



**Evaluación técnico-económica para la redistribución de la planta de producción
metalmecánica en la empresa General Mecanica Tecnica SAS.**

Autor:

Leivin Alejandro Medina Vásquez

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de profesional en
ingeniería industrial**

Director(a):

Juan Pablo Acevedo

Codirector(a):

Pedro Pacheco

Facultad de ingeniería industrial

Programa de ingeniería industrial

Barranquilla

2024

**Evaluación técnico-económica para la redistribución de la planta de producción
metalmecánica en la empresa General Mecanica Tecnica SAS.**

Autor:

Leivin Alejandro Medina Vasquez

Director(a):

Juan Pablo Acevedo

Codirector(a):

Pedro Pacheco

Facultad de ingeniería industrial

Programa de ingeniería industrial

Barranquilla

Índice

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVO ESPECÍFICO

MARCO REFERENCIAL

-ÁMBITO LOCAL.

MARCO TEÓRICO

Distribución de planta

MARCO CONCEPTUAL

¿QUÉ ES LA EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA?

MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

METODOLOGÍA

-RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA Y SU LOCALIZACIÓN.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DISPONIBLES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS
PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA NUEVA PLANTA.

MÁQUINA-HERRAMIENTA FRESADORA

MÁQUINA-HERRAMIENTA FRESADORA UNIVERSAL IMO mill 1500

MÁQUINA-HERRAMIENTA RECTIFICADORA SUPERFICIE

RECTIFICADORA DE SUPERFICIE CHEVALIER FSG-1224\16 ADIV

RECTIFICADORA UNIVERSAL

RECTIFICADORA UNIVERSAL BERNARDO USM 500

NECESIDADES OPERATIVAS Y DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PARA DEFINIR
LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA NUEVA PLANTA.

Necesidades operativas y de producción.

2. ESPACIO Y DISEÑO DE LAYOUT

3. alternativas tecnológicas

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA NUEVA PLANTA.

2.SOLUCIÓN TÉCNICA, AL ESPACIO Y DISEÑO LAYOUT.

3) Soluciones Técnicas a Las Alternativas Tecnológicas.

Optimización de Procesos de producción

4) SOLUCIONES TÉCNICAS, FALTA DE CAPACITACIÓN DE LOS COLABORADORES
DE LA EMPRESA GEMET SAS.

Evaluación de los costos asociados al montajes de la planta, incluyendo inversión inicial costo de
construcción, equipamiento y otros gastos operativos.

EVALUACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL MONTAJE DE LA PLANTA, DE LA
EMPRESA GENERAL MECÁNICA TÉCNICA GEMET SAS.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLA

FIGURA 1: Torno horizonte de la GEMET SAS.

FIGURA 2: Torno horizontal alternativa tecnológica.

FIGURA 3: Fresadora universal de la empresa GEMET SAS.

FIGURA 4: Fresadora universal alternativa tecnológica.

FIGURA 5: Rectificado superficial de la empresa GEMET SAS

FIGURA 6: Rectificadora superficial alternativa tecnológica.

FIGURA 7: Rectificadora universal de la empresa GEMET SAS.

FIGURA 8: Rectificadora universal alternativa tecnológica.

Resumen

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS; Objeto de estudio de esta investigación, no cuenta con una distribución de planta idónea en su área de trabajo y elementos que intervienen en su sistema de producción. En este orden de ideas, este proyecto tiene el objetivo de analizar y evaluar técnicas económicas para la redistribución de la planta, a partir de una investigación de campo, indicando las tecnologías posibles para optimizar los procesos en la planta, se buscan analizar las necesidades operativas y producción para definir los requerimiento técnico de la nueva planta: como los problemas ya existentes, factores que influyen en la producción, operaciones de los trabajadores, ubicaciones de los centros de actividades y equipos, de tal forma configurarla que permita un flujo lineal de procesos, buscando así, optimizar la producción.

Se indicará los costos existentes que se requiere para el montaje de la nueva planta como la inversión inicial de la construcción, equipamiento y sobre costo.

Palabras Claves: Montaje, Mantenimiento, Producción, Optimizar, Materiales, Distribución de planta.

Abstract

The company General Mecánica Técnica GEMET SAS; The object of study of this research does not have an ideal plant distribution in its work area and elements that intervene in its production system. In this order of ideas, this project aims to analyze and evaluate economic techniques for the redistribution of the plant, based on a field investigation, indicating the possible technologies to optimize the processes in the plant, seeking to analyze the operational and production needs to define the technical requirements of the new plant, as well as the already existing problems as factors that influence production such as workers' operations, locations of activity centers and equipment, in such a way that it allows a linear flow of processes, thus seeking to optimize production. The existing costs required for the assembly of the new plant will be indicated as the initial investment of the construction and equipment and cost overruns.

Keywords: Assembly, Maintenance, Production, Optimize, Materials, Plant Layout.

Introducción

La presente investigación se dirige a la evaluación técnico-económica para redistribución de la planta y organizar eficientemente la nueva infraestructura de la empresa de manufactura metalmecánica GEMET SAS, comenzando con un detallado análisis de su situación actual por medio de los reconocimientos de los equipos con que cuenta la empresa, así como la evolución de la capacidad de la producción e identificar las nuevas tecnologías requeridas para aumentar la eficiencia de la empresa, el motivo del análisis que gira sobre la manufactura de componente y partes elaboradas por mecanizado arranque de virutas.

Se evalúa, se examina la máquina herramienta y eficiencia operativa en cada uno de los departamentos, Las disposiciones que se requieran de los espacios se procede mediante observaciones basadas en normativas legales para asegurar la seguridad y bienestar de las persona que labora dentro de la fábrica.

Se identificará las alternativas tecnológicas disponibles para optimizar los procesos productivos en la nueva planta. se analiza la variables como la aproximación de procesos relacionados y la disminución de movimientos de superfluos. Escoger la alternativa más adecuada se justifica por medio de estudio de carga-distancia en el cual se examina criterios como el espacio transitado y costo por acarreo de material, que ingiere directamente en la fabricación de los productos que oferta la organización.

Se analizará por medio de un estudio de tallado las necesidades más significativas y de gran impacto en la producción de la empresa para definir los requerimientos técnicos de la nueva planta.

Evaluaremos los costos asociados al montaje de la planta, esto incluye inversión inicial, también costos de construcción, equipamiento, y otros gastos operativos.

Planteamiento del problema

La empresa GEMET SAS. Esta es una organización consagrada en la manufactura metalmecánica destinada a la elaboración de piezas y componentes por mecanizado de arranque de virutas, Se encuentra ubicada sobre la avenida circunvalar en ciudad de Barranquilla departamento del Atlántico Colombia.

