



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TITULACIÓN INTEGRAL
TESIS

REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN LOS CICLOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE UN
REDISEÑO DE PLANTA DE GIRO AUTOMOTRIZ

Que para obtener el Título de
Ingeniero Industrial

Presenta
Litzy Vianey Martínez Martínez
19071806

Asesor
Dr. Carlos Eusebio Mar Orozco

Ciudad Madero, Tamaulipas

Abril 2024



Ciudad Madero, Tamaulipas, **19/marzo/2024**

OFICIO No. : P.023/2024

ÁREA: Departamento de Ing. Industrial

ASUNTO: Autorización de impresión.

LITZY VIANEY MARTINEZ MARTINEZ
No. DE CONTROL 19071806
PRESENTE.

De acuerdo al fallo por el Jurado asignado para la revisión de su trabajo Profesional integrado por los siguientes Catedráticos:

PRESIDENTE:	DR. CARLOS EUSEBIO MAR OROZCO
SECRETARIO:	DR. ALFONSO BARBOSA MORENO
VOCAL:	ING. VERONICA HERNANDEZ MORALES
SUPLENTE:	ING. JOSE LUIS LUCIO SILVA

Y considerando que llena los requisitos del Reglamento de Titulación en vigor del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, doy a Usted autorización para que proceda a imprimir su trabajo Profesional por medio de la Opción Tesis de Titulación Integral.

REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN LOS CICLOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE UN REDISEÑO DE PLANTA DE GIRO AUTOMOTRIZ

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
"Por Mi País y Por Mi Bien"*

JUAN FLAVIO MOLAR OROZCO
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ccp. Archivo

JFMO/mtdc



Av. 1º de Mayo y Sor Juana I. de la Cruz S/N Col. Los Mangos C.P. 89440 Cd. Madero, Tam.

Tel. 01 (833) 357 48 20, ext. 3060, e-mail: industrial@cdmadero.tecnm.mx

tecnm.mx | cdmadero.tecnm.mx



Dedicatoria

Le dedico esta tesis a la persona que me apoyo durante el transcurso de toda mi carrera profesional y me motivo día a día a superarme, entregarme y motivarme a ser y aspirar a convertirme en una gran ingeniera, mi novio Jesús Alberto Osorio Alvarado.

Agradecimiento

- I. Agradezco a mis padres y hermanos por brindarme todo su apoyo y dejarme elegir mi propio camino, por confiar en las decisiones que tome y en las habilidades que poseo para ser una gran profesionista.
- II. También le agradezco a la mujer que me inspiro a nunca rendirme y, sobre todo, su amor y apoyo incondicional; mi abuela María de la Luz del Castillo Torres.
- III. A mis amigos por hacer de las clases y materias más amenas, así como la oportunidad de aprender y apoyarme sobre ellos durante mi estancia en las aulas, en especial a mi gran amigo David Valle Gallegos.
- IV. A mis profesores que me impulsaron a mejorar como alumna.
- V. A mi asesor de tesis el Dr. Carlos Eusebio Mar Orozco.

Índice

Capítulo I. Introducción	9
1.1 Antecedentes de la institución	12
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Justificación.....	22
1.5 Supuestos o hipótesis	22
1.6 Alcances y limitaciones	22
Capítulo II. Marco Contextual/Estado del arte	23
2.1 Generalidades	23
2.2 Contexto de la investigación	24
2.3 Delimitación geográfica de la investigación	29
Capítulo III. Marco Conceptual	31
3.1 Distribución de planta.....	31
3.2 Tipos de distribución.....	32
3.2.1 Distribución de proyecto singular.....	33
3.2.2 Distribución de posición fija.....	33
3.2.3 Distribución por grupos autónomos de trabajo	33
3.2.4 Distribución basada en el producto	33
3.3 Factores que intervienen en la distribución.....	34
3.3.1 Factor material	35
3.3.2 Factor maquina.....	35
3.3.3 Factor hombre.....	36

3.3.4 Factor movimiento, manejo de materiales	37
3.3.5 Factor espera; almacenamiento.....	37
3.3.6 Factor servicio.....	38
3.3.7 Factor edificio.....	38
3.3.8 Factor cambio	38
3.4 Principios básicos de la distribución de planta.....	39
3.4 Requisitos básicos para planificar la distribución de una planta.....	39
3.5 Layout	40
3.6 Principios del layout	40
3.6.1 Principio de la integración total	40
3.6.2 Principio del mínimo recorrido.....	40
3.6.3 Principio del optimo flujo	40
3.6.4 Principio de la seguridad y satisfacción.....	41
3.6.5 Principio de la flexibilidad	41
3.6.6 Principio del espacio cubico	41
Capítulo IV. Marco Metodológico	41
4.1 Gráfica de relaciones	41
4.2 Diagrama de relaciones.....	42
4.2 Diagrama de relaciones de espacio	43
Capítulo V. Marco Operativo.....	45
Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones	62
Referencias Bibliográficas	68

Índice de figuras

Figura 1.1. <i>Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus I</i>	17
Figura 1.2. <i>Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus II</i>	18
Figura 1.3. <i>Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus III</i>	19
Figura 1.4. <i>Representacion geografica del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus I, II y III</i>	19
Figura 1.5. <i>Organigrama del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero</i>	20
Figura 2.1. <i>Representacion geografica del Parque Industrial "El Sabinal"</i>	29
Figura 2.2. <i>Representacion geografica de Sogefi Engine Systems México</i>	29
Figura 2.3. <i>Vista de Sogefi Engine Systems México</i>	30
Figura 2.4. <i>Vista panoramica de Sogefi Engine Systems México</i>	30
Figura 3.1. <i>Ejemplo de distribución por producto</i>	34
Figura 3.2. <i>Fórmula para determinar el número de máquinas requeridas en la empresa</i>	35
Figura 4.1. <i>Representación de una gráfica de relaciones</i>	42
Figura 4.2. <i>Ejemplo de diagrama de relaciones entre departamentos</i>	43
Figura 4.3. <i>Ejemplo de diagrama de relacion de espacio para las áreas de proceso</i>	44
Figura 4.4. <i>Ejenplo de diagrama de relacion de espacio entre departamentos con superficie en metros cuadrados</i>	44
Figura 5.1. <i>Tabla con la simbologia a utilizar en el diagrama de flujo de procesos</i>	50
Figura 5.2. <i>Diagrama de Flujo de Proceso del área de producción (general)</i>	51
Figura 5.3. <i>Tabla de simbologia del cursograma analitico del proceso</i>	52
Figura 5.4. <i>Cursograma Analitico del Proceso para el Modelo 1 (Actual)</i>	53
Figura 5.5. <i>Cursograma Analitico del Proceso para el Modelo 2 (Actual)</i>	54
Figura 5.6. <i>Gráfica de relaciones entre atividades</i>	56

Figura 5.7. <i>Simbología de la cercanía en el diagrama de relaciones de actividades</i>	57
Figura 5.8. <i>Diagrama de relaciones entre actividades</i>	57
Figura 5.9. <i>Requerimientos de espacio para cada área</i>	58
Figura 5.10. <i>Diagrama de relación de espacios</i>	59
Figura 5.11. <i>Propuesta 1 de restructura de planta</i>	60
Figura 5.12. <i>Propuesta 2 de restructura de planta</i>	60
Figura 6.1. <i>Cursograma analítico del procesos para el Modelo 1 Propuesta</i>	62
Figura 6.2. <i>Cursograma analítico del procesos para el Modelo 2 Propuesta</i>	64
Figura 6.3. <i>Propuesta de layout para el rediseño del área de producción</i>	65

Índice de tablas

Tabla 5.1. <i>Simbología de la cercanía en la gráfica de relaciones entre actividades</i>	55
Tabla 5.2. <i>Simbología del motivo de la cercanía en la gráfica de relaciones entre actividades</i>	55

Resumen

El objetivo principal de este estudio es poder otorgar una propuesta de rediseño de distribución de planta, específicamente en el área de producción, por medio de un layout.

Se establece como problemática principal la obstrucción y la falta de fluidez entre áreas, provocando retrasos en las entregas de los clientes que, a su vez generan costos por expedir las unidades para poder cumplir con los pedidos.

Utilizando el cursograma analítico se establecen los tiempos y distancias entre actividades para la fabricación de al menos 2 tipos de piezas distintas, para posteriormente con ayuda del diagrama de relación de actividades y espacios determinar una alternativa como punto de apoyo para el diseño del layout final.

Obteniendo dos propuestas se implementa la que se crea mas conveniente, para hacer la comparativa de tiempos y distancias con el cursograma analítico, y con base en ello, otorgar conclusiones de lo observado con el diseño de planta actual versus el propuesto.

Además, se señalan las problemáticas y/o adversidades que se tuvieron durante el tiempo de estudio, para hacer recomendaciones de los futuros estudios de interés que pudiera realizar la planta.

Abstract

The main objective of this study is to provide a proposal to redesign the distribution of the plant, specifically in the production area, through a layout.

Obstruction and lack of fluidity between areas is established as the main problem, causing delays in deliveries to customers which, in turn, generate costs to expedite units to fulfill orders.

Using the analytical flow diagram, the times and distances between activities are established for the manufacture of at least 2 types of different parts, and later with the help of the relationship diagram of activities and spaces, an alternative is determined as a support point for the design of the final layout.

Obtaining two proposals, the one considered most convenient is implemented to compare times and distances with the analytical schedule, and based on this, provide conclusions from what was observed with the current design of the plant versus the proposed one.

In addition, the problems and/or adversities that occurred during the study time are pointed out, to make recommendations for future studies of interest that the plant could carry out.

Capítulo I

Introducción

La industria automotriz se caracteriza por ser uno de los sectores más importantes a nivel mundial, esto debido al gran avance tecnológico que se ha presentado en las últimas décadas; donde las empresas se vieron obligadas a crear e innovar otras formas de trabajar con el objetivo de impulsar la evolución del transportar a personas, bienes, productos y en general cualquier objeto; brindando comodidad, seguridad, rapidez y agilidad para su traslado.

Gracias a la gran aportación económica a nivel mundial, se decide enfocar este estudio a la industria automotriz. Durante el tiempo de estudio de la línea de producción de la empresa se observa que se ve afectada por tres de los siete desperdicios de la manufactura esbelta que son inventarios, transporte y movimientos; generando altos costos para la planta.

Es por ello, que se cree que el contar con una buena distribución de planta (layout) ayudará a la empresa a reducir sus costos reflejados en tiempos muertos y desperdicio de material. Creando o aumentando la competitividad de la empresa en el mercado obteniendo así mayor demanda de clientes y pedidos.

Para México, este sector representa una parte importante de la economía, ya que, gracias a esto las empresas extranjeras optan por contar con sedes en distintos estados de la república mexicana, logrando impulsar la creación de empleos.

Según datos de la Secretaría de Economía (2023),

En el periodo enero a junio de 2023, la Inversión Extranjera Directa (IED) en México alcanzó los US\$29,041M, distribuidos en Cuentas entre Compañías (US\$4,297M), Nuevas Inversiones (US\$2,135M) y Reinversión de Utilidades (US\$22,609M).

Los 3 principales Sectores que recibieron Inversión Extranjera Directa (IED) son:

Industrias Manufactureras (US\$16,524M), Servicios Financieros y de Seguros (US\$7,842M), Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (US\$1,347M). (Secretaria de economía, 2023)

Según datos del Censo Económico 2019,

Los sectores económicos que concentraron más empleados dependientes de la unidad económica en México fueron Industrias Manufactureras (5,328,512 empleados), Comercio al por Menor (4,865,524 empleados) y Servicios de Apoyo a los Negocios y Manejo de Residuos, y Servicios de Remediación (2,243,375 empleados). (Censo Económico, 2019)

Añadiendo que, dentro de la economía de México el sector automotriz impulsa, además, la exportación de sus productos de manera internacional. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INE), (2023), "...los principales productos exportados desde México en agosto 2023 fueron Vehículos (US\$13,829M), Equipos Eléctricos, Electrónicos (US\$9,953M) y Reactores Nucleares, Calderas, Maquinaria, Etc. (US\$8,008M)."

Si bien, para que esto suceda se debe en gran parte al apoyo del gobierno por promover y crear los parques industriales que ayudan no solo al sector automotriz, sino, en general a las industrias manufactureras sin importar su giro, a la promoción y creación de nuevas empresas, generando atracción de la inversión extranjera en estos mismos y la generación de nuevos proyectos innovadores con el único objetivo de sobresalir en el mercado.

Según la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP), (2023),

A febrero de 2023, se registran 431 parques industriales. Los estados que concentran mayor cantidad de parques industriales son Nuevo León (79 parques), Baja California (60 parques) y Estado de México (41 parques).

Si comparamos esta información, la importancia de la industria automotriz y la creación de parques industriales, donde el estado de Nuevo León se destaca por contar con el mayor número de parques; con lo que registra el Censo Económico en 2019, “Las entidades federativas con mayor ingreso total fueron Ciudad de México (\$8.3B MX), Nuevo León (\$2.87B MX) y Estado de México (\$2.56B MX). “

Se puede destacar que, en Nuevo León las industrias manufactureras representan un gran impulso a la economía del país, por contar con grandes ingresos año con año; y con relación al sector automotriz se ha atribuido a la atracción de empresas de gama alta para la inversión en nuestro país.

Centrándonos, en el papel que juega los parques industriales, la AMPIP los describe como:

(...) una superficie geográficamente delimitada y diseñada para el asentamiento de la planta industrial en condiciones adecuadas de ubicación con infraestructura, equipamiento, servicios básicos y una administración permanente que permita una operación continua.

Este concepto señala la importancia de la infraestructura y administración relacionada con la planta industrial. Para esto, se realizan estudios exhaustivos donde se consideran distintos factores como la ubicación, giro de la empresa y todos los recursos necesarios para la creación e instalación de la planta industrial, teniendo siempre como objetivo producir de forma continua al menor de los costos; considerando el crecimiento de la planta en un futuro o posibles sucesos que se crean que podrían afectar las operaciones de esta.

A lo largo de los años, las empresas se han visto afectadas en la distribución de la planta industrial por no considerar un crecimiento de la demanda en sus productos, propiciando la creación de una mala administración de los recursos con los que cuenta y generando costos altos para poder seguir produciendo, afectando directa e indirectamente a otras áreas de la planta.

