de espacios en planta, es la tabla de necesidades y disponibilidad de espacios por área para la nueva instalación de Mathfer Servicios, en la cual se observa un requerimiento mayor de espacio para el área de almacén y descarga, que constituye un mejor manejo de materiales que contribuye a la optimización de recursos.

	Área	Dimensiones (m)		Superficie (m ²)
		Largo	Ancho	
1	Dirección	7	5	35
2	Ingeniería	9	4.5	40.5
3	Compras	5	5	25
4	Almacén	17	14	238
5	Descarga	14	12	168
6	Sanitarios	5	4.5	22.5
7	Estacionamiento	12	7	84
8	Acera	12	2	24

Tabla 14. Resultado: Necesidades y disponibilidad de espacios por área

A su vez la tabla de necesidades y disponibilidad de espacios por área da como resultado al diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad de Mathfer Servicios, en donde la Propuesta 1 fue la seleccionada para la distribución final de la nueva instalación.

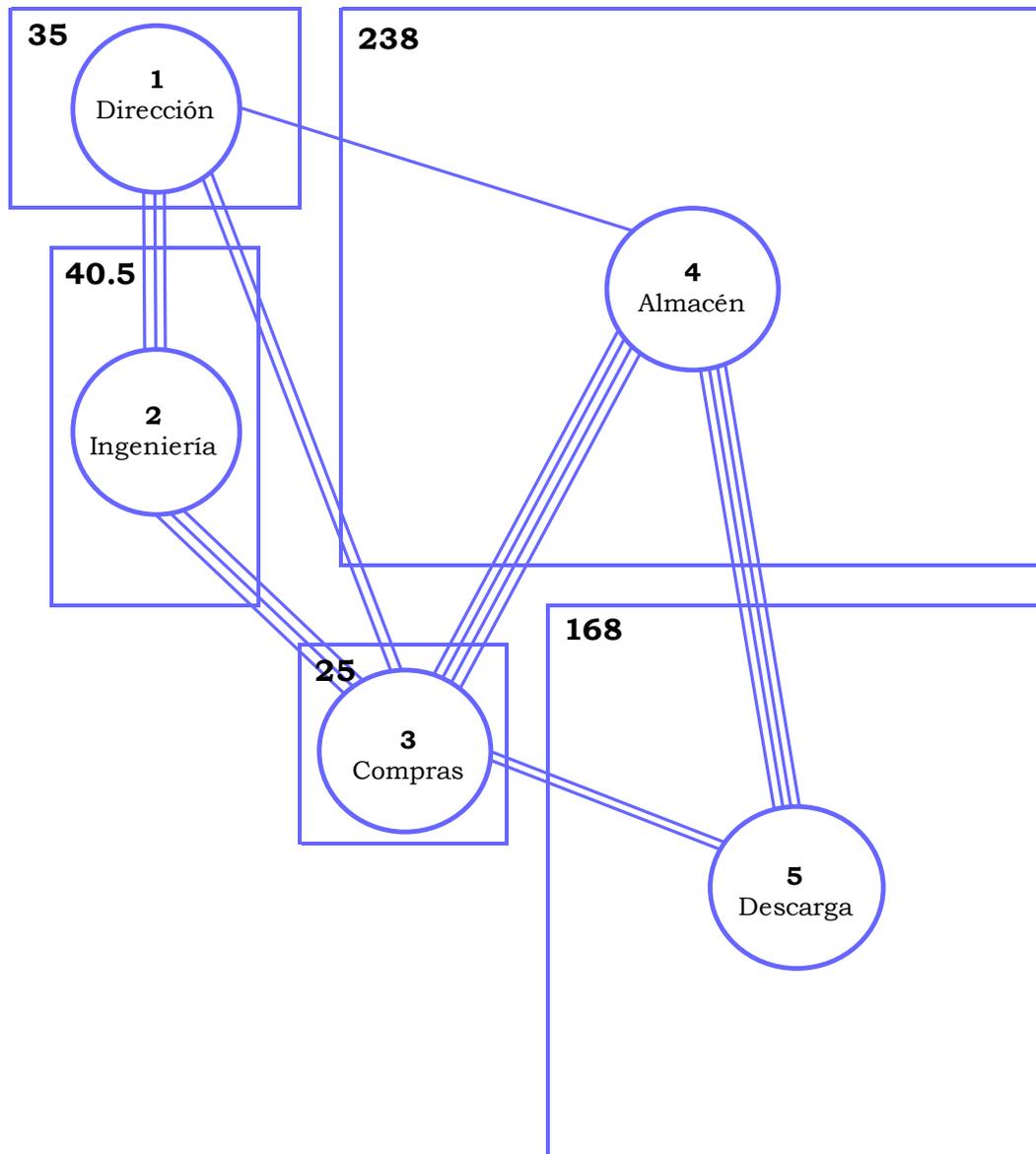