La empresa presenta varios inconvenientes debido al mal diseño de la planta actual, al detallar el espacio con que cuenta las instalaciones, éste no es suficiente. Para alojar los equipos que facilitan el manejo adecuado de materiales para el proceso, lo que incide a que el personal se vea obligado como unico metodo transporte manipulación manual, colocando en riesgo al técnico que está cerca de las estructura, otra decadencia que se refleja a simple vista, es el actual distribución de las estaciones de trabajo no cuenta con los parámetros técnicos, la que las hacen inapropiadas, debido a que las instalaciones utilizada en la actualidad fueron adquiridos por la compañía no se le están dando un buen uso , lo que a generado aumento en los tiempos de producción por demoras y uso excesivo en tiempo transporte material, los pisos con que cuenta la

empresa son deficientes, no están nivelados; lo que a impactado de forma negativa en la calidad de los producto manufactura metalmecánica como estructura soldada que imposibilita su alineación.

Los equipos de mecanizado como torno, fresadora, cepillo y cortadora de sierra, presentan una baja nivel de operatividad y un alto grado de mantenimiento.

Uno de los primordiales factores que es de extrema importancia abordar, es que la instalaciones donde está la empresa actualmente no cuenta con una adecuada ventilación, altos decibeles de ruido, deficiencia en iluminación y si se le agregan las cualidades propias de los procesos metalmecánico y las dimensiones que se deben tener para contar con área de mecanizado que contenga todas las máquinas herramientas que posee la empresa, identificamos que los riesgos de accidente laboral en la planta son altos, siendo necesario desarrollar, un redistribucion de planta para así, mitigar estos riesgos.

El propietario y gerente general de la empresa GEMET SAS es consciente que las actuales instalaciones donde se encuentra la empresa realizando sus operaciones, no se están utilizando eficientemente para la actividades económica que desarrolla GEMET SAS, por tal motivo la empresa a decidido, realizar una redistribución de la planta, comprar una unos equipos para aumentar su productividad mucho más aplicada y acorde a sus necesidad, por esto se ha solicitado un evaluación técnico-económica de la redistribución de planta para las instalaciones que poseen; por concerniente a lo anterior es conveniente proponer un diseño de distribución eficiente que permita dar un mayor flexibilidad a los procesos garantizando la circulación de

materiales constante, y la correcta distribución precisa de los nuevos equipos de mecanizados; además de asegurar el bienestar de los trabajadores al ejecutar sus tareas.

Descripción del problema

Cada vez la compañía incursiona en un medio de alta competitividad global donde las industrias tienen la capacidad de entregar los productos de prioridad al menor costo y tiempo posible.

La ubicación de la empresa y su organización de diseño y distribución de la planta pueden mejorar significativamente la productividad, el manejo de materiales y estándares, permite alcanzar los objetivos y lograr más de lo estipulado, al mismo tiempo un posicionamiento efectivo en el mercado.

GEMET SAS es una empresa ubicada en Barranquilla Colombia, se dedica a la fabricación de piezas y componentes por mecanizado de arranque y virutas, inició sus operaciones en el año 2010 en la ciudad de Barranquilla con una planta de novecientos (900) mts cuadrados, donde se encuentra el área de ensamblaje y área de procesamiento, donde están ubicadas la celdas de fabricación, observamos máquinas herramientas como son: torno fresadora vertical, y horizontal, sierra, sin fin para aceros y el área de proceso terminado. A medida que pasa el tiempo, aparecen nuevos proyectos en industrias y campos de minería, donde la empresa ve la necesidad de aumentar la producción.

La investigación propuesta responde a una necesidad urgente para GEMET SAS. ya que pretende redistribuir sus instalaciones y optimizar su uso con un nuevos equipos de mecanizados

y máquinas-herramientas que proyecta adquirir. Esta empresa como muchas en el sector industrial metalmecánico. Se inició en el procesamiento de piezas y componentes por mecanizado arranque de virutas en pequeños garajes. Se dedicaban a la fabricación de piezas requeridas y exclusivas de sus clientes, crecieron rápidamente sin tener un concepto de gestión de optimización del diseño de la planta y de los elementos del ciclo de producción. Por lo tanto, es correcto reorganizar las instalaciones de manera eficiente, ordenada, segura y económica; Dicho esto, la reorganización debe ser flexible para cualquier forma de atención a clientes (individuos y organizaciones) y se puede pensar a futuras modificaciones al menor costo posible.

Además, resultó que había desorganización en la zona de producción y almacenamiento, lo que resulta en niveles más bajos de productividad, se expresa en aspectos como:

- Retraso en el procesamiento y entrega de pedidos, llevando a la insatisfacción del cliente
- Congestión en las áreas de producción y almacenamiento debido a despliegue no planificado de nuevos equipos y maquinaria, así como uso excesivo de la distancia que se debe recorrer para realizar una operación o actividad.
- Abundante acumulación de piezas de trabajo realizados sin identificación y ubicación de almacenamiento predefinida.
- Pérdida y/o dificultad en la disposición de materias primas y pequeñas herramientas en la zona de almacén.

- A menudo corren el riesgo de sufrir un accidente los trabajadores al desplazarse por la zona de producción y almacenamiento. Una pésima gestión inadecuada de los equipos en el área de producción y de materias primas en el almacén de la empresa, esto genera un riesgo para los clientes y visitantes que ingresan a las instalaciones. A través del alcance del montaje del almacén general de GEMET SAS, Es un lugar de almacenamiento de materias primas y productos terminados. Además, también es un escaparate para los clientes que cada día entran en la tienda de la Compañía.
- Pésimas condiciones de trabajo relacionadas con la mala iluminación, deficiencia en la ventilación, ruido excesivo, fatiga visual y física.
La posibilidad de accidente o enfermedad profesional teniendo en cuenta que los empleados son principalmente soldadores, mecánicos, técnicos en maquinas herramientas quiénes se quejan de las perturbaciones en su lugar de trabajo.
- Insolente señalización y demarcación en el área de producción y almacén para el tránsito seguro de las mismas áreas.
- Dificultad para programar y controlar la producción para la cobertura de la garantía.
- Incumplimiento de los plazos de producción por sobrecarga de fábrica, proceso, cuellos de botella frecuentes y tiempos muertos en las celdas de trabajo.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el diseño y distribución de planta de las nuevas instalaciones de la empresa, se planifica la redistribución de plantas físicas, el área de producción y almacenamiento de GEMET SAS, contribuir a la mejora general del sistema productivo, utilizar los recursos de manera eficiente y respetar las cuotas.

Producción; Promover el bienestar y la seguridad de los empleados en el lugar de trabajo.

Brindar la oportunidad de crear un buen ambiente de trabajo. Arquitectura del sistema de gestión de calidad y estandarización de procesos.

Acortar el tiempo de entrega para satisfacer la demanda del cliente.

La misión de la empresa es crear valor para los clientes y el proceso de producción.

Pregunta problema

¿De qué manera puede aportar, a la toma de decisiones la información recolectada de una evaluación técnico-económica, a la redistribución de la planta de producción de la empresa metal mecánica GEMET SAS.?