La importancia y relevancia de una buena distribución de planta asegura y aumenta el porcentaje de efectividad en las operaciones realizadas, disminuyendo a su vez la presencia de conflictos que creen paros en la producción (cuellos de botella).

Por ello, el objetivo de este trabajo es exponer las problemáticas que presenta una empresa de giro automotriz ubicada en el estado de Nuevo León en relación con la distribución actual de su área de producción; y con base en ello generar y presentar una alternativa de redistribución de planta para aumentar el flujo continuo del trabajo y disminuir tiempo y costos ocasionados por la forma de trabajar actualmente; todo esto considerando que la demanda de producción por parte de los clientes van en aumento año por año.

1.1 Antecedentes de la institución

La Constitución de un Patronato proconstrucción de la Escuela de Artes y Oficios fue el primer paso que dio origen a lo que en sus inicios fuera el Instituto Tecnológico Regional de Ciudad Madero. Cuyo presidente fue el Ing. Luis Hidalgo y Castro, el secretario el Prof. Francisco Robledo Moreno, y el tesorero el C. Javier Chávez Salazar.

El día 20 de noviembre de 1950, el entonces Director de PEMEX, el Ing. Antonio J. Bermúdez representando al Presidente de la República, Lic. Miguel Alemán Valdés, estima justo colocar la primera piedra de lo que fuera el Instituto Tecnológico Regional de Ciudad Madero, con una asistencia de miles de personas y personajes distinguidos.

El 2 de septiembre de 1954 iniciaron los cursos a las 7:00 horas con un total de 211 alumnos, uniformados de blanco y guinda, fungiendo como director el Ing. Luis Hidalgo y Castro.

Los programas educativos que se ofrecieron al iniciar funciones fueron los siguientes:

Preparación técnica

- Obreros Calificados en Máquinas y Herramientas
- Electricistas Reparadores
- Soldadores de Oxiacetileno y Arco
- Carpinteros Ebanistas

Rama subprofesional

- Técnico Mecánico
- Técnico Electricista
- Técnico Perforador de Pozos Petroleros

Escuela vocacional

- Mecánica • Eléctrica • Química • Civil
- Arquitectura

En Septiembre de 1956 iniciaron las carreras de nivel licenciatura con las especialidades de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. En el año 1957 se integró el Bachillerato Tecnológico. Un año más tarde en 1958 se oferta la especialidad de técnico en Combustión Interna y para 1961 inicia la carrera de Ingeniería Industrial.

En 1968 inicia la especialidad de técnico en Electrónica mientras que la de técnico Laboratorista arranca en 1972. Para el año 1974 incorpora a sus planes de estudio el Sistema de Educación Abierta en dos niveles. La oferta educativa se amplía en 1975 con nuevas carreras, la de Ingeniería Geológica y la de Ingeniería Geofísica.

El desarrollo regional acelerado motivó que para el año 1976 se iniciaran los Programas de Posgrado con la Maestría en Sistemas Administrativos y la Maestría en Tecnología del Petróleo y Petroquímica.

El año 1986 fue importante en el crecimiento de la institución pues a nivel licenciatura se ofertan las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Sistemas Computacionales y a nivel Posgrado inicia la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, la Maestría en Matemática Educativa (mediante convenio con CINVESTAV), además se oferta por primera vez el Doctorado iniciando con Petroquímica, cuyo programa nació por el continuo crecimiento de esta industria en la zona. También en estas especialidades se firman convenios de colaboración con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y con la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA).

En 1993 inicia la carrera de Ingeniería en Geociencias, liquidando las de Ingeniería Geológica y Geofísica. Ese mismo año de 1993 se oferta la Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa. En 1995 arranca la carrera de Licenciatura en Informática. En 1996 inicia la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química como una respuesta a la modificación de las tendencias nacionales respecto al desarrollo petrolero. También esta modificación obedeció a las recomendaciones hechas por el Comité de Evaluación del Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT. Este mismo año de 1996 surgió el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química sustituyendo al de Petroquímica.

En agosto del 2000 inició la Maestría en Ciencias de la Computación y seis años más tarde fue registrada en el Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT junto con la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química lo cual las posiciona entre los mejores Programas de Posgrado en estas disciplinas.

Para el año 2001 empieza la Maestría en Gestión Administrativa, sustituyendo la Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa; mientras que en enero de 2004 dieron inicio los cursos del doctorado en Ciencias en Ingeniería Química hasta enero de 2012. En el 2006 arrancó el programa de la carrera de Ingeniería Ambiental y en 2008 otro Posgrado con la Maestría en Ingeniería Eléctrica que sustituye la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica. Poco después en agosto de 2009 el programa de

Doctorado en Ciencias en Computación estaba listo para comenzar clases e investigaciones.

Como resultado de una investigación de la oferta educativa en nuestra zona conurbada, se autorizó la implantación de nuevas licenciaturas y posgrados en la institución, por lo que en agosto de 2010 da inicio el programa de Ingeniería en Gestión Empresarial, y de agosto de 2012 a junio de 2019 el programa de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones como una respuesta a las necesidades detectadas en nuestro entorno.

Pero no fue el único programa estrenado durante el mismo periodo, comenzó la oferta de dos posgrados: la Maestría en Ingeniería Mecánica y el Doctorado en Ciencias en Materiales, este último, con reconocimiento de posgrados de calidad.

Para enero del 2017 se dio a conocer un nuevo posgrado en el instituto: Ingeniería y Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y un año después la Maestría en Ciencias de la Ingeniería con la que nuestra institución se colocaría en una de las mejores opciones para realizar un posgrado de impacto en la misma zona de impartición.

Todo este crecimiento académico e histórico ha consolidado al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero como una institución, de prestigio que responde a las necesidades de las diferentes organizaciones, empresas y asociaciones del país, especialmente de la zona norte. Hoy el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero es reconocido internacionalmente, avalado por la calidad de sus egresados y considerado uno de los máximos centros de estudio del país, ofertando diez programas de ingeniería y nueve de posgrado.

Es por ello por lo que celebramos nuestro aniversario la última semana de cada mes de noviembre para conmemorar el inicio de actividades de nuestro Instituto.

Misión, visión y valores

El Instituto Tecnológico de Ciudad Madero tiene como objetivo ofrecer a los sectores productivos y educativos una amplia gama de servicios en las esferas de la investigación y el desarrollo científico y tecnológico, de organización del trabajo, destacando los de formación, capacitación y actualización profesional; la innovación, la diversificación, la adaptación, la adquisición y la difusión.

Así como promover el desarrollo integral y armónico del educando en la relación con los demás, consigo mismo y con su entorno, mediante una formación intelectual que los capacite en el manejo de los métodos y lenguajes, sustentados en los principios de identidad nacional, justicia, democracia, independencia, soberanía y solidaridad; y en la recreación, el deporte y la cultura que le permitan una mente y cuerpo sanos.

Atender la demanda de educación superior y de posgrado, con alta calidad, a nivel nacional e internacional, como forma de auspiciar el desarrollo regional. Hacer del ITCM un instrumento de desarrollo, mediante una estrecha y permanente retroalimentación con la comunidad, en especial entre los sectores productivos de bienes y servicios, sociales, públicos y privados.

Compartir con la comunidad la cultura científica, técnica, tecnológica y humanística, así como la recreación y el deporte, mediante los diversos foros y medios con que cuenta el sistema. Ofrecer perfiles profesionales que integren las necesidades específicas regionales, para que el egresado contribuya de manera satisfactoria al desarrollo de cada comunidad, en especial de la planta productiva.

Misión

Formar profesionales de nivel licenciatura y posgrado altamente competitivos, a través de programas educativos reconocidos por su calidad; impulsar el desarrollo del sector productivo regional y nacional, a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Visión

Ser una Institución líder en educación superior tecnológica que, como parte del Tecnológico Nacional de México, contribuya significativamente en la formación de capital humano altamente calificado bajo estándares internacionales, generando y aplicando nuevo conocimiento, para fortalecer la productividad y competitividad del país.

Valores

Los valores que subyacen y promueven el desarrollo laboral, el clima organizacional y en general para el desarrollo de los procesos y procedimientos cotidianos, se refieren a valores que lejos de ser acepciones definidas en forma aislada, son valores que interactúan de acuerdo con la complejidad humana y forman parte de su esencia:

- Respeto
- Servicio
- Honestidad
- Lealtad

Localización de planta

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

Dirección: Av. 1° de mayo s/n, col. Los mangos C.P. 89440 ciudad madero, Tam.

En la figura 1 se observa la vista de la entrada principal del Campus I.

Figura 1.1

Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus I



CAMPUS II

Dirección: Juventino Rosas 114, Los Mangos, Cd Madero, Tamps. C.P. 89440.

En la figura 2 se observa la vista de la entrada principal del Campus II.

Figura 1.2

Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus II



CAMPUS III

Dirección: C.P. 89603 Tamps.

En la figura 3 se observa la vista de la entrada principal del Campus III.

Figura 1.3

Vista del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus III



Planos geográficos

En la figura 4 se observa los planos geográficos para los tres campus del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Figura 1.4

Representacion geografica del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero Campus I, II y III.

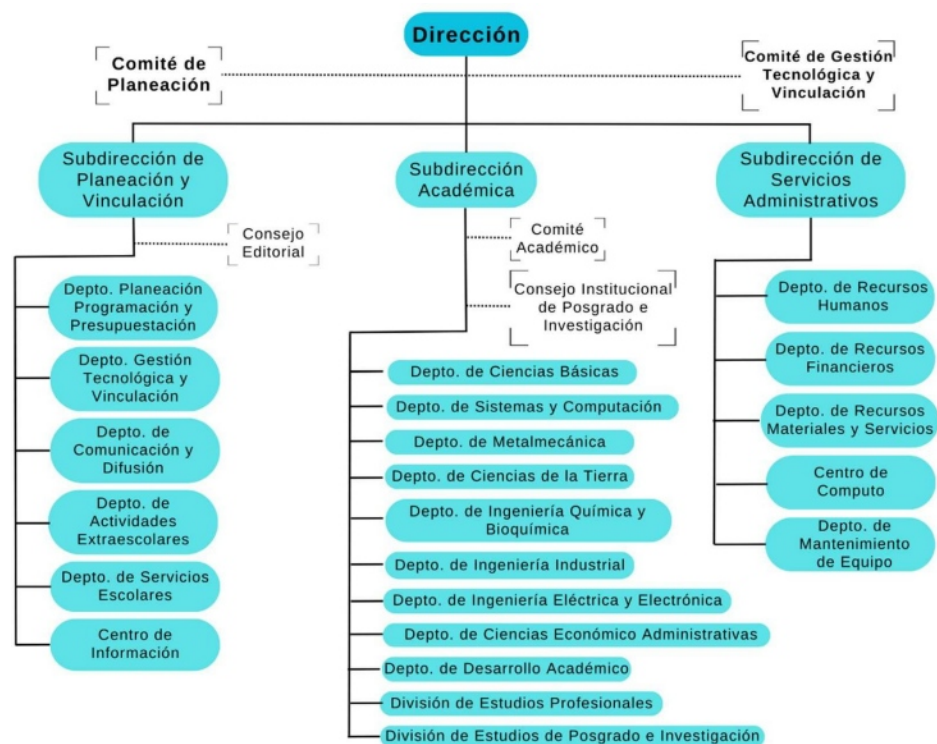


ORGANIGRAMA

En la figura 5 se puede observar el organigrama del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

Figura 1.5

Organigrama del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero



1.2 Planteamiento del problema

Sogefi Engine Systems México S. de R.L. de C.V. ubicada en Apodaca, Nuevo León; es una empresa del ramo automotriz dedicada a diseñar, desarrollar y fabricar sistemas para la gestión del aire y refrigeración del motor.

Actualmente la distribución de esta planta, en su área de producción, se maneja por líneas de ensamble de los distintos clientes. Su tecnología de inyección por moldeo permite generar una gran cantidad de piezas en poco tiempo, sin embargo, la entrega de estas piezas a los clientes se ve afectada por la obstrucción del flujo continuo del trabajo, ocasionado por la distribución y organización actual.

Añadiendo que la planta actualmente está en búsqueda de ampliar su catálogo de piezas, adquiriendo maquinaria para poder abastecer la demanda de sus clientes actuales y atraer a otros.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Rediseñar el área de producción con el propósito de mejorar los tiempos de producción, disminuir movimientos y esfuerzos excesivos o innecesarios de los operarios y otorgar una posible solución al aprovechamiento de los espacios que beneficie a la empresa para futuros proyectos.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio de tiempos en al menos 2 líneas de producción
2. Diseñar el layout actual del área de producción.
3. Determinar los movimientos y esfuerzos involucrados por parte del operario para el manejo del material entre estaciones.
4. Aplicar conocimientos y las bases teóricas del diseño e instalación de planta, así como herramientas y técnicas de esta para el otorgamiento de una posible solución.
5. Analizar la información obtenida y en base a ella implementar herramientas administrativas y de ingeniería.
6. Simular los tiempos de ejecución con la nueva distribución.
7. Dar comentarios finales de la propuesta de mejora en el área.

1.4 Justificación

El estudio se realiza con la principal razón de otorgar a la empresa un reporte que ayude a dar perspectiva o noción de los problemas presentados en el área de producción, esto debido a la distribución con la que cuenta actualmente, sin importar el resultado que se obtenga con la propuesta para la erradicación o disminución de dicha cuestión. Así como también ampliar la información y ejemplificación de los estudios de diseño y distribución de una planta automotriz que en la actualidad trabaja con un diseño obsoleto y la relevancia que tiene el realizar un estudio adecuado para el arranque de cualquier industria o empresa de cualquier giro.

Y, el estudio será útil para que estudiantes del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Madero realicen proyectos o trabajos en las asignaturas de Diseño e Instalación de Planta, Taller de Investigación II y Formulación y Evaluación de Proyectos del Programa Educativo de Ingeniería Industrial.

1.5 Supuestos o hipótesis

La propuesta de un rediseño de layout en planta ayuda a eficientizar los tiempos de producción, mejora la coordinación de movimientos y la organización de los recursos.