Figura 35. Resultado: Diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad

De acuerdo a la selección de la propuesta del diagrama relacional de espacios con indicación de área requerida por cada actividad en Mathfer Servicios, como resultado de la Distribución general de la instalación se presentó el layout de la instalación, generado en el software AutoCAD.

Distribución integrada por:

- a. Dirección
- b. Área de ingeniería
- c. Área de compras
- d. Área de descarga
- e. Almacén de materiales e insumos eléctricos
- f. Estacionamiento
- g. Sanitarios

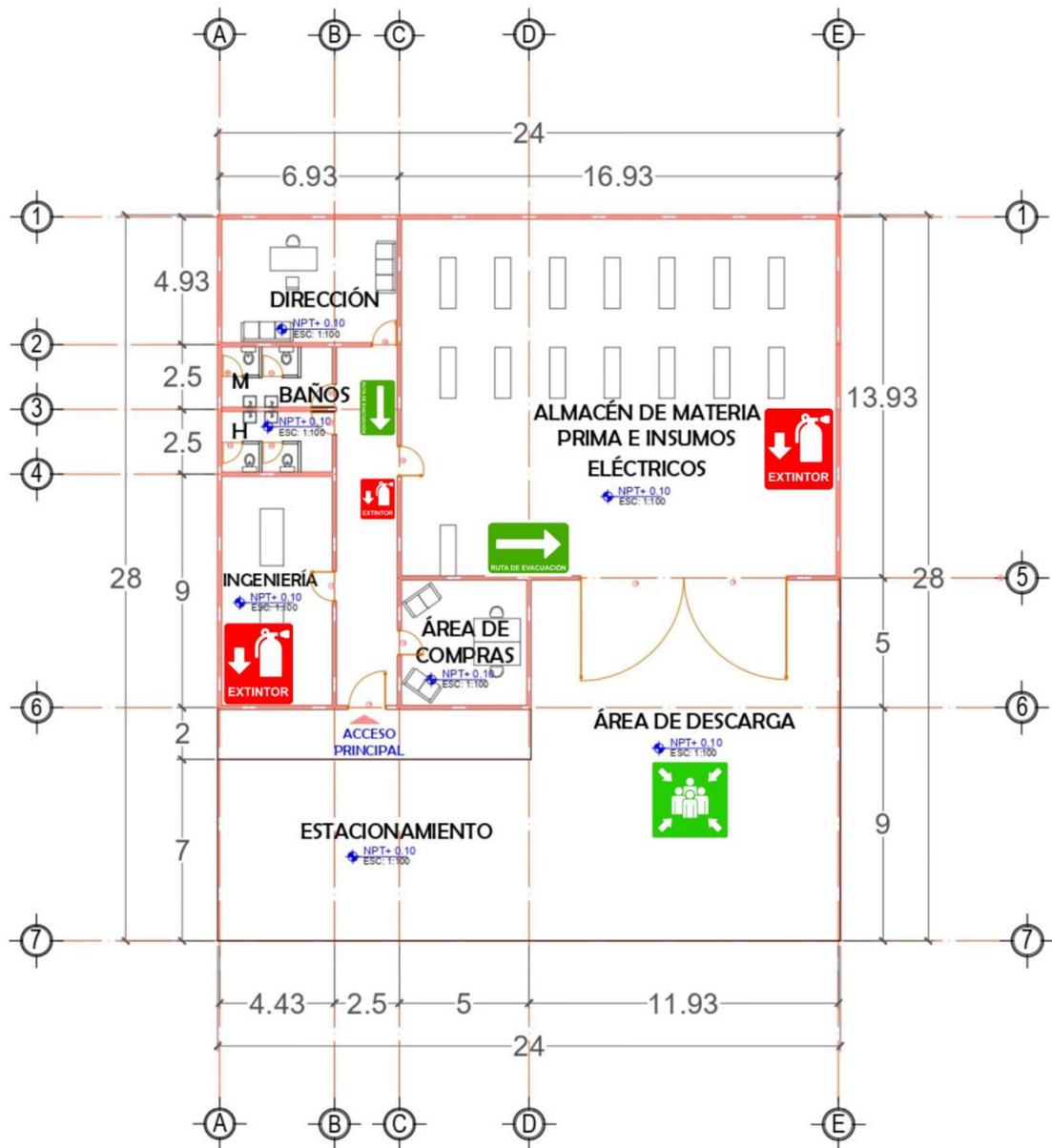


Figura 36. Resultado: Layout de la nueva instalación de Mathfer Servicios

Finalmente se presenta como resultado final de la aplicación de la Metodología S.L.P. (Sistematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta, el render de la nueva instalación de Mathfer Servicios, modelado que da