Justificación

Este proyecto es de mucha importancia ya que la globalización y la competencia de los mercados es un factor que impacta muy de frente en la sostenibilidad de las empresas metalmecánicas. Las empresa manufacturera deben cuidar dos factores que se combinan mutuamente, que es dirigir los procedimientos y el rendimiento, que se enfoca primordialmente en obtener procedimiento de manufactura más eficaz con una utilidad sumada, para poder arribar

a ellos es de sumo interés una excelente e integral distribución de la compañía que entrelaza todo, lo consideran elementos del sistema de producción.(Heizer y render, 2014)

Por ende, la razón de esta empresa consagrada a la elaboración de diseño, montajes de estructura y fabricación de piezas y componente por mecanizado de arranque de virutas, necesita poner en marcha mejoras al interior de un método fructífero, por medio de una propuesta de rediseño de fábrica, que abarque a la medida todo el cimiento, realizando un boceto donde se encuentran las zonas, puntos o lugares exactos donde van los equipos, tornos, fresadores y la demás maquinarias y componentes de apoyo que son utilizados y empleados en los sin números de procesos que se realizan en la empresa y un procedimiento de manipulación de materiales, insumos, residuos, almacenamiento de producto terminado que consigue aumentar el desempeño, productividad y volumen de los procesos actuales de la zona de elaboración.

La importancia de este diseño se basa en la superioridad de favorecer un aporte o adecuado diseño de planta de fabricación. Se comenzará analizando los métodos y operaciones de la organización y luego implementaremos los recientes conocimientos de entrega. beneficia consiguiente a los gerentes como a los colaboradores de compañía, promoviendo la optimización de las operaciones en menos tiempo, eliminando recorrido y agotamiento inutil, promoviendo el rendimiento como una forma Excelente para evaluar las capacidades del sistema maximizando el proceso de mayor beneficio de salidas en la fabricación de la manufactura y modernización de la gestión de los métodos de elaboración de los productos. (Rivera, Cardona, Vázquez y Rodríguez. , 2012)

Una óptima división de la fábrica es una fortaleza fundamental de la empresa, ya que reduce los riesgos operativos, garantiza procesos ordenados y mejor controlados y juega un papel esencial en la rivalidad mercantil basada en los inicios de las disposiciones, fabricación y excelentes prácticas de fabricación.. (Romero, S; Romero, O; Muñoz, D. , 2015)

Objetivo general

Realizar una evaluación técnico-económica para la redistribución de la planta de producción metalmecánica en la empresa General mecánica técnica SAS.

Objetivos específicos

1. Identificar las alternativas tecnológicas disponibles para optimizar los procesos productivos en la nueva planta.
2. Analizar las necesidades operativas y de producción de la empresa para definir los requerimientos técnicos de la nueva planta.
3. Evaluar los costos asociados al montaje de la planta, incluyendo inversión inicial, costos de construcción, equipamiento, y otros gastos operativos

Marco referencial

Para el desarrollo de este trabajo se consultó diferentes investigaciones relacionadas con los costos asociados a la redistribución de planta, casos prácticos evaluar los equipos actuales y los nuevos que se pueden adquirir para mejorar optimización de la empresa, en diferentes países y escenarios distintos. La búsqueda en base de datos y repositorios institucionales se hizo utilizando la siguiente palabra clave

“evaluación técnico-económica” redistribución de planta” la recopilación de los diferentes artículos consultados se hizo bajo una línea base. últimos cinco años.

- Rediseñar la distribución física de los espacios de fabricación y almacén de la empresa. tubos y metales & CIA LTDA. El principal problema es que esta empresa no asigna completamente el espacio de producción y almacén, lo que genera baja productividad, pérdida de tiempo y costos operativos. Para solucionar este problema se ha utilizado el método SLP, diagramas de actividad, diagramas flujo, diagramas de ruta y diagramas de relaciones. El uso del método SLP ayuda a mejorar los procesos de producción, aumentar la eficiencia y acortar el tiempo de implementación. Se utilizó software para el modelado WINQSB”. Gutiérrez, R. (2018).
- Diseño de fábrica propuesto y entorno de trabajo para la nueva área de la compañía MV construcciones LTDA. El problema de este estudio es el espacio limitado para sus actividades operativas. Para este trabajo, utilizaron SLP y algoritmos heurísticos para

calcular el área mínima requerida, creando así un nuevo diseño de fábrica que combina aspectos de salud y seguridad para crear un clima de trabajo excepto de amenazas y contaminantes.

- Proyecto de división de Planta y mejoramiento para la compañía prefabricados del Austro. El análisis actual de la fábrica se realiza mediante estudio de tiempos, diagrama de proceso, diagrama de causa y efecto, el principal problema es el mal diseño de la fábrica y el área de producción ineficiente, no existen estándares que estandarice el proceso, con lo que aumentan los tiempos y costos de producción. Con la aplicación del método SLP la producción aumenta en un 13.2% así mismo se incrementó la capacidad en un 6.32% Puma, G. (2016).
- tiempo de procesamiento y los costos laborales. Como resultado de esta propuesta se redujo la distancia total de las tres líneas y se mejoró la circulación o flujo de procesos evitando intersecciones y corredores obstructivos, minimizando la distancia entre procesos y haciéndolos lo más cortos posible. Puma, G. (2016).
- Propuesta de diseño y distribución de una planta nueva para la empresa congelados trust S.A.

Se ha descrito detalladamente el problema del espacio limitado en el que la empresa se ve obligada a realizar sus operaciones de fabricación; En este estudio se utiliza como guía el método SLP, utilizando parámetros de costo y producción, aplicando así el principio de circulación.

Castro, E., & Castro, G. (2017).

- Proyecto división de planta, para maximizar la competitividad de una compañía metalmecánica. Los esfuerzos de investigación se enfocan en el diseño para mejorar el rendimiento de distribución para optimizar movimientos y procesos innecesarios en la línea de fabricación, reducir los sobre costos y lograr una eficiencia óptima para sus procesos. Para ello se utilizan herramientas 5S: Pareto, diagramas de ruta, diagramas de actividad, diagramas de causa y efecto. Otra herramienta que se ha utilizado es el equilibrio lineal. Como resultado del estudio de tiempos, se redujeron los tiempos muertos por rutas innecesarias y se logró la división en procesos con producción más dinámica.

Delgado, J. O. (2016).

- Redistribución de planta para mejorar la productividad de la constructora galilea SAC. La problemática se enmarca en la división de sus áreas tanto de almacén como del área productiva con recorridos largos. Retrasos, pérdida de tiempo e imposibilidad de completar el trabajo a tiempo. El estudio utilizó el método SLP. Gracias a la nueva propuesta se reduce el tiempo de desplazamiento, el primer proceso es 15,64 horas más corto que actualmente, lo que significa una maximización de productividad del 14%, el segundo proceso es 11,23 horas más corto y la productividad es un 26% menor, el proceso final es de 3,82. y el rendimiento mejora un 11%. Figueroa, K. K. B. (2017).