1.6 Alcances y limitaciones

El alcance principal es diseñar y representar el layout adaptado a las necesidades que se requieren en el área de producción, involucrando el menor de los costos de inversión y atribuyendo mejores resultados en el flujo de las actividades.

Como limitante se cuenta con el tiempo de estudio para la observación y detección de problemáticas en función de la distribución actual, así como la toma de tiempos de las líneas de producción. Así mismo, la información proporcionada por la empresa debido a la confidencialidad con clientes.

Capítulo II

Marco Contextual/Estado del arte

2.1 Generalidades

Según la RAE, se entiende por contexto al “Entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considera un hecho.”

Abordando el concepto de contexto en relación con esta investigación, la Dra. Rivero, H. dice que:

El marco contextual de la tesis e investigación, en la mayoría de las ocasiones, está agregado en el marco teórico. Se trata de la delimitación espaciotemporal de la investigación; por lo que aporta elementos cualitativos y cuantitativos de las personas, ambiente o medio en el que esta se desarrolla.

Puede entenderse en dos sentidos: en algunos trabajos, el ámbito o contexto está dado por las áreas específicas del conocimiento en las cuales se realiza la, mientras que, en otras, el marco contextual será el espacio físico en el cual tiene lugar la indagación. (2020)

En resumen, este marco contextual incorpora a la investigación la perspectiva situacional del problema de investigación y lo relaciona con el cómo, dónde y cuándo

específicos de su ocurrencia, así como con las particularidades de los actores involucrados (Sautu, 2003)

2.2 Contexto de la investigación

1980: Sogefi S.p.A. se establece en Mantova, en el norte de Italia, con el objetivo de convertirse en una empresa fuerte en la industria de los componentes de la automoción. CIR se convierte en su accionista de control.

1986: Como parte de su estrategia de expansión y diversificación en el sector automovilístico, Sogefi adquiere Rejna S.p.A., un fabricante italiano de componentes para suspensiones del sector del transporte.

Sogefi cotiza por primera vez en la Bolsa de Milán. Al final de ejercicio financiero, los ingresos ascienden a 147,8 mil millones de liras italianas (equivalentes a 76,3 millones de Euros) y su plantilla supera los 1.700 empleados.

1994: Sogefi sigue ampliando su cartera de productos con la adquisición de las empresas francesas Montal S.A. y ES Metal S.A., especializadas en la producción de muelles de precisión para aplicaciones especiales. En América del sur, el Grupo consolida su presencia adquiriendo el 60% de una empresa argentina de producción de filtros.

1998: Se inaugura una nueva planta dedicada a la producción de muelles y barras estabilizadoras para suspensiones en Fronville, Francia. En Brasil y Argentina se adquieren participaciones de control en las empresas asociadas que producen elementos de filtrado.

2001: Adquisición de la empresa francesa Filtrauto S.A., que opera en el sector de los filtros, con plantas de producción en Francia, Italia, España, Reino Unido, Eslovenia y Argentina. Como resultado final, Sogefi se convierte en una empresa líder tanto en el mercado de repuestos como en el mercado de equipamiento original de sistemas de filtrado.

2004: Las acciones de Sogefi S.p.A., que cotizan en la Bolsa de Milán desde 1986, ahora pasan al segmento STAR, -reservado a las empresas de pequeño y medio capital capaces de ofrecer excelencia en términos de transparencia, comunicación, liquidez y gobernanza corporativa. La sede central de Sogefi S.p.A. se traslada de Mantua a Milán. Se abre la primera planta estadounidense del Grupo en Prichard (West Virginia) para fabricar muelles amortiguadores y barras estabilizadoras para el mercado local.

2011: Sogefi celebra su trigésimo aniversario y, con la adquisición del Grupo Mark IV Systèmes Moteurs, completa su gama de productos para sistemas de motores y fortalece su posición en América del norte. El grupo cierra el año con ingresos de 1.158,4 millones de euros.

2013: La unidad de negocio de Sogefi Engine Systems abre dos nuevas fábricas, una en Pune (India) produciendo sistemas de filtro y la otra en Monterrey (México) produciendo componentes para motores Chrysler, GM y Ford V8.

2015: Sogefi planea expandir su presencia en el mercado Norte Americano a través de una inversión de 17 millones de euros en Monterrey (Méjico) en una nueva planta que reúne las tres unidades de negocio.

2020: La unidad de negocio de Filtrado junto con la de Aire y Refrigeración acelera su cambio hacia la E-movilidad con el galardón de varios proyectos de prestigiosos clientes. Sogefi Aire y Refrigeración recibe el premio de GM como proveedor del año por 3ª vez.

Misión

Proporcionar soluciones innovadoras a nuestros clientes creando valor para todos los grupos de interés y generando crecimiento sostenible.

Visión

Ser un líder global de clase mundial en nuestro negocio automotriz a través de la experiencia potenciada por nuestro equipo.

Objetivos:

- Orientados a resultados
- Enfoque al cliente
- Mejora continua
- Pasión y espíritu de lucha
- Enfoque a la persona
- Trabajo en equipo
- Ética
- Calidad
- Sustentabilidad

Valores:

- **CALIDAD.** Sogefi mantiene un compromiso constante con el logro de la máxima calidad y la mejora continua de las prestaciones de sus productos.
- **INNOVACIÓN.** El constante deseo de innovar, respaldado por el gran talento de los equipos de ingenieros y técnicos de sus centros de R&D de todo el mundo, sustenta el corazón de la empresa Sogefi.
- **COMPROMISO.** Sogefi está completamente comprometida con la consecución de sus objetivos y la satisfacción de todos sus accionistas.
- **EFICIENCIA.** El modelo organizativo de Sogefi agiliza el proceso de toma de decisiones y permite conseguir resultados rápidos. Nuestro tiempo de

comercialización es breve gracias a nuestra excelente capacidad para transformar ideas en productos finales.

- **SOLIDEZ.** Sogefi es una empresa sólida en términos de gestión, visión empresarial y procesos de producción, con una cultura de grupo que se basa en la claridad, disciplina, seriedad y coherencia. Todas las ideas, una vez validadas, se desarrollan con intención y determinación.
- **FIABILIDAD.** Para Sogefi, fiabilidad significa ganarse la confianza de sus clientes a través de la competencia técnica, la calidad de los productos, la atención a los costes, una política comercial seria y el cumplimiento de los compromisos adquiridos. (SOGEFI, 2023)

Departamentos

- **Recursos Humanos.** Se encargan del reclutamiento, administración con todo lo relacionado a nomina, relaciones con otras sedes del mismo grupo y en especial con todos los trabajadores de esta.
- **Logística.** Gestionan y controlan los embarques, planifican la producción por clientes en conjunto con el departamento de producción. En general, se encargan del movimiento de las entradas y salidas de materias primas, producto terminado, equipos y herramientas, consumibles, refacciones y scrap.
- **Calidad.** Aseguran la fiabilidad del cumplimiento de la política de calidad de la empresa. El departamento se divide en laboratorio; este se encarga de realizar las pruebas necesarias para producto terminado catalogado como scrap y no scrap. La segunda parte, se relaciona con gestionar los lineamientos y políticas acordadas con cada cliente, en relación con visitas y auditorias con estos.

- **Producción.** Es el departamento con mayor número de empleados, ya que involucra a supervisores que llevan la organización de la plantilla de “operadores”. Su función principal es cerciorarse que la producción de cada cliente sea elaborada en tiempo y forma, gestionando el recurso humano y delegando a través de ellos que realizan el proceso de forma correcta.
- **Procesos.** Trabaja de la mano con producción y mantenimiento, se encargan de programar los equipos para el cambio de requerimientos entre clientes (los clientes comparten maquinas, pero se configuran para cumplir con las especificaciones requeridas).
- **Mantenimiento.** Otorgan servicio a todos los equipos que maneja la planta, se aseguran de que estos funcionen en condiciones óptimas, además de prevenir o retrasar el deterioro de todo inmueble.
- **Seguridad.** Aseguran el bienestar de todos los trabajadores, sin importar el departamento que laboren, por medio de vigilancias y acciones de seguimiento para la prevención de accidentes y/o apoyo si surge algún percance.
- **Finanzas.** Planifica los presupuestos, proyectos y necesidades de cada departamento, en general, llevan las responsabilidades económicas de toda la empresa.
- **Compras.** Suministran y adquieren cualquier bien y servicios necesarios de cada departamento, para la continuación de sus actividades.

- **Sistemas.** Administra y manipula todos los softwares y redes de cada departamento para mantenerlos en comunicación, en sí, provee la facilidad a cada trabajador de llevar sus actividades que involucren cualquier aparato electrónico (computadora, celular, cámaras, checador, etc.).

2.3 Delimitación geográfica de la investigación

Ubicado en: Sabinal Industrial Park

Dirección: Av. los Encinos # 120, INDUSTRIAL PARK, 66645 Cdad. Apodaca, N.L.

En la figura 6 se puede observar la representación geográfica del Parque Industrial “El Sabinal” y en la figura 7 la empresa SOGEFI.

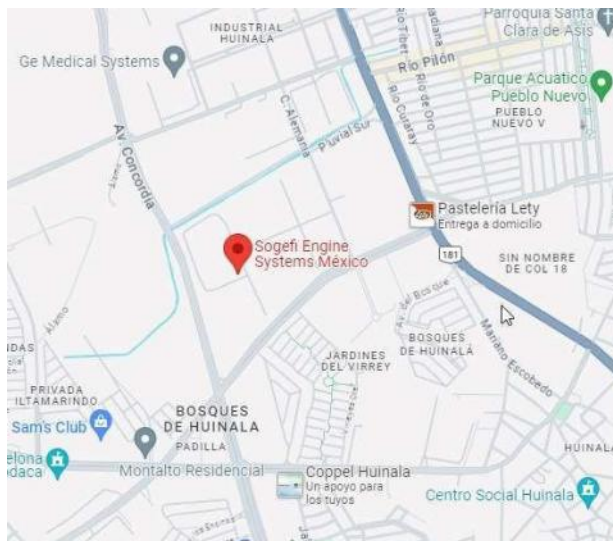
Figura 2.1

Representacion geografica del Parque Industrial “El Sabinal”



Figura 2.2

Representacion geografica de Sogefi Engine Systems México



En las figuras 8 y 9 se muestra la vista de la entrada principal de Sogefi Engine Systems México

Figura 2.3

Vista de Sogefi Engine Systems México



Figura 2.4

Vista panoramica de Sogefi Engine Systems México



Capítulo III

Marco Conceptual

3.1 Distribución de planta

Según David de la Fuente García e Isabel Fernández Quesada (2005), la distribución de planta es:

La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.

El principal objetivo es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa.

La necesidad de acometer un nuevo diseño de la planta podría plantearse como el acometimiento de los siguientes pasos:

- Formular el problema de la distribución en planta;
- Analizar el problema del diseño;
- Buscar distintas alternativas de diseño;
- Evaluar las alternativas;
- Especificar el diseño para ser instalado
- Llevará a cabo un seguimiento

Según José Armando Platas García & María Isabel Cervantes Valencia (2014), la distribución de planta es:

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 indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

En una distribución de planta hay dos clases de intereses:

Interés económico. Persigue hacer eficiente la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente con el mejoramiento del servicio y optimizar el funcionamiento de las empresas.

Interés social. Pretende dar seguridad al trabajador y satisfacción al cliente.

3.2 Tipos de distribución

3.2.1 Distribución de proyecto singular.

Vendrá referida al conjunto de actividades, en algunos casos de carácter irrepetible, que tiene lugar como consecuencia de proyectos de alta envergadura. Este tipo de distribución se desarrolla emplazando las estaciones de trabajo o centros de producción alrededor del producto en función de la secuencia adecuada del proceso. (de la Fuente, D. & Fernández, I.,2005, página 9)

3.2.2 Distribución de posición fija.

La distribución de producto fijo o estático, como también se le denomina, se usa cuando el producto es demasiado grande o engorroso para moverlo a lo largo de las distintas fases del proceso. En este caso, más que mover el producto de unas estaciones de trabajo a otras, lo que se hace es adaptar el proceso al producto. (de la Fuente, D. & Fernández, I.,2005, página 9)

3.2.3 Distribución por grupos autónomos de trabajo.

Se usa cuando los volúmenes de producción para cada producto particular no son suficientes como para justificar una distribución de producto, mientras que, si se agrupan de forma lógica ciertos productos en familias, la distribución de producto puede ser adecuada para cada familia. De esta manera, cada grupo homogéneo de productos se destinará a un grupo o subdivisión de trabajo, que funcionará de forma autónoma de los demás y completará, total o de forma mayoritaria, el proceso. (de la Fuente, D. & Fernández, I.,2005, página 9)

3.2.4 Distribución basada en el producto.

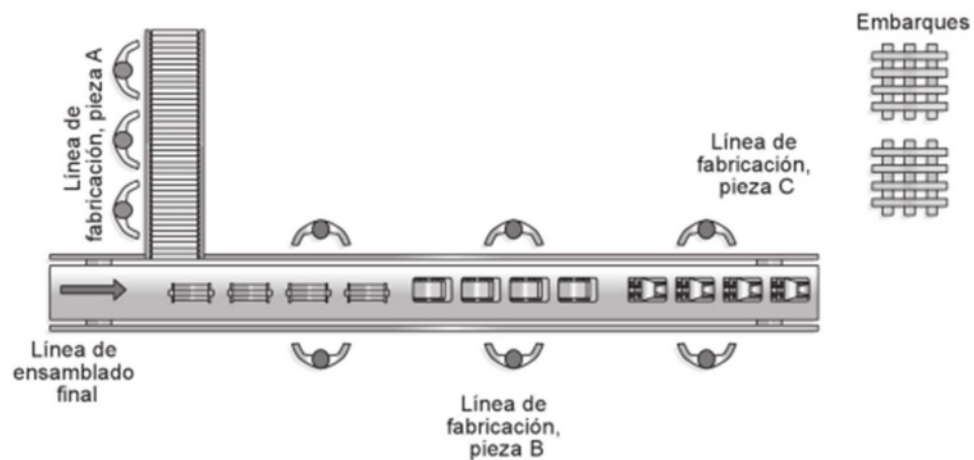
Se utiliza en procesos de producción en los cuales la maquinaria y los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que los materiales fluyen directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con

la secuencia de proceso del producto, es decir, en el mismo orden que marca la propia evolución del producto a lo largo de la cadena de producción. (de la Fuente, D. & Fernández, I.,2005, página 10)

Esta distribución coloca una operación en un lugar inmediato adyacente a la siguiente, lo que significa que el equipo utilizado para fabricar el producto, sin importar el proceso que realice, estará acomodado de acuerdo con la secuencia de las operaciones, como se observa en la figura. Las empresas dedicadas a la fabricación de automóviles son un ejemplo de una distribución de este tipo. En la figura 3.1 se muestra el ejemplo de una distribución por producto. (Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 78)

Figura 3.1

Ejemplo de distribución por producto



3.3 Factores que intervienen en la distribución

Se considera que son ocho los factores que influyen de manera importante en la empresa:

3.3.1 Factor material

- Material entrante, en proceso, saliente o embalado
- Materiales accesorios empleados en el proceso
- Piezas rechazadas, a recuperar o repetir
- Piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso
- Chatarras, virutas, desperdicios o desechos
- Entregas lentas entre departamentos
- Transporte de artículos voluminosos, pesados o costosos a través de distancias largas
- Material que se extravía o pierde su identidad
- Tiempo excesivo de permanencia del material en proceso
- Materiales para mantenimiento

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 68)

3.3.2 Factor maquina

La fórmula para determinar el número de máquinas requeridas de acuerdo con la producción y tiempo se muestran en la figura 3.2.