una perspectiva realista de la distribución, elaborado mediante el software SketchUp.

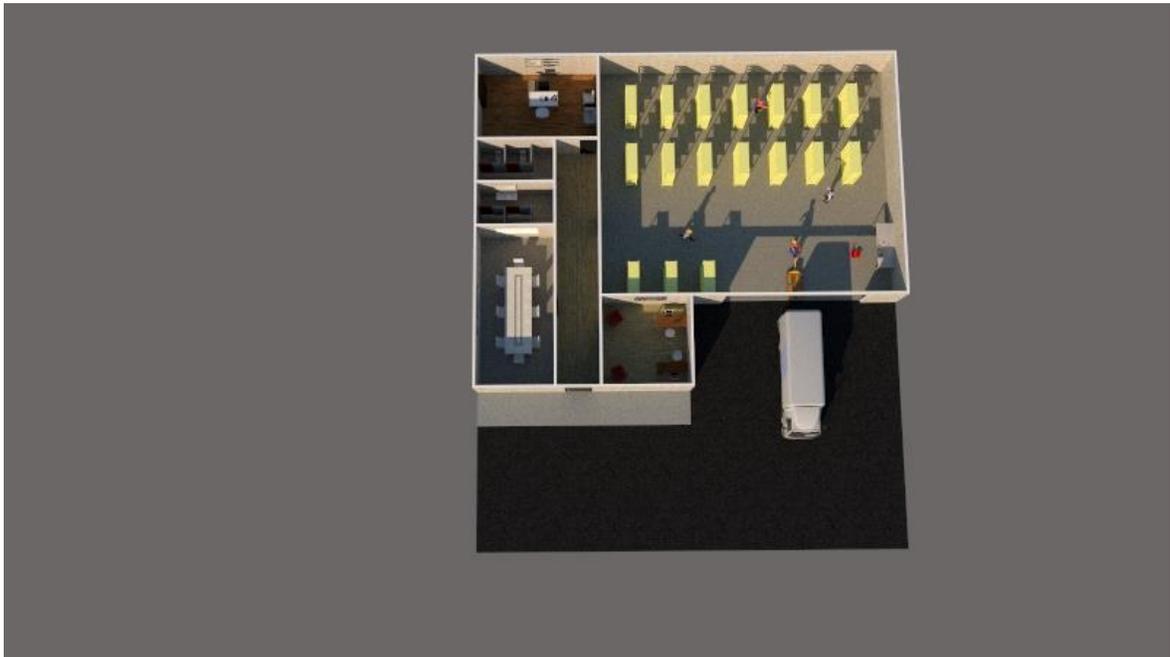


Figura 37. Resultado: Vista aérea de la instalación

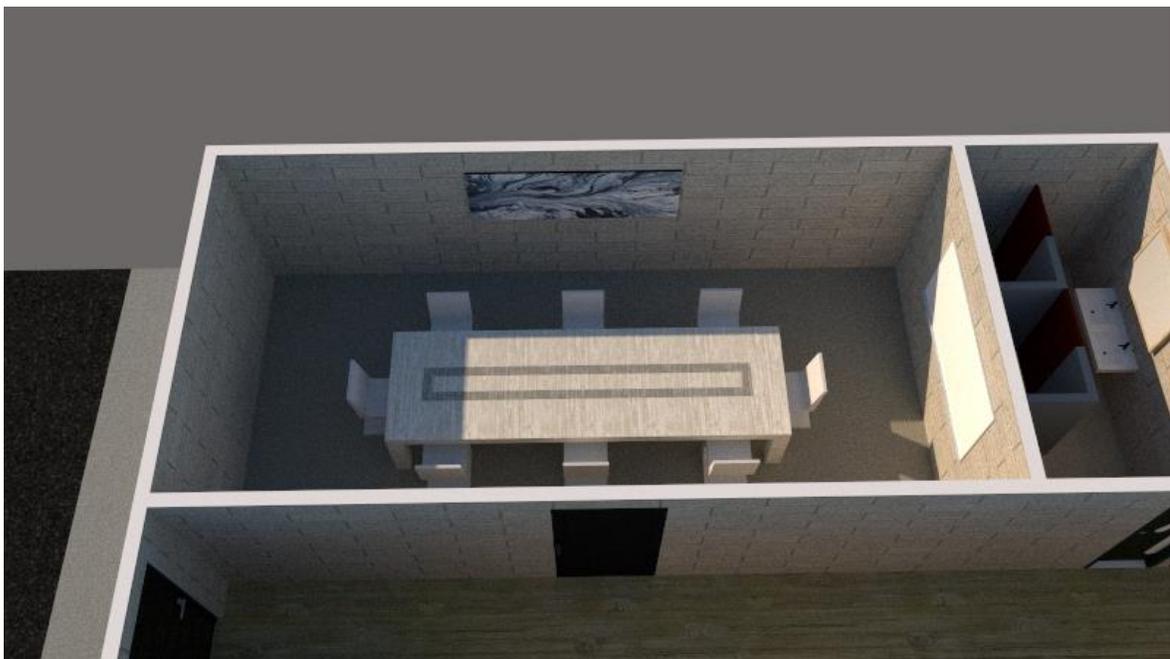


Figura 38. Área de Ingeniería

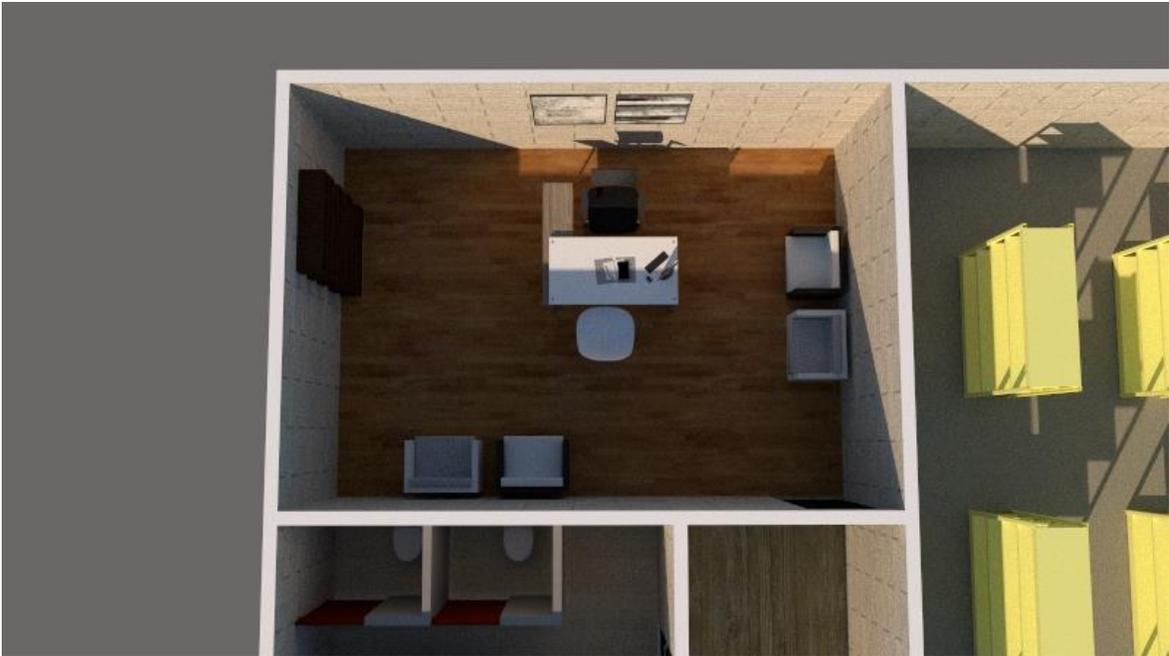


Figura 39. Dirección



Figura 40. Sanitarios

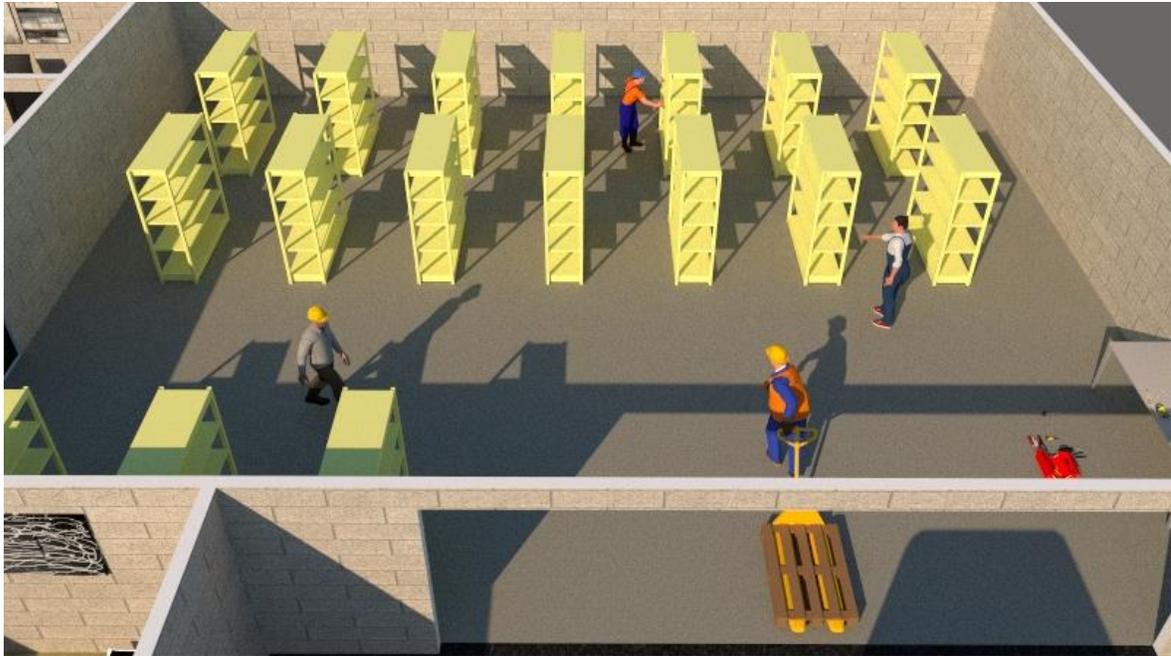


Figura 41. Área de almacén de materia prima e insumos eléctricos

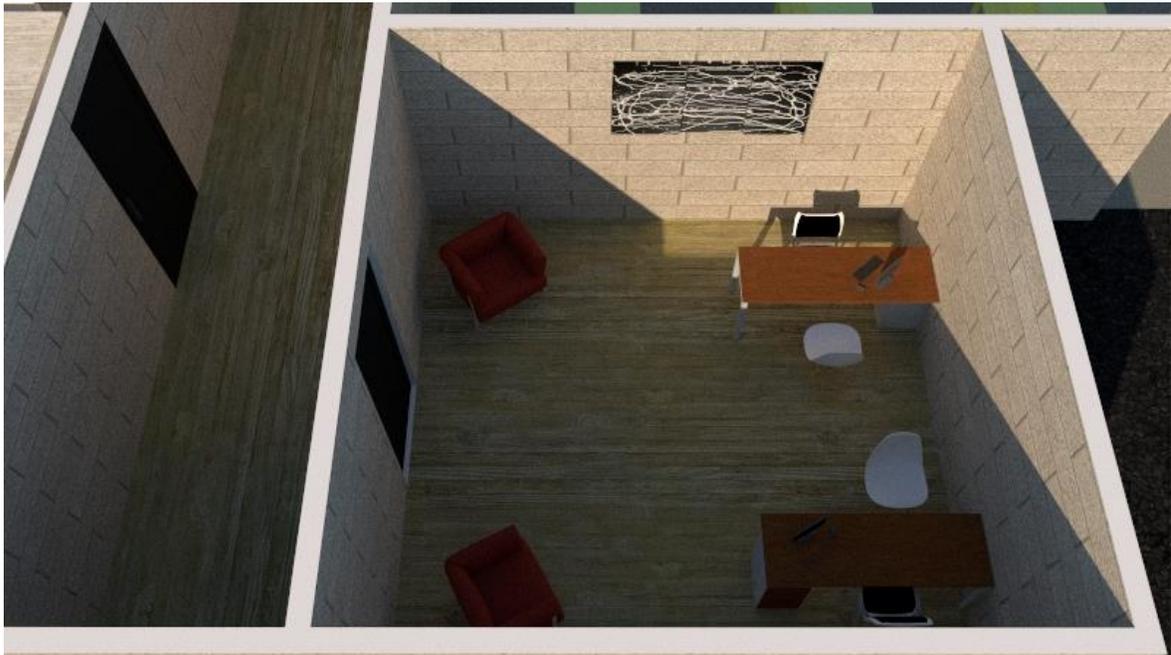


Figura 42. Área de compras

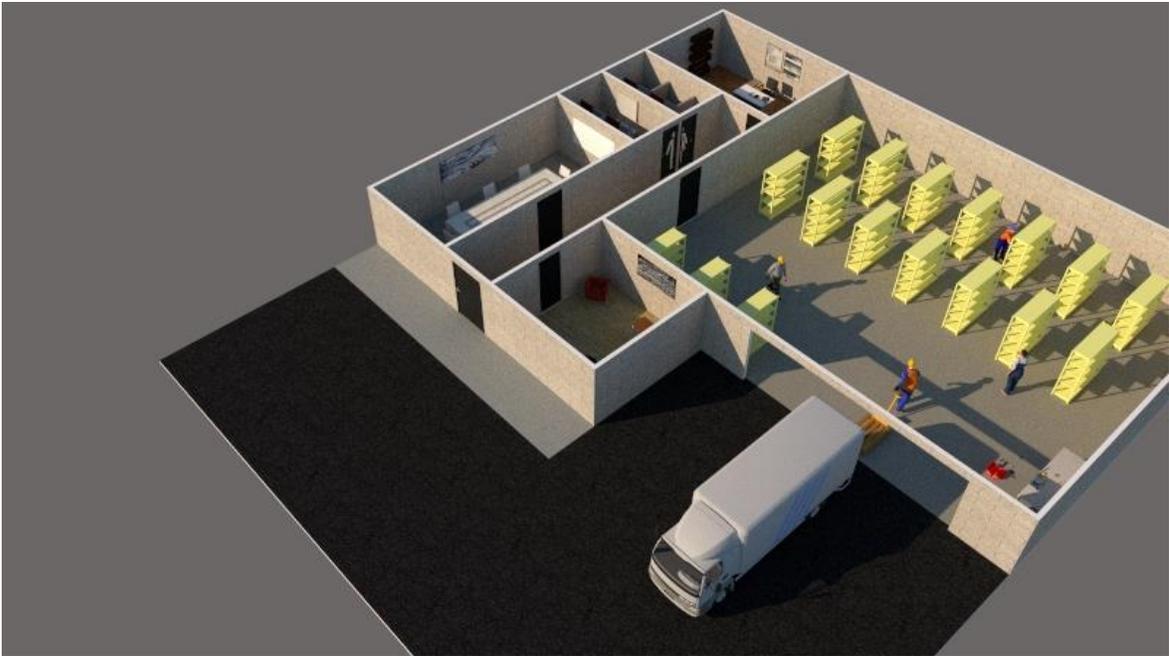


Figura 43. Resultado: Perspectiva aérea de la instalación