- Estandarización de tiempos y diseño de distribución de planta para mejorar la productividad del área de producción de cal de la empresa minera P'HUYU YURAQ II E.I.R.L. La investigación presenta problemas en cuanto a las condiciones de trabajo inadecuadas, el desorden de herramientas y la mala ubicación del equipo generan rutas anchas e inapropiadas que conllevan tiempos de respuesta más largos en cada ubicación; afecta el rendimiento. El método SLP se utiliza para mejorar la disposición física y el orden de maquinaria, herramientas y equipos, ayudando a aumentar la productividad y estandarizar el tiempo. Culqui, J. D. (2017).
- Diseño de distribución de una planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día. Esta investigación se basó en desarrollar una nueva disposición de fábrica, procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día. con nuevos equipos, en una ubicación diferente del parque industrial, ya que la actual fábrica está ubicada en una zona urbana, provocando excesivo ruido, contaminación y vibraciones de la maquinaria minera, que se consideran nocivas y atentan contra la tranquilidad de la población.

Para realizar un diagnóstico general de la empresa se utilizan las herramientas Análisis de Operaciones, Análisis FODA, Diagrama de Causa y Efecto, Mapeo de Procesos y. Así, cuando el autor aplicó el método SLP, este método permitió la reubicación y compra de equipos de procesamiento para reducir el tiempo de molienda y los costos de mantenimiento, aumentando así las ganancias, reduciendo el desperdicio de material y mejorando las condiciones de trabajo. Maguiña, M. T. S. (2015).

- Análisis y diseño de la distribución de planta de una empresa textil. Esta planta textil posee espacio insuficiente y limitado para realizar sus actividades productivas generando que no se pueda saciar la necesidad de los clientes, Por este motivo, el método SLP se utiliza para mejorar y optimizar procesos, asignación de territorio y rutas. Gracias al nuevo diseño, vieron una mejora significativa en la metodología de producción de hasta un 52,8%. Tapia Escalante, C. M. R. (2019).
- Rediseño de distribución para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado “Paola Della Flores “. La investigación propone ejecutar el método SLP, ya que la actual distribución es ineficiente con tiempos prolongados y desperdicios de materiales, También hay un movimiento excesivo de materiales, lo que prolonga el tiempo de producción y, por lo tanto, representa entre el 15% y el 20% de la remuneración total de los empleados. Al utilizar este método, los costos, el tiempo y la productividad aumentaron en un 40%. Sánchez Abanto, M. M. R. (2017).
- Diseño y distribución de planta en la empresa textil Wilmer sport SRL. Presenta problemas asociados en costos de movimiento de material y distancias entre las áreas operacionales.

Utilizaron el método SLP para determinar la distancia recorrida de un área y el método Guerchet, que traza la distancia recorrida de los productos con mayor demanda, el

costo/beneficio de la distribución actual. Como resultado, reciben una mejor asignación, captando S/ ahorros. 8.682,34 gastos de carga y descarga. Medina Monteza, K. C. K. (2017).

- Redistribución de Planta del Área de Producción de la Empresa la Casa del Tornillo S.R.L. La empresa presenta problemas que se centran en congestión de materiales, retraso en despachos, tiempos de movimientos de materiales elevados, paro de máquinas lo que conlleva a la baja productividad de la empresa. Al utilizar el método SLP, el flujo de material en el área de producción mejoró en un 35 % y los viajes se redujeron en un 92 %, lo que resultó en una mayor productividad. A su vez, utilizan hojas de cálculo que les permiten visualizar. Gráficos de la metodología de manufactura actual. El espacio adecuado se determina de manera similar utilizando el método de Guerchet. Aquino Mas, J. E. Y. (2015).
- Distribución de plantas para incrementar la productividad de la empresa grifería industrial y comercial NC S.R.L. Se hallaron los puntos críticos en el área productiva. Para ello utilizaron el método SLP, con el que aumentaron la productividad en un 29% y redujeron rutas y viajes innecesarios. Coronel, G. (2017). Tema: Distribución y productividad de cultivos en Molino el Virrey. La empresa luchaba con varios problemas, como el desorden, la asignación ineficiente del espacio, el tiempo de viaje innecesario y la sobrecarga de materia prima. Al utilizar el método SLP, se resolvieron los problemas y se logró una mejora significativa en la distancia y al mismo tiempo mejoró el proceso de fabricación. Hilario, R. G. (2018).

-Ámbito local.

En la ciudad de Cali, Castillo (2016) propuso redistribuir la fábrica en una empresa metalúrgica para reducir costos y acelerar el cumplimiento de pedidos, para el estudio de tiempos se utilizó el método SLP y el programa de modelado ProModel. Como resultado es una reducción del 15% en los costos operativos, una reducción del 18% en el tiempo de envío y una reducción en el tiempo de producción. Puede aumentar el cumplimiento de pedidos en un 51%.

Febres y Ochoa (2010), Utilice el software Flexsim para realizar modelos en la empresa destinados a la producción de subproductos de cocina con fines de evaluación los distintos cambios propuestos y determinar cuáles de ellos corresponden al propósito propuesto, aumentar la producción en un 10%. En este sentido, el simulador les permite hacer todo los cambios que deseaban y por lo tanto tomaron las decisiones apropiadas y como resultado recibieron esos cambios La producción aumentó un 23%.

Marco teórico

-Antecedente

Desde el inicio de la revolución industrial en Gran Bretaña entre 1760 y 1860 las técnicas de modelación han cumplido un papel importante y de protagonismo en el diseño y distribución de plantas.

Que su función primordial es la ubicación de mayor provecho de los recursos, para tener unos resultados positivos en el trabajo y un mayor porcentaje de eficiencia.

la historia nos indica que las primeras divisiones de fábricas eran inicialmente el ser humanos en su industria básicamente, no había suficientes objetivos primordiales o unas instrucciones de la división de fábrica, con el pasar de los años la distribución de planta evolucionó en objetivo financiero, para los dueños y por consiguiente iniciaron analizar y crear métodos sobre el acondicionamiento de la fábricas.

La compañía General Motor Corporation ha colocado todo su esfuerzo en la divisiones de fábricas, para optimizar los procesos productivos de la empresa "Planificar el diseño de la planta y el equilibrio de la producción de una máquina o cadena de montajes, siempre ha alcanzado su punto máximo

Nuestras prioridades operativas. Competencia global y progreso tecnológico, han puesto un cambio significativo en nuestro procesos de diseño y división de fábricas. En la actualidad, usamos una distribución desarrollada con ayuda de computadores para obtener mayor productividad y un análisis de diseño opcional (Willoughby 1991).

Distribución de planta

El diseño y distribución de planta se fundamenta en el orden tangible y componentes que interactúan en el proceso industrial y productivo de la compañía, en distribución del sector, el las especificaciones de los diseños, formas y ubicaciones de las diferentes jurisdicciones (De la Fuente. D & Fernández 1, 2005).

El diseño y distribución de planta es un proceso que resulta muy agotador, que requiere la exigencia de profesionales en diferentes áreas específicas. No se satisface sólo con la información técnicas que se requieren para ciertas distribuciones, si no también las informaciones técnicas de los procesos de las máquinas, colaboradores, licencia o permisos ambientales e incluso estéticas. La tarea principal está en ordenar todo una planta, esto conlleva componentes que son piezas fundamentales en el tareas de cumplimientos pactado por la empresa. Se enfoca en dar una respuesta a los inconvenientes de localización, siempre teniendo presente la cantidad de factores y los elementos que interactúan entre ellos. (De La fuente, D & Fernández 1, 2005).