Figura 3.2

Fórmula para determinar el número de máquinas requeridas en la empresa

$$\text{Número de máquinas requeridas} = \frac{\text{Piezas por hora para cubrir necesidades de producción}}{\text{Piezas por hora y máquina}} = \frac{\text{Tiempo de operación por hora y máquina}}{\text{Tiempo por pieza para cubrir necesidades de producción}}$$

- Material de producción
- Equipo de proceso y de manejo de materiales
- Herramientas, moldes, patrones, plantillas
- Aparatos de medición, comprobación y pruebas
- Maquinaria averiada, inactiva o anticuada
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario
- Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.
- Maquinaria y equipo para mantenimiento

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, páginas 68 y 69)

3.3.3 *Factor hombre*

Como factor de producción, el hombre es considerado mucho más flexible que cualquier material o maquinaria, ya que se puede trasladar, capacitar en actividades diversas y adaptar a distintas tareas. Además, es factible dividir o repartir su trabajo. A continuación, se mencionan algunos puntos importantes que se deben evitar con relación al factor hombre.

- Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes
- Áreas que no se ajustan a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios
- Quejas acerca de condiciones de trabajo incómodas
- Excesiva rotación de personal
- Obreros de pie u ociosos durante gran parte de su tiempo
- Equívocos entre operarios y personal de servicio
- Trabajadores calificados que realizan otras operaciones de servicio (mantenimiento)

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 69)

3.3.4 *Factor movimiento, manejo de materiales*

- Reducir el retroceso y cruce en la circulación, además de establecer una dirección única de los materiales
- Cuidar que los pasillos sean rectos, despejados, anchos, con espacio para el movimiento
- Reducir el manejo innecesario, a fin de establecer la distancia más corta
- analizar la secuencia o ruta de operaciones para mejorar los movimientos del material
- Vigilar que los operarios calificados o con percepciones altas no realicen operaciones de manejo
- Reducir el tiempo invertido en recoger y dejar material o piezas fuera del área designada

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 69)

3.3.5 *Factor espera; almacenamiento*

Los materiales en el almacén o en las estaciones de producción están en espera de ser trasladados a la siguiente operación. Esta demora genera costos que se pueden evitar, por tanto, es importante evitar situaciones como las que se ejemplifican a continuación:

- Grandes cantidades de almacenamiento de toda clase
- Demasiadas pilas de materiales en espera de proceso
- Congestión en zonas de almacenes, confusión en áreas de recepción y embarque
- Operarios en espera de material en los almacenes o en los puestos de trabajo
- Materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 70)

3.3.6 *Factor servicio*

Los servicios de una planta se consideran las actividades, los elementos y el personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 70)

3.3.7 *Factor edificio*

- Delimitar las áreas de productos, procesos, equipos o similares, con paredes y divisiones
- Evitar la sobrecarga de los montacargas o la excesiva espera de los mismos
- Contar con pasillos principales, pasos y calles, rectos y amplios
- Evitar edificios distribuidos sin ningún orden
- Evitar edificios atestados, interferencia de tránsito entre trabajadores, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo sobrecargadas.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 71)

3.3.8 *Factor cambio*

El cambio es un aspecto básico en todo concepto de mejora; su frecuencia y rapidez es cada vez mayor. Los cambios y modificaciones son elementos importantes de la producción, así como los operarios, los materiales y la maquinaria. El reajuste en los procesos y en la distribución son factores que ayudan a mejorar la producción.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 71)

3.4 Principios básicos de la distribución de planta

- Integración de todos los factores que afecten la distribución
- Utilización eficiente de la maquinaria, de la gente y de la planta
- Expansión
- Flexibilidad. Facilidad de reacomodo
- Versatilidad. Facilidad de adaptación a los cambios de producto, de diseño, de requisito de ventas y a las mejoras de los procesos
- Uniformidad. Una división clara y uniforme de las áreas, en especial cuando están separadas por muros, pisos, pasillos principales y similares
- Cercanía. La distancia practica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y la gente
- Orden. La secuencia necesaria para que el flujo de material sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias; que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios.
- Comodidad para todos los empleados, tanto las operaciones diarias como en las periódicas.
- Satisfacción y seguridad para todos los empleados.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 74)

3.4 Requisitos básicos para planificar la distribución de una planta:

- P. Producto (también puede ser material o producción: Es lo que se va a fabricar o producir.
- Q. Cantidad (o volumen): Se refiere a cuánto se debe fabricar de cada artículo.
- R. Ruta (o proceso): Tiene que ver con la manera en cómo se va a fabricar el producto o cómo se va a transformar el material.

- S. Servicios (o apoyos): Es el respaldo que se va a utilizar para transformar el material de un producto.
- T. Tiempo (o sincronización): Es cuándo y durante cuánto tiempo se va a fabricar el producto.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 87)

3.5 Layout

El término layout es una palabra del inglés que puede interpretarse como disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobra, estacionamiento y otros.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 158)

3.6 Principios del layout

3.6.1 Principio de la integración total.

Se refiere a integrar todos los elementos que conforman y ayudan a la funcionalidad del negocio o la planta.

3.6.2 Principio del mínimo recorrido.

Con el fin de reducir los tiempos de operación, el recorrido del proceso o flujo de proceso debe ser la mínima distancia.

3.6.3 Principio del optimo flujo.

El flujo debe ser lógico de acuerdo con el ensamble del producto, a fin de evitar

regresiones.

3.6.4 Principio de la seguridad y satisfacción.

El área de trabajo debe contar con rutas de evacuación, depósitos adecuados para la basura y áreas de trabajo limpias.

3.6.5 Principio de la flexibilidad.

El área debe tener facilidad de reacomodo y flexibilidad para cambios de productos o servicio.

3.6.6 Principio del espacio cubico.

Se refiere al aprovechamiento integral de la planta respecto al piso, paredes, techos y pasillos.

(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, páginas 159 y 160)

Capítulo IV

Marco Metodológico

4.1 Gráfica de relaciones.

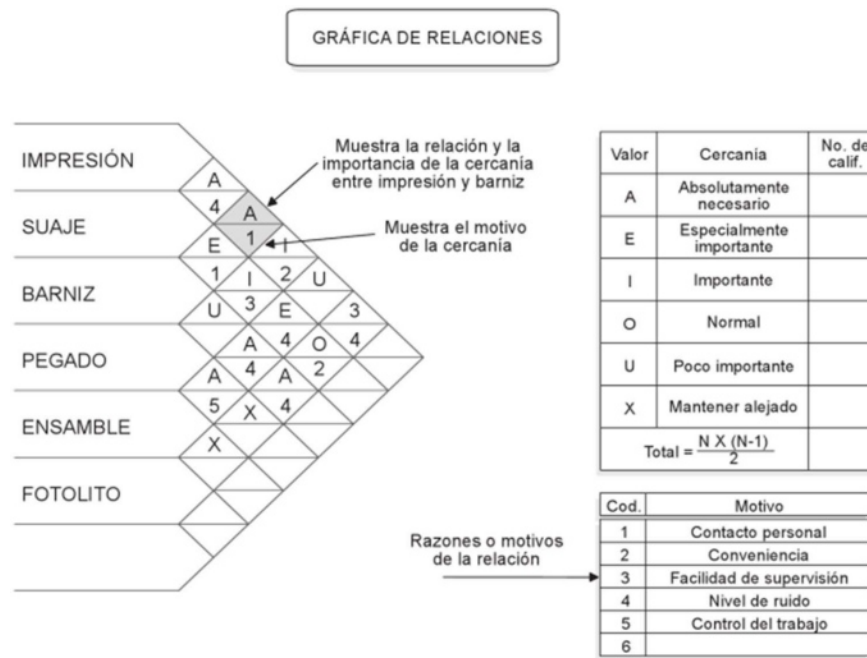
La grafica de relaciones es una forma de semi matriz donde se pueden registrar las relaciones que guarda cada actividad con todas las demás.

La idea básica es mostrar las actividades, tanto las que se deben ubicar unas cerca de otras como las que deben colocarse lejos; al mismo tiempo que se califican y se registran todas las relaciones que existen entre estas.

Esta gráfica de relaciones se ve representada en la figura 4.1.

Figura 4.1

Representación de una gráfica de relaciones



(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 158)

4.2 Diagrama de relaciones

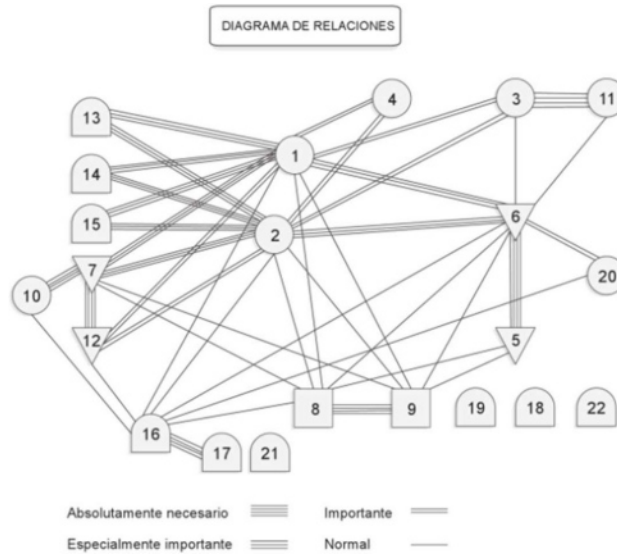
Un diagrama es un dibujo o representación de los datos graficados; se deriva de la gráfica de relaciones. Es una representación de una distribución sin espacio. Puede elaborarse sobre el plano del piso de una distribución existente o en una hoja en blanco. En el primer caso, el flujo se rastrea en un dibujo a escala del área en cuestión. En el segundo, se pueden elaborar y analizar diagramas conceptuales.

El diagrama de relación de actividades se dibuja solo con símbolos, independientemente del espacio. Una vez establecidas las necesidades de espacio, estas se pueden añadir y es factible repetir el diagrama de relación de actividades y el consiguiente diagrama de relación de espacios. Un ejemplo de

esto se puede observar en la figura 4.2.

Figura 4.2

Ejemplo de diagrama de relaciones entre departamentos



(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, página 101)

4.2 Diagrama de relaciones de espacio

Trabajar a partir del diagrama de relación de actividades, cada símbolo se convierte en un área específica. Esto se puede hacer en papel de secciones cruzadas a escala conveniente. Cada actividad se identificará mediante un símbolo, un número y, al mismo tiempo, de un hombre; pero además se graficará a escala y se mostraran los metros cuadrados reales. De esta forma, el espacio se registra tanto en números reales como en tamaño relativo. En las figuras 4.3 y 4.4 se observa dicho ejemplo.

En el diagrama de relación de espacios se pueden efectuar muchas afinaciones que muestran la información específica pertinente para el proyecto en cuestión, afinaciones que se refieren a los edificios existentes contra la nueva

construcción, el número de empleados, la necesidad de una compensación de espacios o el costo de reubicación. Todos estos aspectos se codifican en el diagrama mediante colores, símbolos, letras y otros aspectos similares.