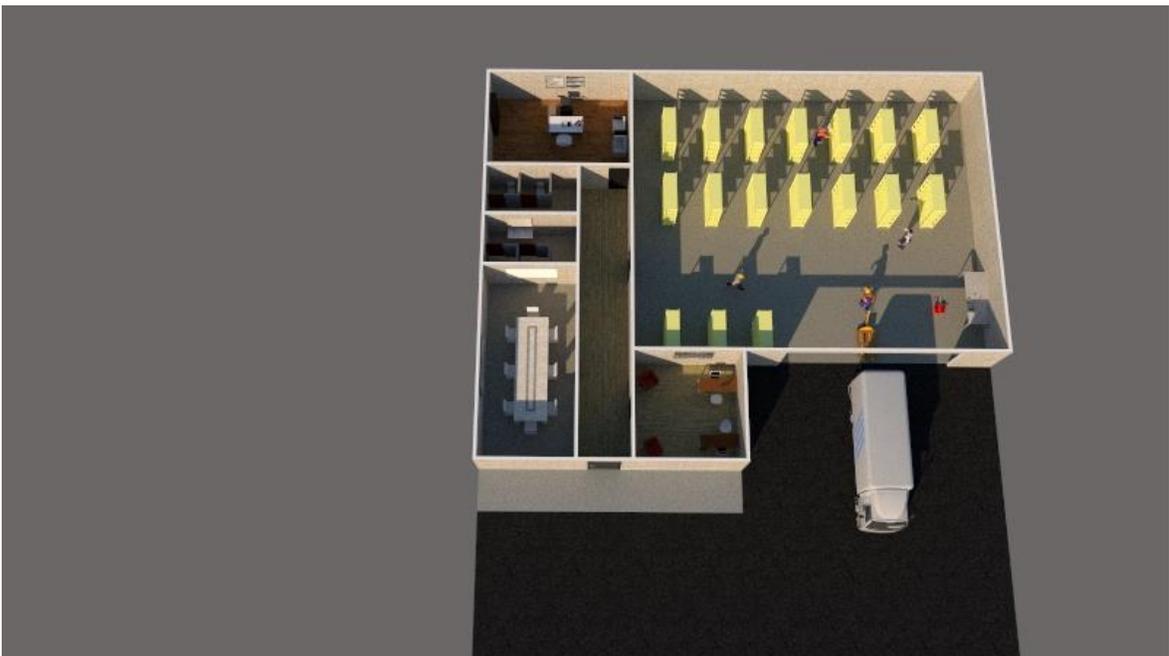


Figura 44. Resultado: Vista de plano completo

Conclusiones

Se realizó en tiempo cada uno de los objetivos específicos establecidos en el proyecto: la determinación de una nueva ubicación por medio de la macrolocalización y microlocalización, selección del equipo adecuado para el manejo adecuado de materia prima e insumos eléctricos, así como el análisis y representación de la interacción de las actividades de Mathfer Servicios, la determinación de espacios y distribución general, y finalmente el diseño y presentación detallada de la nueva instalación. Cumpliendo así con el objetivo general de proponer el diseño