Tipos de distribución en planta

La opción correcta de la distribución de planta requiere de un preciso estudio de localización de todas las áreas, conjuntos de máquinas, técnicos operarios y la interacción entre

ellos; para hacer más dinámico esta distribución se debe tener claro qué tipo de distribución se necesita teniendo en cuenta los parámetros operativos y procesos de la empresa: (Salas, J. 1998)

Distribución por producto: Esto hace referencia a la metodología de producción diseñada para que los productos se encuentren en una excelente posición, circulen de la mejor forma. En esta distribución el producto es de mayor importancia que las líneas de producción y la infraestructura mecánica no es de importancia, por consiguiente la producción se elabora por lotes y no en producción en línea o continua.

Distribución por proceso

En esta distribución se juntan los procesos parecidos en áreas; se supone que esta línea de proceso se afirma que las materias primas o insumo, iban de un área a otra, donde se localizan las máquinas necesarias para cada procedimiento.

Específicamente en este tipo de distribución se unen las funciones parecidas, teniendo en cuenta el criterio secuencia de operaciones; relacionada en el diseño de un diagrama de vínculos de cada periodo de proceso. Todos los métodos de fabricación de las mismas características están asociados y los materiales circulan a los diferentes métodos de transformación de procesos en la disposición por función, ejemplo: torneado, fresado, soldadura (Chavez, E. 2005).

Distribución de tecnología de grupos: Agrupa diferente tipo de maquinaria en áreas de fabricación; esto con la finalidad de trabajar sobre productos que requieren un método de

fabricación parecido; encontramos similitudes con la distribución de procesos ya que se programa por área para llevar a cabo un conjunto de procedimientos determinados.

Distribución por posición: El productos por característica de masa o de volumen se establece en una posición predeterminada, siguiente las máquinas, insumos, materia prima y colaboradores se dirigen a donde se encuentre el producto.

Característica de los tipos de distribución de planta

Aspecto del Proceso	Por Producto	Por Proceso	Por posición fija
Característica del Producto	Distribución física encadenada a la producción de un producto estándar, en gran volumen a ritmos normales de producción	Distribución para productos diversificados que requieren operaciones fundamentales comunes	Bajo Volumen, por lo general cada unidad es única

		en volumen variable.	
Patrón del Flujo de producto	La misma secuencia de operaciones estándar en cada unidad.	Cada producto puede requerir de una secuencia de operaciones únicas.	Muy poco o ningún flujo de productos, los equipos y recursos humanos se llevan a medida de que se requieran.
Requerimiento de mano de Obra	Tolerancia para llevar a cabo actividades rutinarias y repetitivas a un ritmo impuesto.	Pueden desempeñar trabajos sin una supervisión y con cierto grado de adaptabilidad.	Alto grado de flexibilidad en los trabajadores cuando esto se requiere.
Personal de Ayuda	Personal de ayuda numeroso e indirecto para programar los	Habilidad para programar; para el manejo de materiales y la	Se requiere un alto nivel de habilidades de programación

	materiales, personas, análisis y mantenimiento del trabajo.	producción y control de inventarios.	y coordinación
Manejo de Materiales	Flujo de materiales previsibles	El tipo y el volumen de lo que se requieren son variables.	El tipo y el volumen de lo que se maneja son variables, a menudo en poca cantidad.
Requerimiento de Inventarios	Alta rotación de materia prima e inventarios de trabajos en proceso.	Baja rotación de materia prima e inventarios de trabajos en proceso.	Inventario variable debido a un ciclo de producción largo.
Utilización de espacios	Ritmo alto de producción por unidad de espacio.	Ritmo de producción relativamente bajo por unidad de	Puede ser factible un ritmo bajo de utilización de espacio por unidad

		espacio de instalaciones.	de producción.
Requerimientos de Capital	Inversión fuerte de Capital en equipos y procesos.	Equipos y procesos con varias finalidades y de uso flexible.	Equipo de propósito general y procesos que son móviles.
Componente de costos en el producto	Costos fijos relativamente elevados.	Costos fijos relativamente bajos.	Elevado costos de mano de obra y material

Cuadro 1. Caracterización de los tipos elementales división de fabrica. Fuente: Tomada de (Everett E Adam, Ronald J. Ebert; 1991)

En el cuadro 1 se denotan las características más relevantes de todas las clases de distribución, la única no coincidencia que existen entre las distribuciones, son como el flujo del producto al interior de la planta, los colaboradores, costo en el producto, manejo de inventarios, y la más relevante para el diseño la distribución del espacio.

Principios del diseño de la distribución de planta

Muther explica 6 principios que han sido de gran ayuda en las últimas décadas debido al buen diseño de las fábricas y al éxito que el buen diseño aporta a las empresas. (Muther, 1981)

Principio de la mínima distancia recorrida: Distribución, que permite transportar materiales entre diferentes plantas de una misma zona con una distancia mínima; Esto sugiere que las actividades deben realizarse de forma secuencial.

Principio de circulación: Orden de ubicación del área de trabajo, ruta, movimiento y dirección de movimiento de materiales para operaciones posteriores.

Principio de espacio cúbico: Este principio ahorra espacio; Implica el uso del espacio horizontal y verticalmente.

Principio de seguridad: Este principio propone un departamento para garantizar la seguridad y evitar amenazas y accidentes a los empleados de la empresa.

Principio de flexibilidad: Una distribución personalizable donde podrás organizarla y personalizarla sin ningún inconveniente ni coste adicional.

Principio de conjunto: Para lograr una mayor eficiencia, el sistema de distribución debe integrar equipos y materiales para que operen como una sola unidad.

Razones para un estudio de distribución

Muther (1981) Da a conocer a la luz pública clasificación de los problemas de DISTRIBUCIÓN de planta que pueden ser estudiados dependiendo de su naturaleza, describiendo cuatro (4) tipos de diseño:

Proyecto de una planta completamente nueva: En este proyecto, el ingeniero industrial es responsable de planificar y diseñar todas las instalaciones de la empresa; desde entradas y salidas hasta instalaciones de producción y almacén.

Expansión o traslado de una planta nueva ya existente: Los productos, equipos y personal existentes se transfieren a otra planta existente.

Reordenación de una distribución ya existente: La redistribución se realiza para mejorar el rendimiento del sistema.

Ajuste a una distribución ya existente: Esto sucede cuando las condiciones de operación cambian pero aún se logra el objetivo; Las mejoras deben realizarse a un costo mínimo,(Muther, 1980)

Marco conceptual

El presente trabajo de investigación se enfoca en la administración del diseño y distribución de planta y la evaluación técnico económica para la empresa metalmecánica. Se puede utilizar el método de disposición de fábrica. empresas que ya existen o que planean optimizar sus áreas de maquinaria, equipo, etc. logrando así una alta eficiencia en la empresa. (Kuzu, 2019, parr.1). Sin embargo, para este fin, las cualidades del método de manufactura de la compañía. Para determinar el proceso de fabricación se han considerado ciertos diagramas como el diagrama de flujo del proceso muestra la relación que existe entre los departamentos o divisiones son parte de una empresa.(Lucidchart, 2019, párr.7).