Figura 4.3

Ejemplo de diagrama de relacion de espacio para las áreas de proceso

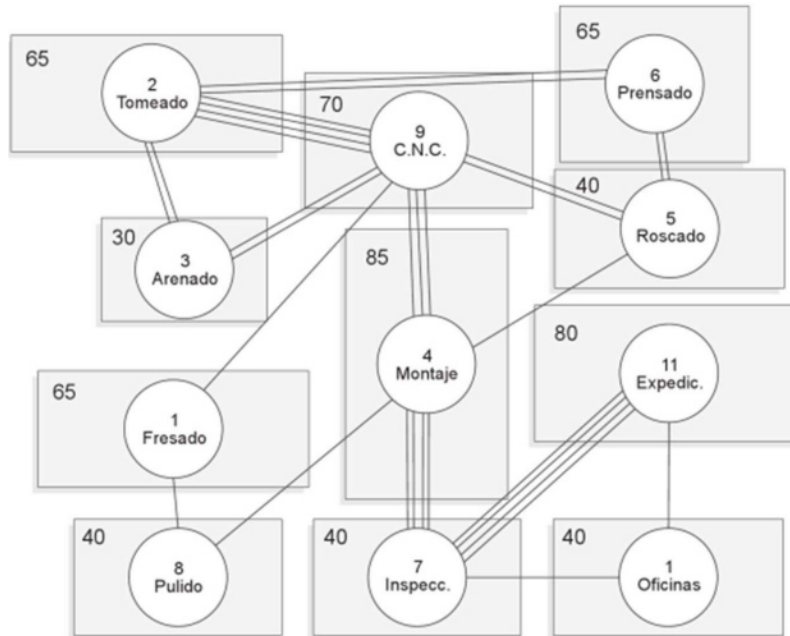
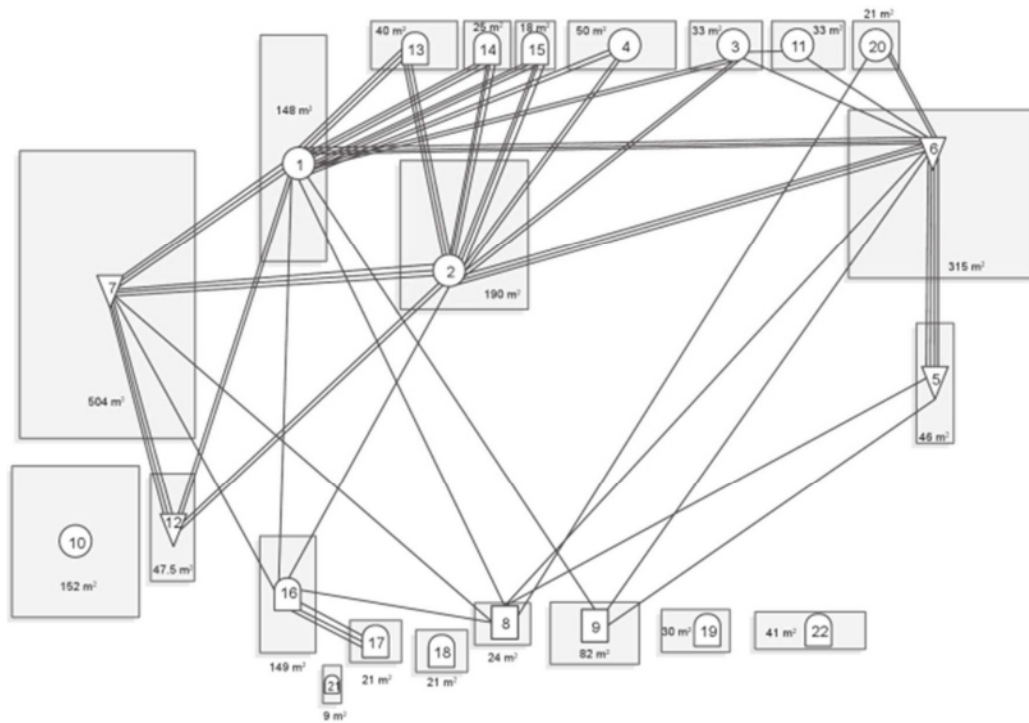


Figura 4.4

Ejenplo de diagrama de relacion de espacio entre departamentos con superficie en metros cuadrados



(Platas, J. & Cervantes, M., 2014, páginas 102 y 103)

Capítulo V

Marco Operativo

Recordando que el objetivo principal de este estudio es poder otorgar una propuesta de rediseño en el área de producción para conseguir eficientizar tiempos, específicamente, en los movimientos que ejercen los operarios en cuestión de los espacios. Dicho esto, también se busca que las distancias entre áreas y actividades sean las adecuadas, es decir, que este espacio beneficie a la continuidad de las operaciones sin demoras por temas de traslado o desorganización (interferencia de un área con otras).

Para comprender la organización que maneja actualmente la empresa, se establece el siguiente listado de actividades describiendo de manera breve la ejecución de estas:

- **Área de máquinas inyectoras:** la empresa trabaja con máquinas de moldeo por inyección. El proceso se basa en que por medio de la inyección de plástico en los moldes se generan las piezas, sin embargo, los componentes que pudieran estar presentes en el producto final se consideran en otra área de trabajo.
- **Moldes de inyección:** se dividen por el tipo de modelo que corresponde a cada uno de los clientes, dependiendo la forma que tengan será la pieza que se libera. Esta va dentro de la maquina inyectora, son intercambiables de acuerdo con lo que se desea producir.
- **Ensambladoras/Área de ensamblado:** en esta área se encuentran las estaciones de trabajo manual y semiautomático, con ayuda del operario las piezas liberadas de las inyectoras se unen en conjunto con una serie de componentes (material de apoyo), para formar la pieza final. En esta misma área se encargan de inspeccionar la calidad de las piezas de acuerdo con las especificaciones de cliente con ayuda de máquinas semiautomáticas.
- **Soldadora:** las piezas se someten a esta máquina para el ensamble de algunos componentes. Esta actividad es automática, el operario solo se encarga de la carga y descarga de la misma.

- **Probadora de Fuga:** se encarga de medir y detectar las fugas que pudieran existir en la pieza final, es decir, inspecciona la pieza final para descartar la fuga de algún líquido por la deficiencia en el ensamblado de sus partes.
- **WIP:** por sus siglas en inglés “Work In Progress”, hace referencia a las piezas que están en proceso de ser terminados. Aquí se habla del concepto de producto semiterminado, donde se trata simplemente de la pieza que se liberan de las inyectoras, faltando el ensamble de sus componentes para catalogarla como producto terminado.
- **Almacén de Materia Prima:** área que resguarda la materia prima que va dirigida principalmente a las máquinas inyectoras, en conjunto con el material de apoyo (los componentes que van ensamblados/insertados en la pieza final).
- **Almacén de Producto Terminado:** una vez que el producto está terminado y cumple con los estándares de calidad se lleva a esta área, donde el objetivo principal es almacenar todas las piezas de los distintos modelos que maneja cada cliente.
- **Almacén de refacciones:** en esta área se encuentran todas las refacciones de repuesto para toda la maquinaria de la planta.
- **Taller de mantenimiento:** área designada para el mantenimiento y arreglo de la maquinaria y herramienta de toda la planta.
- **Embarque de unidades:** en esta por lo general, se trata de un área designada con rampas para la carga de las unidades transportistas por cliente, una vez que la orden haya podido ser realizada.
- **Desembarque de unidades:** es lo opuesto a los embarques, en esta la acción principal es descargar las unidades, por lo general se trata de proveedores con materia prima, materiales y herramienta.

Una vez que se conocen las áreas es indispensable describir de manera general el desarrollo de las actividades y establecer la relación existente entre cada una de ellas.

El proceso inicia cuando el departamento de compras y logística solicitan la materia prima (se hace referencia al material que alimenta a las máquinas de inyección) a proveedor, cuando este recibe la orden de compra se encarga de gestionar el envío del pedido. Llegada la fecha de recepción, el responsable de la compra se encarga de recibir e inspeccionar el material, si este no cumple con los estándares de calidad (previamente determinados por el departamento de calidad) se realiza la devolución de la mercancía a proveedor señalando el motivo y se reagenda la fecha de entrega del producto en buenas condiciones; si este cumple con los estándares se firma la factura (se relaciona con la orden de compra y tiene como finalidad que proveedor pueda hacer valido que brindo un servicio o material a la empresa para su pronto pago) para posteriormente enviarla al almacén de materia prima.

Dentro del almacén de materia prima se realiza la entrada de dicho material en el sistema interno y se le otorga un espacio.

Cuando el cliente realiza una solicitud de pedido este se valida en primera instancia con el departamento de producción, ya que ellos llevan la bitácora de las piezas terminadas por modelo y por cliente. La verificación consiste en determinar el numero de piezas terminadas existentes en almacén, donde la diferencia de piezas faltantes/restantes se realiza el cálculo para la solicitud de materia prima y material.

En almacén se realiza la salida del materia prima y material (componentes que van incluidos en la pieza final, por lo general se trata de material como gasket, heat shield, tornillos, etcétera). La materia prima se traslada junto a la maquina inyectora y el material en la estación de trabajo.

La maquina inyectora se encarga de fabricar las piezas de plástico con ayuda de los moldes de inyección, estos moldes suelen tener una forma en específico y va de acuerdo a las características que establece el cliente. El operario programa el modelo a elaborar en la máquina, ya que una maquina puede manejar diferentes tipos de modelo;

y espera a que salgan las piezas de plástico para su validación. Si las piezas no cumplen con los estándares de calidad se desecha (se convierte en SCRAP), sino se coloca en carritos denominados WIP. Estos carritos se trasladan al área de ensamble, donde por medio de las estaciones de trabajo se ensamblan los materiales “de apoyo” descritos anteriormente con ayuda de las soldadoras, y se realiza la inspección final con ayuda de la probadora de fuga.

Si no cumple con los requisitos de calidad en la inspección final se evalúa para poder rescatar los componentes ensamblados e insertados y todo lo demás se envía a SCRAP. Si pasa la prueba se empaqueta en gailor para su traslado a almacén de producto terminado. Aquí se divide por modelos, el encargado de esta área da de alta en el sistema el número de piezas fabricadas y completar la solicitud de cliente.

Se agenda la fecha y hora para el embarque de la unidad transportista de cliente, donde se verifica que la papelería este correcta para proceder al llenado del mismo y dar de baja en el sistema las piezas y eliminar el pedido una vez que el camión se retire de la planta.

Las operaciones que también intervienen pero que no contemplan para este estudio son las financieras, ya que la parte administrativa juega un papel importante para el desarrollo de actividades de la empresa, sin embargo, para efectos de disminución de distancias entre los departamento del área de producción no serán consideradas, así como los temas de seguridad e higiene, ya que el objetivo principal es poder dar un enfoque diferente dentro de la organización para disminuir tiempos o distancias entre operaciones y evitar conflictos de comunicación entre estas.

La descripción anterior se puede observar en la figura 5.2 donde se presenta un diagrama de flujo de procesos, por medio de la simbología representada en la figura 5.1.

El diagrama de flujo de proceso será empleado para describir la secuencia de actividades esenciales que deben seguirse para lograr el objetivo común final, que en este caso será cumplir con los pedidos de los clientes.

Figura 5.1

Tabla con la simbología a utilizar en el diagrama de flujo de procesos

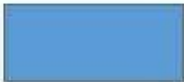
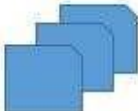
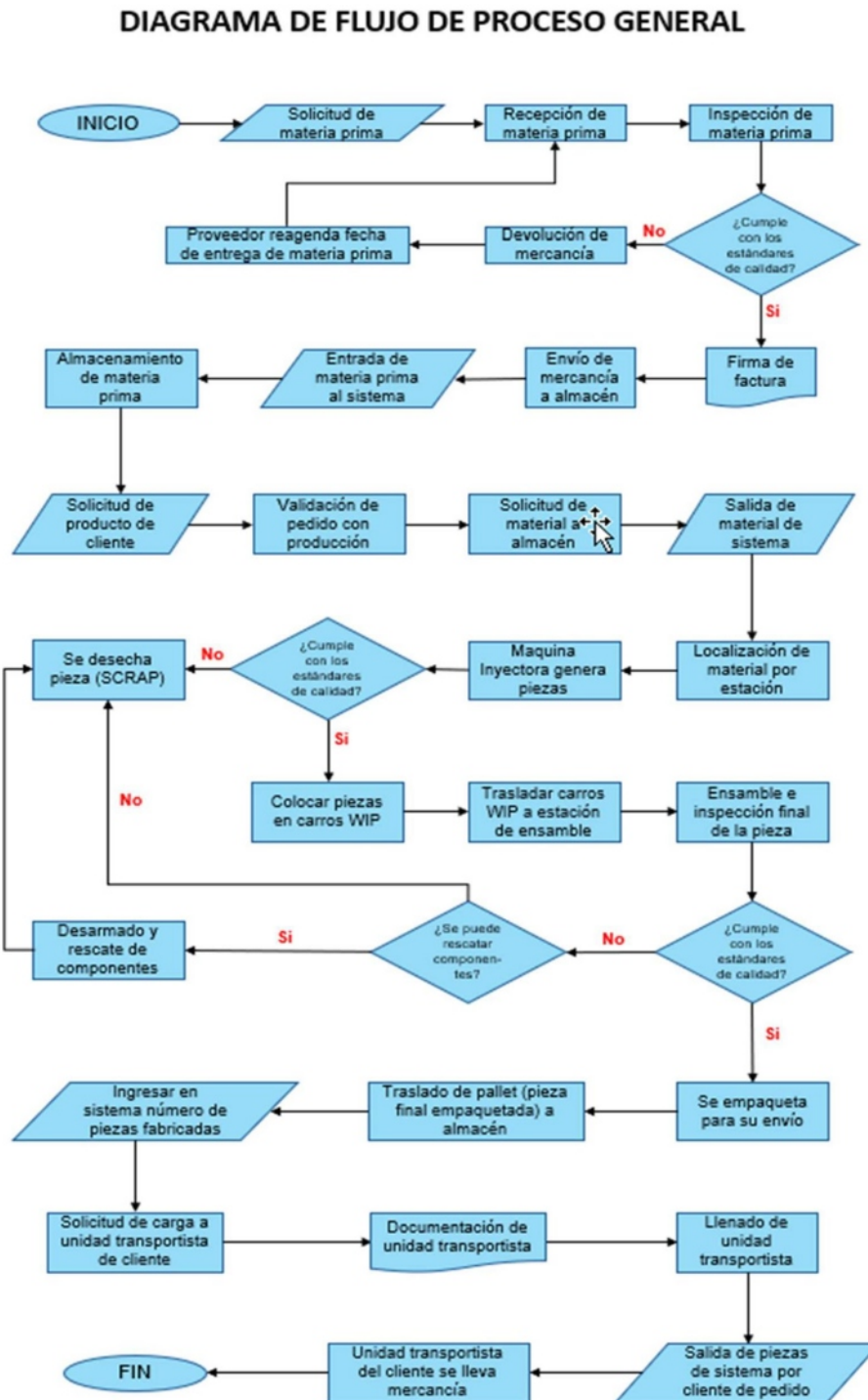
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación: Se usa para describir cualquier actividad. En el interior del rectángulo se escribe una breve descripción de la actividad.
	Límites del Proceso: Indica el inicio y el final de un proceso. En el interior del eclipse aparece la palabra inicio o fin.
	Punto de Decisión: Denota que en ese punto se toma una decisión. Los outputs salidas del diamante, son siempre dos y del tipo SI / No.
	Movimiento: Muestra el movimiento de un output entre distintos puntos de la organización.
	Conector: Señala que el output de ese proceso puede ser el input de otro (la letra indica el proceso de entrada)
	Dirección del flujo: Denota la dirección y el orden de los pasos del proceso
	Documento: Documento/registro.
	Listados: Listados / notas de trabajo acumulado, información referente a la actividad.
	Base de datos: Punto de archivo donde se retiene temporalmente la información, en espera que se cumplan otras condiciones para continuar el proceso. Puede llevar asociada una tarea de administración de almacenamiento.