de una nueva instalación de Mathfer Servicios, bajo la metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning): Planeación Sistemática de Distribución de Planta.

Sin duda alguna una nueva ubicación de Mathfer Servicios, de forma planeada y evaluada representa un cambio total en la empresa, que trae consigo una mejora en los tiempos de llegada de proveedores lo que da como resultado una disminución general de tiempo, y la optimización de recursos. Es así como finalmente quiero resaltar que la planeación de instalaciones no es exclusiva para el sector industrial, sino que también es aplicable a servicios.

Impactos

Para Mathfer Servicios la propuesta de una nueva instalación significa una gran decisión a futuro, un crecimiento como organización, que busca tomar proyectos de mayor escala, lo que conlleva a una constante actualización y mejora continua del servicio.

Personalmente representó la aplicación de los conocimientos adquiridos en mi formación como Ingeniero Industrial dentro de mi espacio de trabajo, lo que en momentos represento todo un reto, para tomar las mejores decisiones y sin perder los objetivos establecidos.

Recomendaciones

El diseño de una instalación no es exclusivo para la industria manufacturera, es aplicable para todo tipo de espacios, como en este caso, los servicios, por lo que se recomienda la adaptación en las distintas metodologías de planeación y se espera que la propuesta de una nueva instalación para Mathfer Servicios, llegue a ser un antecedente para futuros proyectos de servicios.

Otra recomendación, son las competencias desarrolladas y aplicadas para la planeación y diseño de una instalación.

Conocimientos principales aplicados:

- Dibujo industrial en el software AutoCAD.
- Diseño industrial en el software SketchUp.

- Método Variación de Brown y Gibson.
- Metodología S.L.P. (Systematic Layout Planning):
Planeación Sistemática de Distribución de Planta.