También existe un mapa de ruta que indica la ruta o camino al que conducirá e implementará un producto o un proceso completo (Velasco, 2014, p.102). Finalmente, un diagrama de enlaces operativos indican conexiones existentes entre departamentos, áreas, oficina, equipo, etc.s. (Menjivar, 2016).

Evaluación técnico económica: Es un proceso que busca determinar la viabilidad de un proyecto o una inversión, considerando tanto los aspectos técnicos como económicos. Este análisis integral se utiliza en diversos sectores, como la ingeniería, la industria, la energía, la construcción y proyectos de innovación, para tomar decisiones informadas antes de llevar a cabo una inversión significativa, (Park, C. S., & Sharp-Bette, G. 1990).

¿Qué es la evaluación técnico económica?

- La evaluación técnico económica de un proyecto incluye el análisis de aspecto como:
- Tecnología a utilizar.
- Recurso y materiales.
- Infraestructura necesaria.
- Capacidad y competencia técnica requeridas.
- Análisis de riesgo y posibles soluciones.
- Evaluación económica, se enfoca en determinar la rentabilidad financiera del proyecto de:
 - costo de inversión inicial y operación.
 - Proyecto de ingresos.
 - Indicadores financieros como valor actual neto y tasa interna de retorno.
 - análisis de sensibilidad, (García, J., & Morales, P. (2021)).

Máquinas herramientas

Las máquinas-herramientas son equipos utilizados para dar forma a materiales sólidos, a través de la remoción controlada de materiales. Estas máquinas permiten realizar operaciones como taladrado, fresado, torneado, rectificado, y corte, utilizando herramientas de corte que se mueve de manera controlada respecto al material que se está mecanizando, (Pérez, R., & López, F. (2020).

Metodología

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados, la metodología se fundamenta en un enfoque cualitativo y con un enfoque de investigación aplicada, busca la recolección de datos para la toma de decisiones a problemas planteados por el investigador, para encontrar soluciones o respuestas que sean inmediatas y procesables en contexto o soluciones específicas en este caso para evaluación técnico-económica a la redistribución de planta metalmeccanica. El rol de investigador es desarrollar un método descriptivo intentado detallar la problemática más importante. Esto permite inferir en una redistribución de planta.

La población de la siguiente investigación es la empresa GEMET SAS. Se utilizarán las instalaciones, los equipos y el personal operativo de la planta como muestra de la investigación. Para esta investigación se usará evaluación operativa a los equipos como técnica de recolección de información para identificar las alternativas tecnológicas. Asimismo, se realizará una lista

checklist para definir los requerimientos técnicos de la nueva planta, Por último se realizará una tabla de datos para costos asociados a la distribución de la planta.

Para lograr los objetivos planteados se realizó la siguiente actividad.

-Reconocimiento de la planta y su localización

El formato utilizado para recoger la información es desarrollado de antemano en base a observaciones de factores relevantes donde se distribuye la planta.

-Diagrama de cercanía.

Un diagrama utilizado para determinar distancias y conexiones entre áreas de trabajo. suburbano.

-Diagramas de hilos.

Este diagrama se utilizó para graficar mediante líneas el diagrama de cercanías.

-Diagramas de procesos.

Para reconocer la frecuencia de la elaboración del mecanizado, se realizó un análisis de las acciones que se realizan en la fabricación. En un cursograma.

Resultados

Alternativas tecnológicas disponibles para la optimización de los procesos productivos de la nueva planta.

FIGURA 1***Torno Horizontal***

Nota: Torno horizontal de la empresa GEMET SAS, imagen tomada por el autor.

Máquina-herramienta torno

La empresa general mecanica tecnica GEMET SAS, en la actualidad cuenta con un torno horizontal entre sus activos de la marca pinacho, esta máquina herramienta tienes más de 50 años de servicio, por lo concerniente presente alto desgaste en sus sistemas piñones y sus bancadas con porcentajes muy elevados de deterioro.

Descrito la situación actual de la máquina herramienta torno, esto a generado la perdida de un 50 % de la capacidad instalada del equipo, con llevando retrasos en los tiempos de entregas de los componentes que son elaborados, generando cliente insatisfechos y quejas por entregas de componentes fueras de la fechas programadas y un elevado porcentaje de retrabajo.

Es de importancia a notar que la máquina-herramienta torno, es la que realiza el mayor volumen de trabajos, por órdenes de compras de nuestro cliente, este equipo es la encargada realizar 40% de toda la operación de la empresa y a lo largo de su vida útil este activo ha generar grandes utilidades a la compañía.

Cabe de resaltar que la máquina-herramientas torno fue el primer equipo que adquirió empresa general mecánica técnica GEMET SAS; Siendo esta maquina la primera con que inició operaciones la compañía; y la que más rentabilidad le a generado, debido a su estado actual de deterioro por años de trabajos, se ve la empresa en la obligación de buscar una alternativa, como la adquisición de un nuevo equipo.

A continuación le presentamos una alternativa tecnológica, como es la máquina-herramienta torno horizontal A 6266 de la marca ALPHA.

FIGURA 2**Torno Horizontal**

Nota: : [Imagen] //aeromaquinados.com/product/tornos-convencionales-c6266-1000-2000/

Torno convencional a 6266\2000mm

La compañía aero maquinados SA, con sede principal en bogotá colombia y distribuidora de el fabricante de máquina herramienta ALPHA, oferta como mejor opción la máquina herramienta torno horizontal, con las misma dimensiones con la que cuenta la empresa GEMET SAS, pero con la última tecnología en el mercado de tornos convencionales, y con una capacidad de instalada 100% por ser un equipo nuevo.

Los aspecto tecnológico de esta máquina herramienta en particular:

- Cuenta con una bancada en fundición en una pieza para mayor rigidez.
- Husillo de 105mm.
- Sistema de coche.
- Avances rápidos.
- Visualizador en dos regletas.
- Copiador de cono,
- Plato de arrastre.
- Dial cuanto hilos.
- Espaldar anti-salpicadura.
- Freno de pedal.
- Parada de emergencia.
- Sistema de refrigeración.
- Base de nivelación.

La máquina-herramienta torno de la marca alpha, la cual se encuentra en el mercado colombiano, representada por la compañía aeromaquinados SA; y su modelo A 6266 es la que mejor oferta, por la característica tecnológicas e innovadoras, de ser adquirida por la empresa general mecanica tecnica GEMET SAS, Incrementará su producción, tendrá piezas con menos horas de trabajo, reducirá alto porcentaje los retrabajos por componentes fuera de especificaciones y disminuirá de accidentes de trabajos por equipos en mal estados, se proyecta un aumento del 70% de la piezas elaborar en máquina herramienta torno con la adquisición de este activo.