Figura 5.2

Diagrama de Flujo de Proceso del área de producción (general)



En los objetivos específicos se menciona que se desea disminuir el tiempo empleado por los operarios en al menos dos estaciones de trabajo, por tanto se muestra el cursograma analítico del proceso para dos modelos distintos de piezas.

En este diagrama se muestra la secuencia de actividades que se deben seguir para la elaboración de una pieza de un modelo en específico, en la figura 5.3 se muestra una tabla con la simbología que es usualmente utilizada y el significado de cada una de estas.

Figura 5.3

Tabla de simbología del cursograma analítico del proceso

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

Por temas de confidencialidad de la empresa se muestran estos cursogramas descritos de manera “general” para entender la cronología de los movimientos o acciones a seguir para conseguir la pieza final. Asimismo, se diferencian uno de otro por el nombre de “Modelo 1”, véase la figura 5.4 y “Modelo 2”, véase figura 5.5, para no exponer el cliente y modelo que maneja la empresa. Cabe aclarar que los siguientes cursogramas no son los que manejan oficialmente la empresa y se trata de creación propia.

Figura 5.4

Cursograma Analítico del Proceso para el Modelo 1 (Actual)

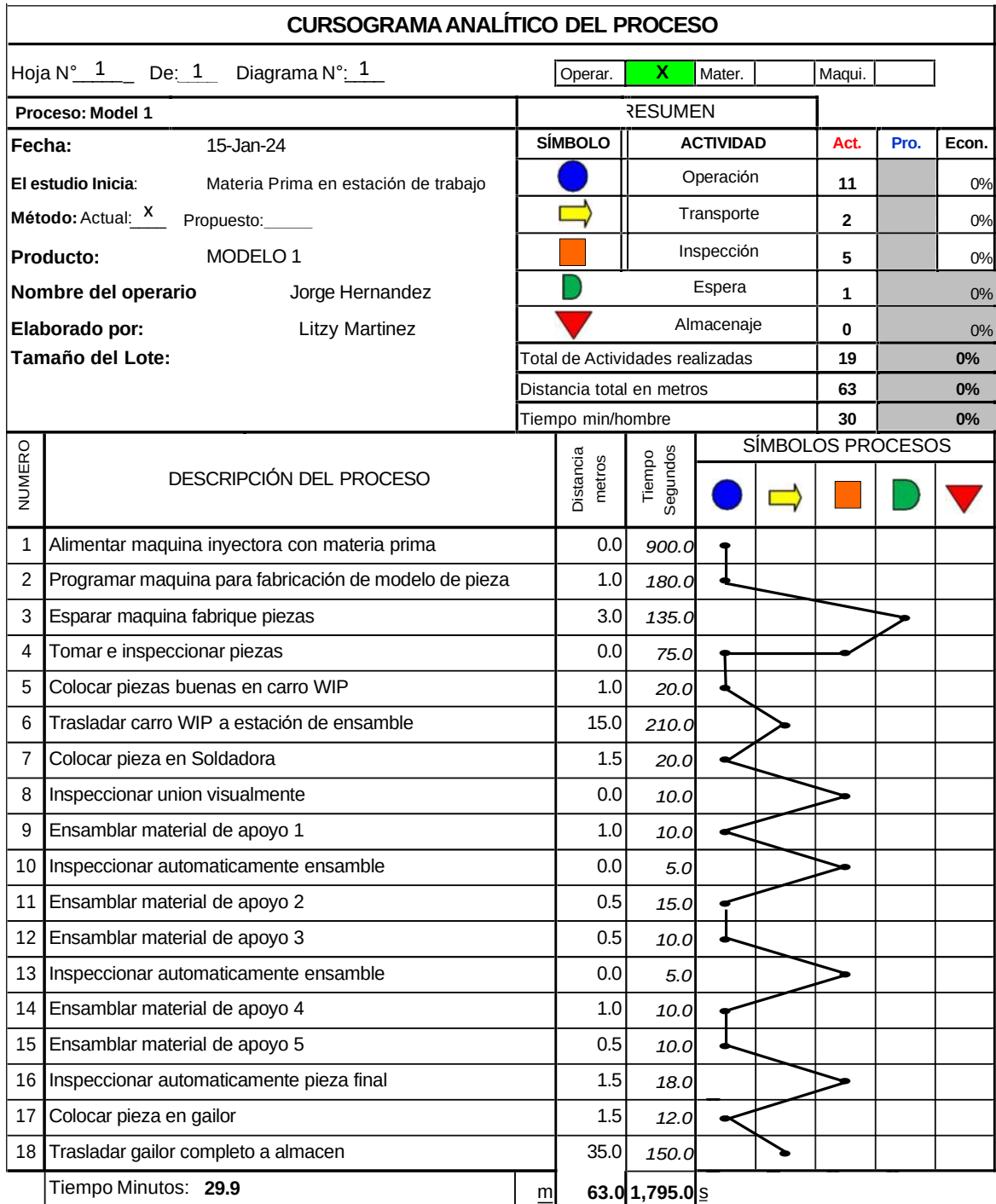
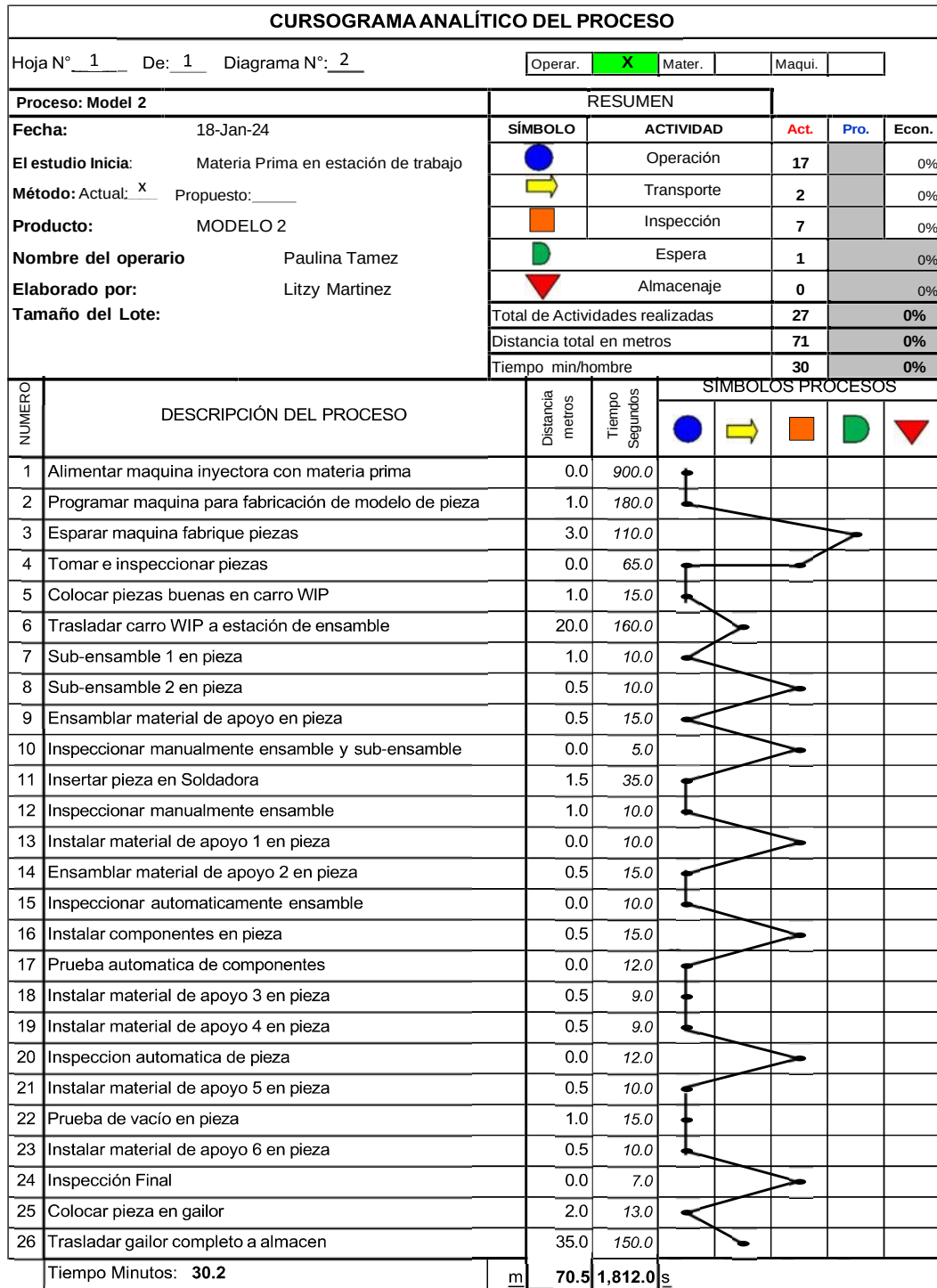


Figura 5.5

Cursograma Analítico del Proceso para el Modelo 2 (Actual)



La importancia de representar la secuencia de actividades es poder realizar una comparativa con la propuesta de la restructura de las áreas anteriormente descritas.

Para poder llegar a este punto, se requiere estudiar la relación que debe existir entre cada área, es decir la importancia de la cercanía o lejanía entre sí.

Con ayuda de la gráfica de relaciones entre actividades se pueden crear las conexiones entre las actividades primordiales, en las tablas 5.1 y 5.2 se muestra la simbología a utilizar, para la primera se utiliza como valor una letra que define la cercanía que se desea entre un área y otra donde va desde: absolutamente necesario (que estén cercanos) a No deseable; esto va a depender de diferentes factores como: el uso de maquinaria o equipo pesado, uso de químicos, flujo de materiales o personas, comunicación entre áreas, etc. Y la segunda tabla con código numérico establece el motivo de dicha cercanía. En la figura 5.6 se muestra la gráfica de relaciones entre actividades.

Tabla 5.1

Simbología de la cercanía en la gráfica de relaciones entre actividades

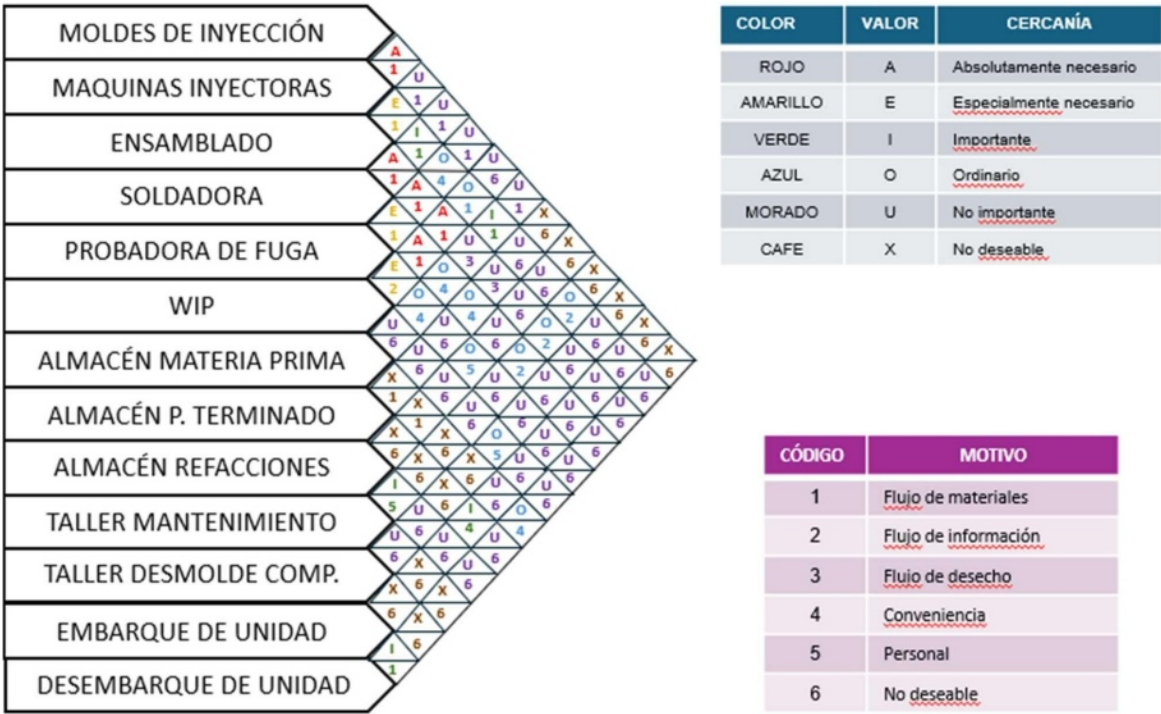
COLOR	VALOR	CERCANÍA
ROJO	A	Absolutamente necesario
AMARILLO	E	Especialmente necesario
VERDE	I	Importante
AZUL	O	Ordinario
MORADO	U	No importante
CAFE	X	No deseable

Tabla 5.2

Simbología del motivo de la cercanía en la gráfica de relaciones entre actividades

CÓDIGO	MOTIVO
1	Flujo de materiales
2	Flujo de información
3	Flujo de desecho
4	Conveniencia
5	Personal
6	No deseable

Figura 5.6
Gráfica de relaciones entre actividades



Para entender de mejor manera esta relación se hace uso del diagrama de relaciones entre actividades, donde de manera visual se observa por medio de diferentes estilos de líneas las conexiones que se desean tener.

En la figura 5.7 se observa la simbología utilizar dentro de este diagrama, y en la figura 5.8 se ve representado este diagrama con base a la gráfica anterior.