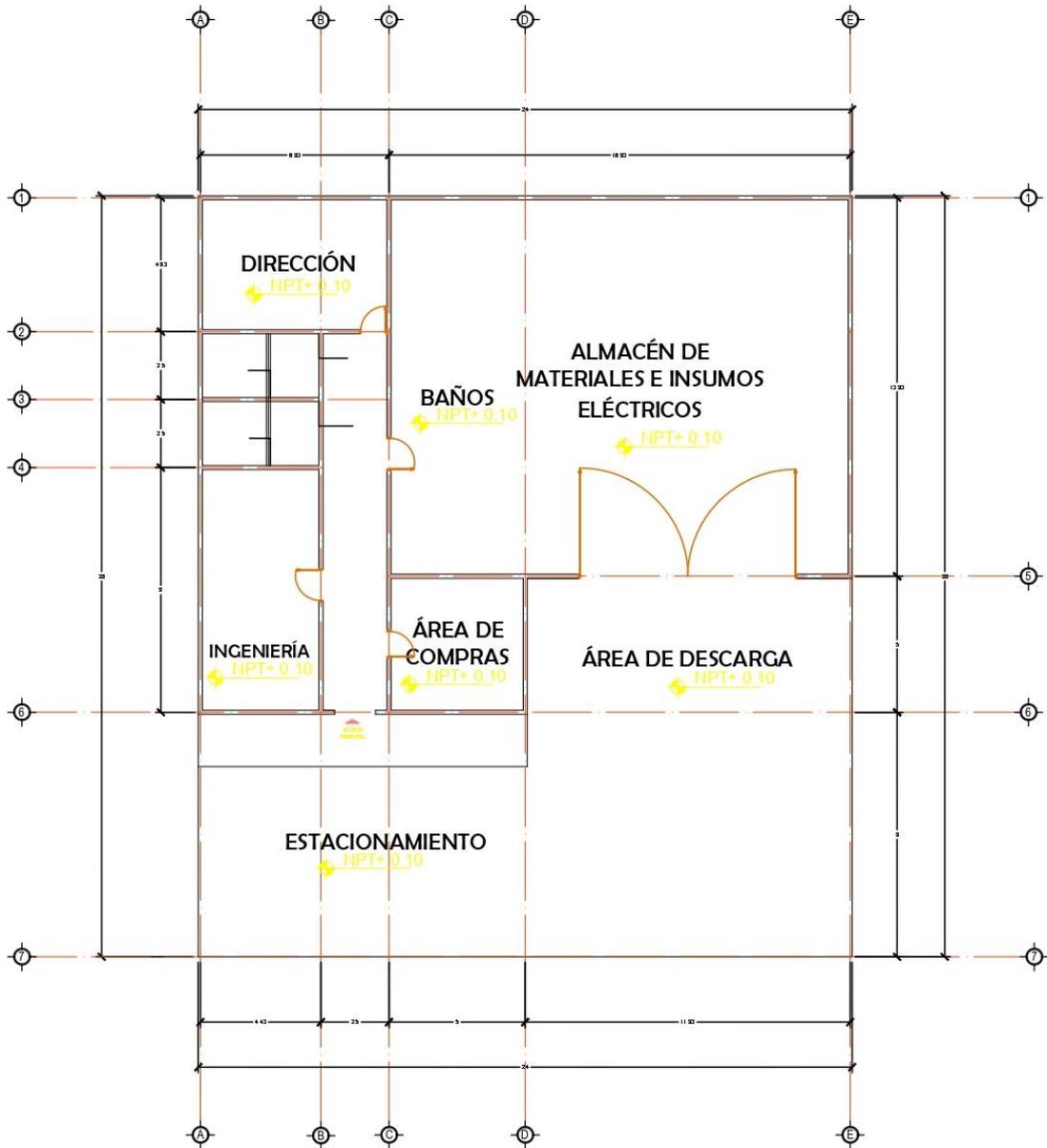
Capacidades desarrolladas en base al perfil de egreso de Ingeniería Industrial:

- Diseño y mejora de un sistema productivo de servicios para su optimización.
- Planeación y propuesta de un sistema de trabajo para elevar la productividad.

Referencias bibliográficas

- [1] García, J. A. P., & Valencia, M. I. C. (2014). Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias. Grupo Editorial Patria.
- [2] Jerouchalmi, I. (2003). Manual Para la Preparación de Proyectos de Inversion y Evaluacion (3^a edicion ed.). Montevideo: Impresora grafica IG.
- [3] Konz, S. (1991). Diseño de instalaciones industriales. Limusa.
- [4] Machicado, F. C., & Quiroga, M. G. (2016). Estudio de localización de un proyecto. Ventana científica, 7(11), 29-33.
- [5] Reyes-Flores, 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. México, D. F: Universidad Nacional Autónoma de Ciudad de México.
- [6] Sortino, R. A. (2001). Radicación y distribución de planta (layout) como gestión empresarial. Invenio: Revista de investigación académica, (6), 125-139.
- [7] Sule, D. R., Palos, E., & Pozo, V. G. (2001). Instalaciones de manufactura: ubicación, planeación y diseño. Thomson.
- [8] Tema 5. Localización de Instalaciones. Departamento de Organización de Empresas, EF y C. En Planta. Curso 04/05.

Anexos



Anexo 1. Layout sin detallar de la nueva instalación



Anexo 2. Render: Perspectiva externa almacén



Anexo 3. Render: Manejo de materia prima



Anexo 4. Render: Perspectiva interna almacén