La importancia para que la empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS, adquiera este equipo primero se debe disminuir los retrabajos que son generados por el torno en mal estado que posee la empresa, segundo reducir las horas de fabricación de los componentes que se fabrican en la máquina herramienta torno, esto debido a que la nueva máquina posee la última tecnología en minimizar tiempo como por ejemplo, los visualizadores con regleta, esto permite dar una medida exacta sin medir con el calibrador y de este modo reducir tiempo y está sumadas a la lista de aparato tecnológico que posee en nuevo equipo.

FIGURA 3**Fresadora Universal.**

Nota: Imagen tomada por autor, fresadora universal de empresa GEMET SAS.

Máquina - herramienta fresadora

General mecánica técnica GEMET SAS, dentro de sus activos; Encontramos la máquina herramienta fresadora universal de origen alemán de la marca heller, este equipo a estado en funcionamiento por más de 50 años de servicios interrumpido, en la empresa a presenta 15 años de servicio ya que que fue adquirido como maquinaria segunda mano, está máquina- herramienta

presenta un elevado deterioro en el eje x y el eje z, cuñas desgastada, bancadas en alto porcentaje de deterioro.

Explicada la situación contemporánea de la máquina-herramienta fresadora, esto a conllevado disminución del 40% de la confiabilidad del equipo, generando a anomalía en las entregas programadas con los clientes, sanciones económicas por no entregar componentes por fuera de los tiempos estipulados, grandes volúmenes de material desechado acusa de retrabajos ocasionado por un activo en mal estado.

La gran preocupación que genera a la organización la máquina-herramienta fresadora, es que esta es la encargada de fabricar los cuñeros a los eje, que son elaborados en el torno y detallar los dientes a los piñones, todo esto suma el 15% de las operaciones de la compañía, con el pasar de los 15 años de servicio que a prestado este equipo a generando grandes utilidades.

Es importante anotar que la máquina-herramienta fresadora fue el segundo equipo que adquirió general mecanica tecnica GEMET SAS; Siendo esta máquina la complementaria de la máquina-herramienta torno, la fresadora es la encargada de finalizas los componentes que son fabricado en máquina-herramienta torno, con el pasar de los años de servicio que ha prestado el activo, esto la generado porcentaje alto deterioro y obligado a la organización a buscar nuevas alternativas, las opcional es la adquisición de un nueva máquina- herramienta.

A continuación le presentamos una alternativa tecnológica, como es la máquina-herramienta fresadora universal. IMO mill 1500

FIGURA 4**Fresadora Universal**

Nota: [Imagen] //mecanizado.imocom.com.co/product/fresadora-universal-imomill-2/

Máquina - herramienta fresadora universal IMO mill 1500

La compañía Imocom SA, con sede principal en bogotá y sucursales en la principales ciudades de colombia, incluyendo barranquilla, es distribuidora del fabricante de máquinas herramientas IMO mill, oferta como mejor opción la máquina-herramienta fresadora universal, con las misma dimensiones, con la que cuenta la empresa GEMET SAS, pero con la última

tecnología en el mercado de las fresadoras universales y con una capacidad de confiabilidad 99% por ser un equipo nuevo

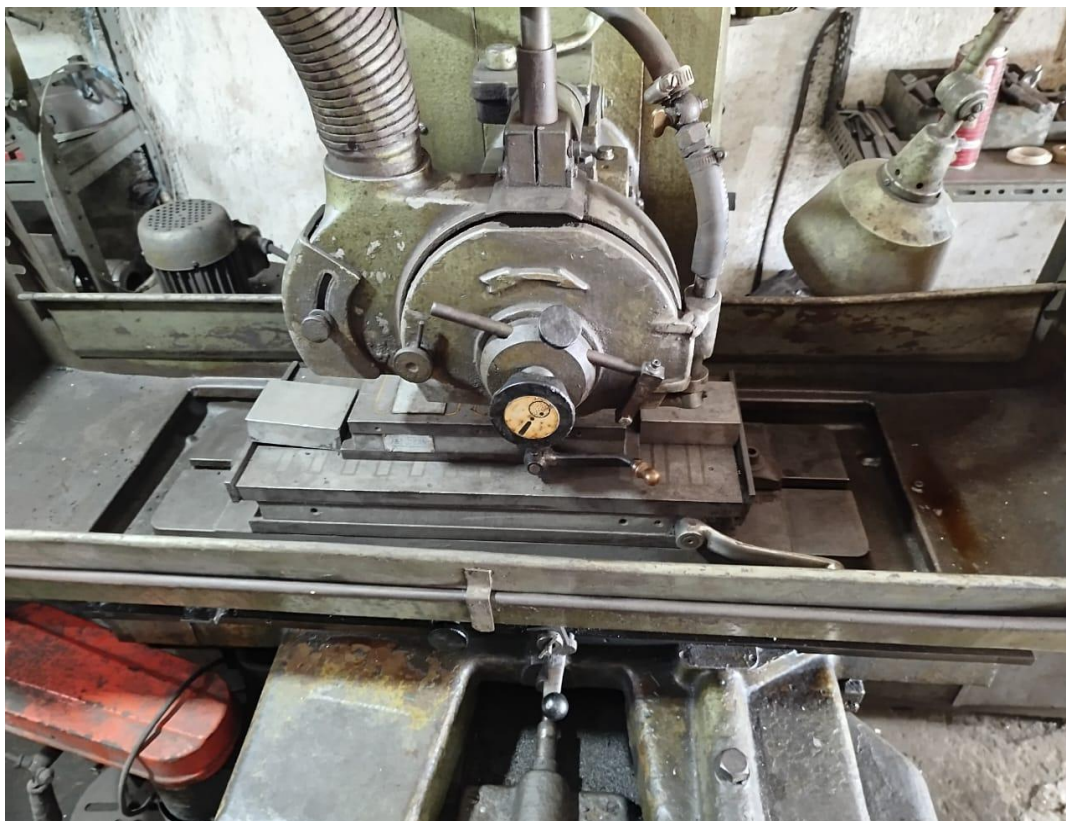
Los aspectos tecnología con que cuentas esta máquina herramienta son

Modelo / Especificaciones	1150	1500
Tamaño de la mesa (mm)	300 x 1150	300 x 1500
Recorrido longitudinal (mm)	680	1000
Recorrido transversal (mm)	235	235
Recorrido vertical (mm)	400	400
Número de velocidades	12	12
Gama de velocidades	35 - 1600	35 - 1600
Cono de husillo (ISO)	40	40
No. De velocidades husillo vertical	18	18
Gama (rpm)	36 a 1800	36 a 1800
Potencia motor husillo Principal	5.0	5.0
Avances	1	0,06
Sist. De refrig	0,06	0,06
Giro de la mesa (*)	± 45	± 45
Peso (kg)	2150	2400

La máquina-herramienta fresadora, de la marca IMO mill la cual se encuentra en el mercado local, representada por la empresa colombiana IMOCOM SA y su modelo IMO MILL 1500 es la que mejor se oferta en el mercado de las fresadoras universales, principalmente por sus características tecnológicas e innovadoras, de ser adquirida por la organización general mecanica tecnica GEMET SA, incrementa su producción, tendrá piezas con menos horas de trabajo, reducirá altos porcentajes de re trabajos por componentes fuera de especificaciones y disminuirá

los accidentes de trabajo por equipo en mal estado, se proyecta un aumento del 50 % de las piezas elaborada en la máquina-herramienta fresador universal con la adquisición de este activo.