Figura 5.7

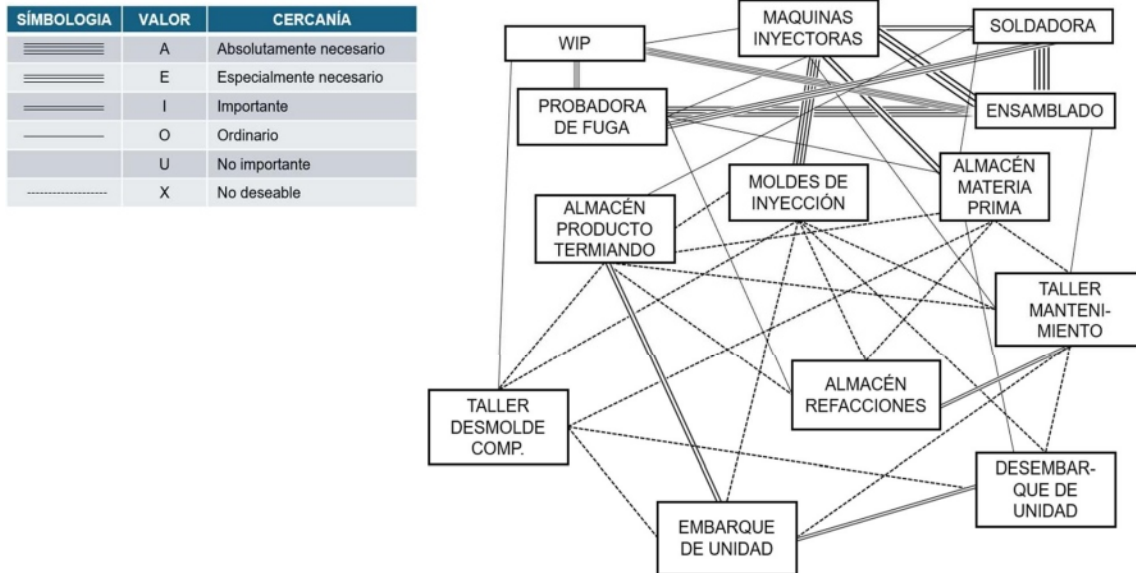
Simbología de la cercanía en el diagrama de relaciones de actividades

SÍMBOLOGIA	VALOR	CERCANÍA
=====	A	Absolutamente necesario
===== =====	E	Especialmente necesario
===== =====	I	Importante
—————	O	Ordinario
	U	No importante
-----	X	No deseable

Figura 5.8

Diagrama de relaciones entre actividades

DIAGRAMA DE RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES



Una vez que se tiene el diagrama de relaciones entre actividades se puede emplear el diagrama de relaciones de espacio, donde se identifique el espacio que se requiere para cada una de las actividades o áreas ya declaradas. Para ello, se debe realizar una evaluación del requerimiento de espacios.

Cuando se hace el estudio para el diseño e instalación de una planta pro primera vez se realiza el calculo de requerimientos de espacio, el método más común utilizado es el método de Guerchet, sin embargo, como se trata de una restructura de planta ya se tiene este calculo el cual se puede observar en la figura 5.9 y en la figura 5.10 se ve representado el diagrama de relaciones de espacio.

Figura 5.9

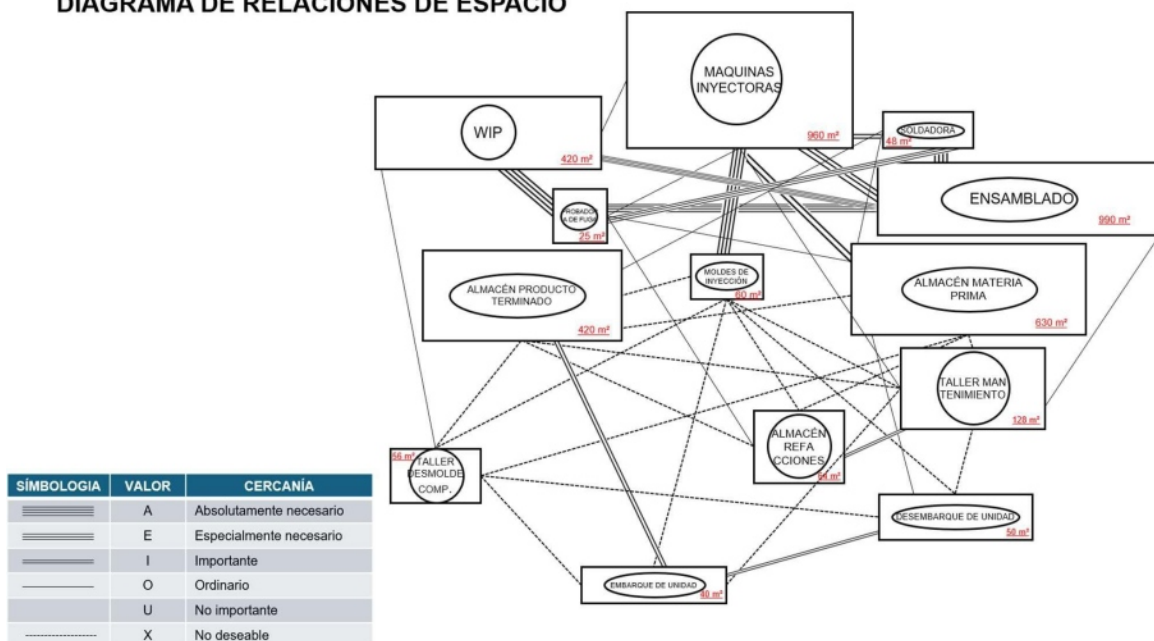
Requerimientos de espacio para cada área

Concepto	m ²
Máquinas inyectoras	960 m ²
Moldes de inyección	60 m ²
Ensambladoras/Área de ensamblado	990 m ²
Soldadora	48 m ²
Probadora de Fuga	25 m ²
WIP	420 m ²
Almacén de Materia Prima	630 m ²
Almacén de Producto Terminado	420 m ²
Almacén de refacciones	64 m ²
Taller de mantenimiento	128 m ²
Embarque de unidades	40 m ²
Desembarque de unidades	50 m ²

Figura 5.10

Diagrama de relación de espacios

DIAGRAMA DE RELACIONES DE ESPACIO



Considerando los diagramas anteriores se realiza dos propuestas para posteriormente realizar el layout, esto se observa en las figuras 5.11 y 5.12.

Figura 5.11

Propuesta 1 de restructura de planta

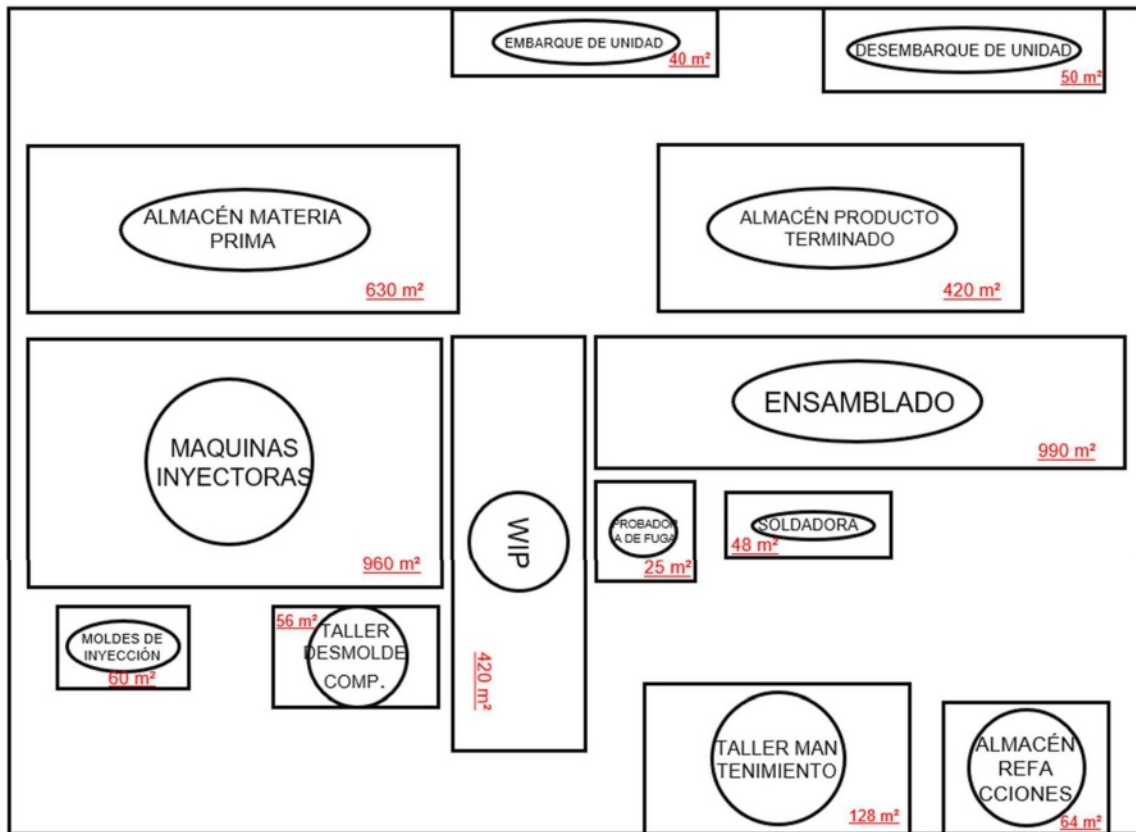
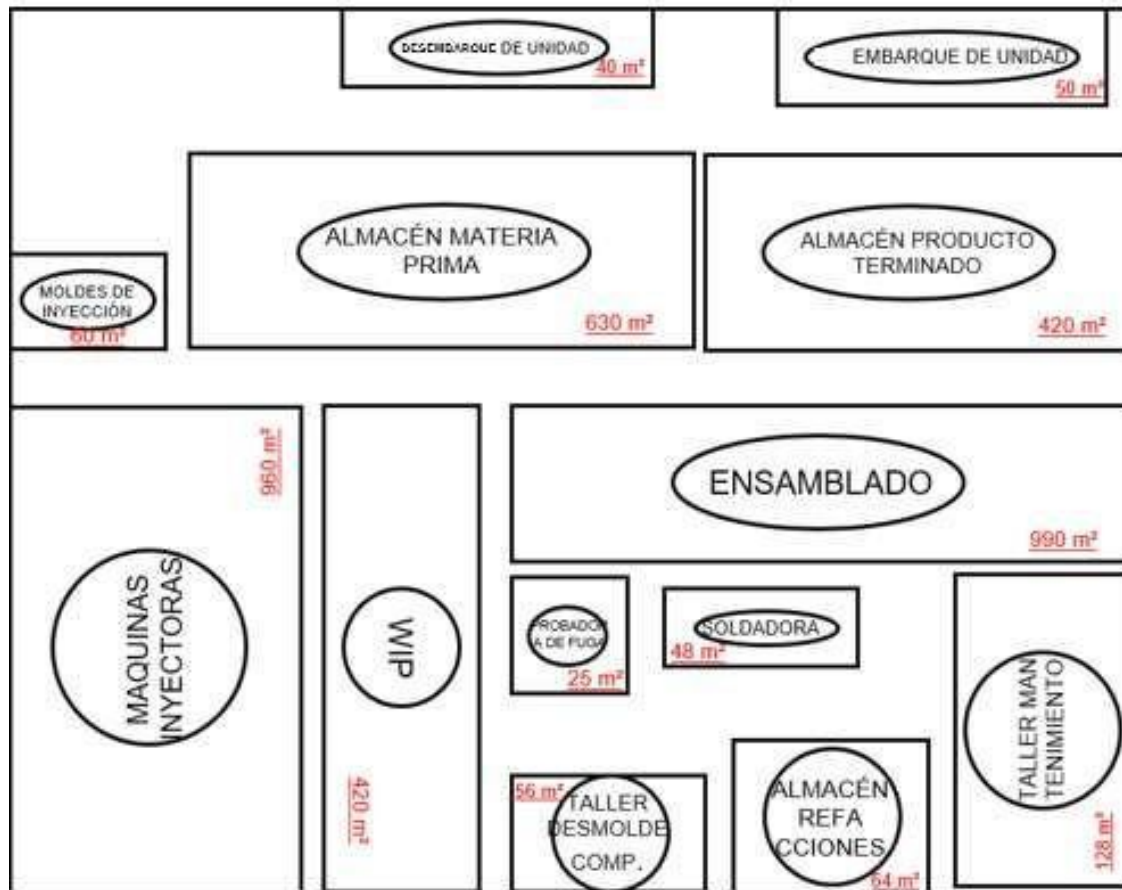


Figura 5.12

Propuesta 2 de restructura de planta



Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

El capítulo anterior finalizó con la propuesta de 2 layout, donde se pretende que al menos uno de ellos ayude a lograr los objetivos establecidos.

Para poder comprobar los supuestos establecidos con base a los objetivos descritos, se decide seleccionar la segunda propuesta de layout, debido a la reducción de distancias es menor en comparación a la primera propuesta, y siguiendo esta lógica los tiempos también pueden verse afectados.

Antes de diseñar y dibujar el layout final, se decide simular la secuencia de las actividades y medir tiempos y distancias. Con ayuda del cursograma analítico del proceso se hace la comparativa con el obtenido con el layout actual, obsérvese que en la figura 6.1 se muestra para el modelo 1 y en la figura 6.2 se muestra para el modelo 2.

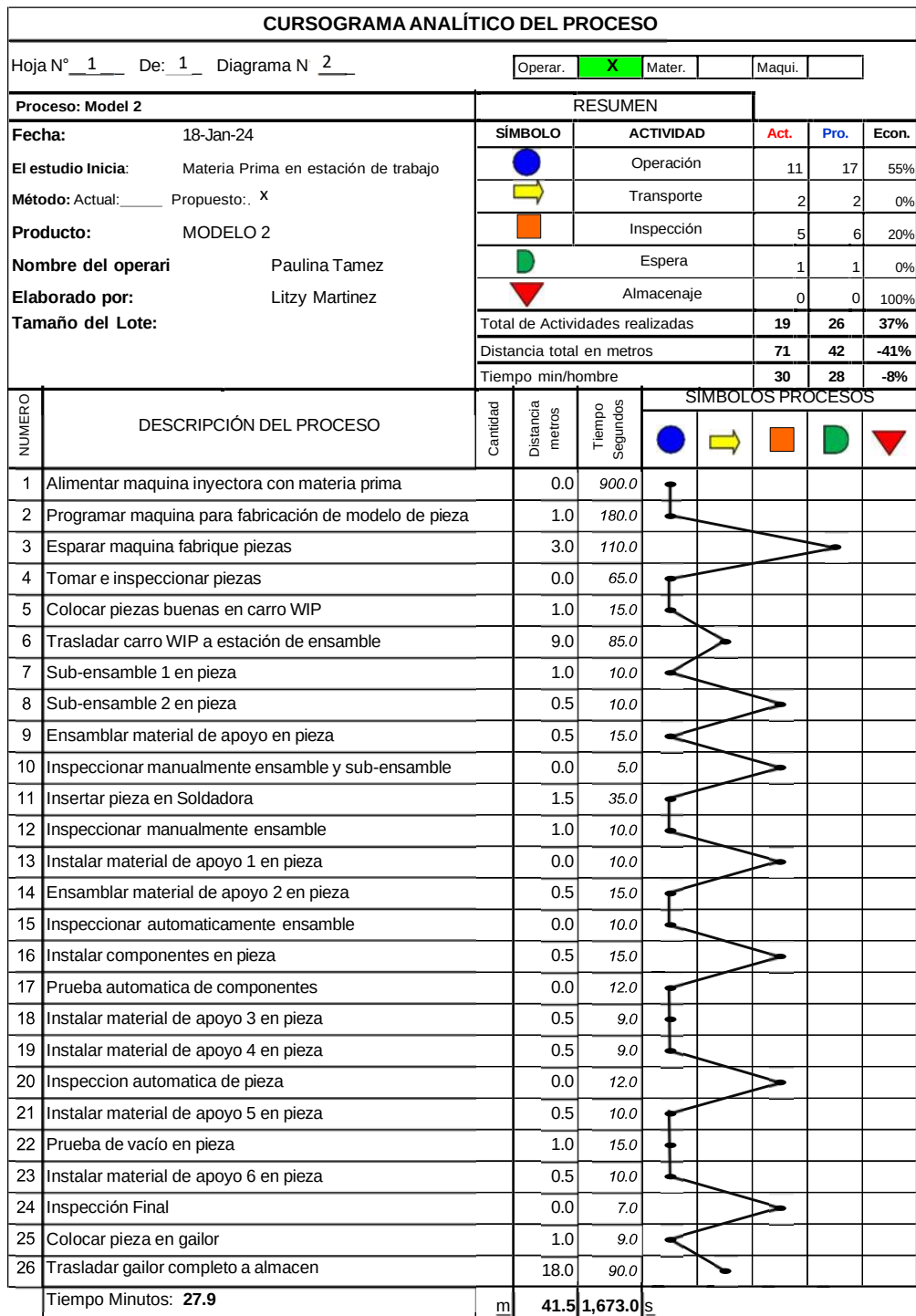
Figura 6.1

Cursograma analítico del procesos para el Modelo 1 Propuesta

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N° <u>1</u> De: <u>1</u> Diagrama N° <u>1</u>				Operar. X		Mater.		Maqui.			
Proceso: Model 1				RESUMEN							
Fecha: 15-Jan-24 El estudio Inicia: Materia Prima en estación de trabajo Método: Actual: ☐ Propuesto: ☒ Producto: MODELO 1 Nombre del operari Jorge Hernandez Elaborado por: Litzy Martinez Tamaño del Lote:				SÍMBOLO		ACTIVIDAD		Act.	Pro.	Econ.	
						Operación		11	11	0%	
						Transporte		2	2	0%	
						Inspección		5	5	0%	
						Espera		1	1	0%	
						Almacenaje		0	0	100%	
						Total de Actividades realizadas		19	19	0%	
		Distancia total en metros		63	41	-35%					
		Tiempo min/hombre		30	28	-8%					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO			Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
											
1	Alimentar maquina inyectora con materia prima				0.0	900.0					
2	Programar maquina para fabricación de modelo de pieza				1.0	180.0					
3	Esperar maquina fabrique piezas				3.0	135.0					
4	Tomar e inspeccionar piezas				0.0	50.0					
5	Colocar piezas buenas en carro WIP				1.0	20.0					
6	Trasladar carro WIP a estación de ensamble				10.0	150.0					
7	Colocar pieza en Soldadora				1.5	20.0					
8	Inspeccionar union visualmente				0.0	10.0					
9	Ensamblar material de apoyo 1				1.0	10.0					
10	Inspeccionar automaticamente ensamble				0.0	5.0					
11	Ensamblar material de apoyo 2				0.5	15.0					
12	Ensamblar material de apoyo 3				0.5	10.0					
13	Inspeccionar automaticamente ensamble				0.0	5.0					
14	Ensamblar material de apoyo 4				1.0	10.0					
15	Ensamblar material de apoyo 5				0.5	10.0					
16	Inspeccionar automaticamente pieza final				1.5	18.0					
17	Colocar pieza en gailor				1.5	12.0					
18	Trasladar gailor completo a almacen				18.0	95.0					
Tiempo Minutos: 27.6				m	41.0	1,655.0	s				

Figura 6.2

Cursograma analítico del procesos para el Modelo 2 Propuesta

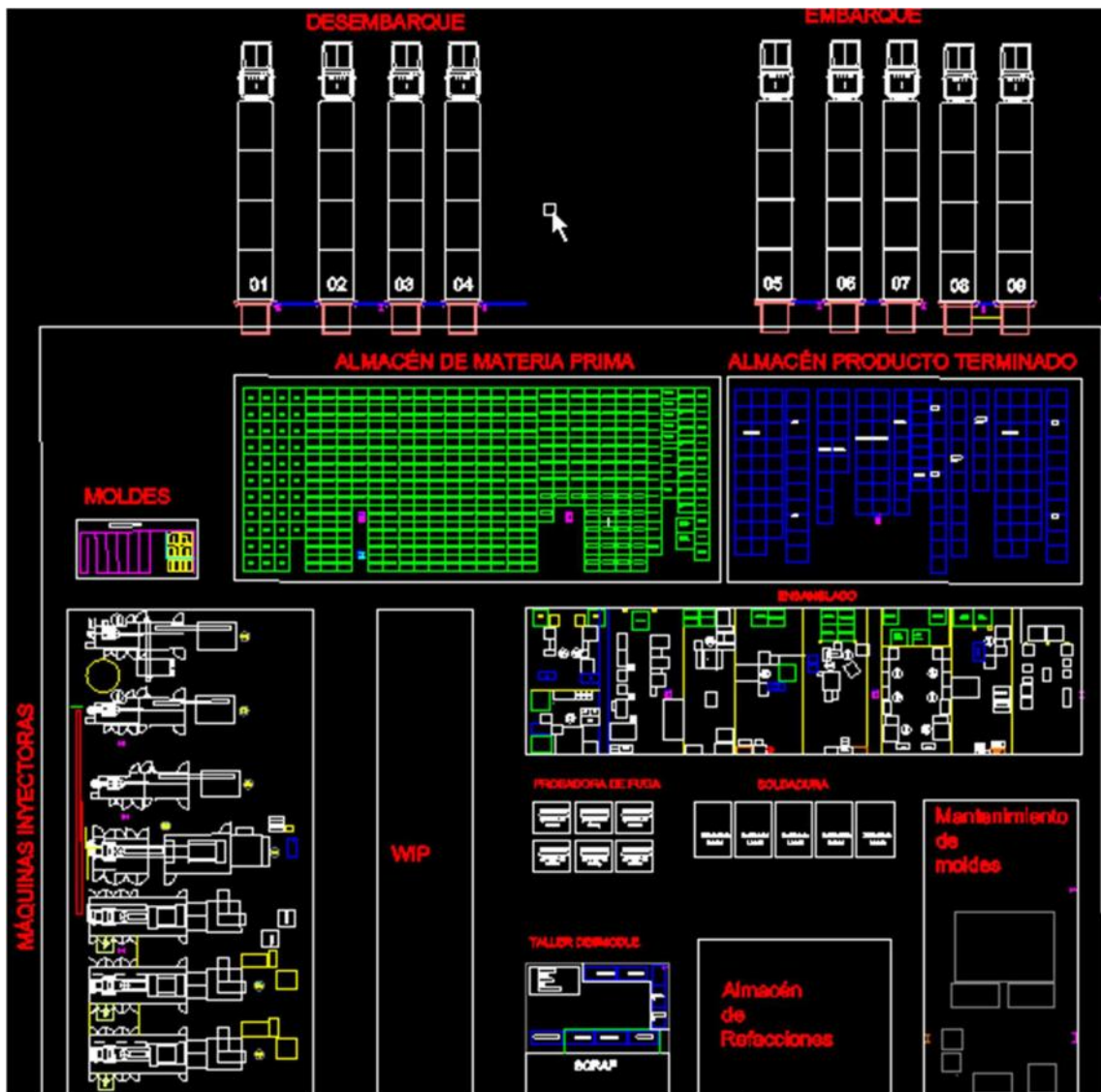


De acuerdo a los cursogramas anteriores, se puede observar que las distancias entre las actividades ayuda a optimizar los tiempos de los operadores.

Por lo que en la figura 6.3 se puede ver representado el layout final con la propuesta 2, anteriormente observada en el capítulo anterior.

Figura 6.3

Propuesta de layout para el rediseño del área de producción



Como conclusión podemos deducir que el supuesto de otorgar un layout que ayude a optimizar los tiempos de los operadores se cumple, sin embargo, se observa que la diferencia de tiempos, al menos para la fabricación de las piezas, no es significativa.

Al realizar la toma de tiempos se analiza que en las estaciones de trabajo la distancia era un factor significativo que afecta a las operaciones de la planta, ya que al encontrarse las áreas con mayor relación entre si lejanas, la comunicación entre estas se perdía provocando esperas innecesarias. Por ejemplo, la lejanía del taller de mantenimiento con las estaciones de trabajo, el almacén de producto terminado con la última estación de inspeccionado de la pieza final y principalmente la materia prima con la inyectoras; tiempos que no son considerados dentro del cursograma ya que no se veían involucrados en las actividades principales para el desarrollo de las piezas pero que son necesarias para llevarlas a cabo.

La problemática inicial, que se pensaba eran los movimientos innecesarios de los operadores resulto no afectar a la operación, siendo que en su defecto, se trataba de la falta de comunicación entre los departamentos por la distancia y provocando retrasos en las entregas de los embarques de los clientes.

Una vez que se aplicó la toma de tiempos con la propuesta de rediseño, se observa que la distancia entre las áreas disminuye y crea una mejor relación de acuerdo a la relevancia de cercanía, deduciendo que los tiempos a final de la jornada se optimizaron.

Si bien es cierto, una de las limitantes principales durante el enfoque de este estudio es el tema de confidencialidad, por tanto se propone que la empresa comience a medir los tiempos que se tienen entre las actividades principales para la elaboración de las piezas (inyectoras y estaciones de trabajo) y compararlo contra las actividades secundarias que dan soporte a estas y observar cual es la afectación en la entrega final del producto (que actividades afectan más que otras).

Además, las operaciones de la empresa se ven afectadas por las siguientes causas:

- El material cuenta con tiempo excesivo de permanencia en un proceso, ya sea por fallas en otra maquina o falta de material para su traslado a la siguiente estación.
- Algunas maquinas se encuentran averiadas provocando demoras en el siguiente proceso y retrasando los tiempos de entrega.
- Se requiere de mantenimientos con tiempos mayores para maximizar el tiempo y calidad de vida de la maquinaria.
- Se trabaja con equipo que causa exceso de vibración (atornilladores), provocando fatiga en los operadores en jornadas largas.
- Existe un tiempo de espera mayor en la recepción de material, así como la carga de las unidades transportistas de los clientes.

Se hace la recomendación a la empresa, dar un enfoque a estas problemáticas que afectan de manera significativa a las operaciones, ya que se llegó a presenciar la espera de línea hasta por más de 20 horas, creando pérdidas a la empresa por contar con una organización poco eficiente.

Para los siguientes estudios se recomienda:

- Establecer un enfoque principal con base a la problemática inicial, es decir, la que a simple vista se cree que afecte a las operaciones
- Identificar el tipo de distribución y los factores que afectan a la planta
- Comparar la problemática inicial versus los problemas encontrados y determinar cuál es de estas se desea darle el enfoque al estudio
- Apoyarse con los departamentos de producción, procesos, logística, mantenimiento y calidad; ya que estos son los involucrados directamente en piso (área de producción)
- Utilizar alguna metodología de diseño de planta
- Utilizar diagramas que den soporte visual de las actividades
- Utilizar algún simulador para estimar los nuevos tiempos, en caso de no poder emplear la propuesta de rediseño en planta

Referencias Bibliográficas

- Asociación Mexicana de Parques Industriales. (2023). *Parques Industriales*. Recuperado el 08 de diciembre de 2023 de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico?fdiTimeSelector=Year&totalGenderSelector=totalOption#economy>
- Censo Económico. (2019). *Indicadores económicos*. Recuperado el 08 de diciembre de 2023 de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico?fdiTimeSelector=Year&totalGenderSelector=totalOption#economy>
- De la Fuente, D. & Fernández, I. (2005). *Distribución en planta*. Recuperado el 29 de enero 2024 de https://www.google.com.mx/books/edition/Distribuci%C3%B3n_en_planta/7aRzy0JjgTMC?hl=es&gbpv=1&dq=DISTRIBUCION+DE+PLANTA&printsec=frontcover
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Exportaciones e importaciones según país (Banxico e INEGI)*. Recuperado el 08 de diciembre de 2023 de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico?fdiTimeSelector=Year&totalGenderSelector=totalOption#economy>
- Platas, J. & Cervantes, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. Grupo Editorial Patria.
- Real Academia Española. (2001). *Contexto*. Recuperado el 08 de diciembre de <https://www.rae.es/drae2001/contexto>
- Rivero, M. (2020). *Marco Contextual*. Recuperado el 10 de diciembre de 2023, de https://www.academia.edu/42265371/Marco_contextual_Dra_Magda_Rivero_Hern%C3%A1ndez_Marzo_de_2020
- Sautu, R. (2003) *Todo es Teoría*. Buenos Aires: Lumiere
- Sogefi. (2023). *SOGEFI GROUP*. Recuperado el 08 de diciembre de 2023 de <https://www.sogefigroup.com/es/index.html>

Secretaría de Economía. (2023). *Inversión Extranjera Directa*. Recuperado el 08 de diciembre de 2023 de

<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico?fdiTimeSelector=Year&totalGenderSelector=totalOption#economia-inversion-extranjera>