La gran necesidad que tiene la compañía General Mecánica Técnica GEMET SAS, de adquirir este equipo, primero reducirá los retrabajos que son ocasionado por la fresadora en mal estado que posee la empresa, segundo reducir las horas de fabricación de los componentes que se elaboran en la máquina-herramienta fresadora universal, todas estas mejoras se verán reflejada, debido a que la nueva máquina posee la última tecnología en minimizar tiempo como por ejemplo, los avances rápidos asistido por sistemas hidráulicos, esto permitirá al técnico a cargo de la máquina de pasar de un sistema análogo, manual a uno asistido por una bomba hidráulica, y de este modo reducir los tiempo de alistamiento todo esto sumado a la lista de componentes tecnológico que posee el nuevo equipo.

FIGURA 5**Rectificadora Plana.**

Nota: Imagen tomada por el autor, rectificado superficie plana de la empresa GEMET SAS.

Máquina - herramienta rectificadora superficie

General Mecánica Técnica GEMET SAS, dentro de su inventario de activo; Encontramos la maquina rectificadora de superficie plana de origen alemana de la marca heller, este equipo ha estado en funcionamiento por más de 45 años de servicio ininterrumpido, en la compañía cuenta 15 años de servicio ininterrumpido, fue adquirida como máquina de segunda mano, la

rectificadora de superficie, presenta un porcentaje alto de desajuste y desgaste en los ejes x, y, z, y deterioro del sistema hidráulico del automático, encargada accionar el sistema de los ejes de la rectificadora.

Deslucido la situación contemporánea de rectificadora de superficie plana, esto a conllevado a la pérdida de un 50% de la capacidad instalada de equipo, retraso en los tiempo de entregas de las cuchillas y moldes rectificados, generando cliente insatisfecho y quejas por fechas de entrega entrega fuera de los tiempo programado y un elevado porcentaje de retrabajos.

A continuación le presentamos una alternativa tecnológica, como es la rectificadora superficie plana. FSG-1224\16 ADIV de la marca chevalier

FIGURA 6**Rectificadora de Superficie plana.**

Nota: [Imagen] [//www.gruporedima.com/es/p1/rectificadoras-chevalier](http://www.gruporedima.com/es/p1/rectificadoras-chevalier)

Rectificadora de superficie CHEVALIER FSG-1224\16 ADIV

La compañía aero maquinado SA, con sede principal en bogotá colombia y distribuidora del fabricante de rectificadora de superficie CHEVALIER, oferta como mejor opción la rectificadora de superficie plana, con mayores dimensiones con la que cuenta la empresas

GEMET SAS, sumado a esto la última tecnología en el mercado de la rectificadoras de superficies plana y una capacidad instalada de un 100% por ser un equipo nuevo.

Los aspecto tecnológico de esta rectificadora de superficies plan son:

- trabajo Quitar período
- Sistema de rectificado de superficie y de inmersión totalmente automático con pantalla táctil PLC de tres eje
- Control de color 65536 de alta resolución TFT de 10,4" para garantizar la facilidad del uso
- Husillo tipo cartucho de alta precisión equipado con cuatro piezas de rodamiento de
- bolas de contacto angular de clase 7, adecuado para rectificado pesado quitar periodo
- El cabezal de la rueda se elevará hasta la posición final, inicial y de referencia
- La mesa se estaciona en el lado izquierdo o derecho después de completar el ciclo
- Diagnóstico de E\S y visualizador de alarma

- Para lograr una mayor precisión, en número de pasada libre entre los avances hacia abajos se puede preestablecer según el material el material de la pieza de trabajo quitar periodo

Dimensiones del equipo

SHOW 10 entries

ARTÍCULO	Descripción	SAE	Métrico
Control	Superficie	-	-
Capacidad	Longitud de molienda	24,0"	610mm
Ancho de molienda	12,0"	305mm	
Tabla de distancias a la línea central de la rueda	24,0"	610mm	
máx. carga de mesa	506 libras	230 kg	
Mesa	Tamaño de la mesa	11,8" x 23,6"	300x600mm
Velocidad de la mesa (variable)	16-82 pies por minuto	5-25 m/min	
máx. recorrido de la mesa - Hidráulico	25,6"	650mm	
Movimiento transversal (Z)	máx. viajar	13,8"	350mm
Velocidad de alimentación	0-7,38 pies por minuto	0-2250 mm/min	

Showing 1 to 10 of 17 entries

Estamos en línea... Chat

La rectificadora de superficie plana o amoladora de superficie de precisión de la marca chevalier, la cual se encuentra en el mercado colombiano, representada por la compañía aeromaquinados SA; Y su modelo FSG-1224\16 ADIV es la mejor ofertada, por la característica tecnológica e innovadoras, de ser adquirida por la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, incrementara su producciones, tendra rectificadores por menos horas de trabajos, reducirá los alto porcentajes de retrabajos por rectificadores por fuera de especificaciones y disminuye los accidentes de trabajos por equipo en mal estado, se proyecta un aumento del 40% de los moldes y cuchillas rectificadas en la rectificadora superficie plana con la adquisición del nuevo equipo.

La necesidad que tienes la empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS, de adquirir este equipo, primero disminuir los retrabajos que son generados por la rectificadora en mal estado que posee la empresa, segundo reducir las horas de rectificado de los moldes y cuchillas que se elabora en la rectificadora plana, esto debido a que la nueva máquina posee última tecnología en minimizar tiempo como por ejemplo el sistema HIM con que cuenta la rectificadora, esto permite al técnico a cargo de activo interactuar a través de una pantalla táctil con los comandos de la máquina y de esta manera reducir el tiempo de alistamiento y esto sumado a la lista de aparatos tecnológicos que posee la rectificadora de superficies plana.

FIGURA 7**Rectificadora Universal**

Nota: Imagen tomada por el autor, rectificadora universo de la empresa GEMET SAS.

Rectificadora universal

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, en la actualidad tiene fuera de operaciones la rectificadora universal de origen alemana de la marca HELLER, está rectificadora por más de 30 años ininterrumpido prestó su servicio, esto le produjo desgaste que depreció el equipo y en sus sistemas de ejes, ajustes de rodamiento exteriores y interiores en mal estado,

motores eléctricos fundido todos estos eventos conllevan a un porcentaje muy elevado de depreciación

La situación actual de rectificadora universal como ya se describió, esta inoperativa esto a generado; Que la compañía tome la decisión de tercerizar este servicio, dependiendo de otra empresa que no le cumple con los tiempos de entrega y no a encontrado en el mercado nacional una empresa que cuente con un activo con los parámetros adecuado y sumado a esto que cumpla con los compromiso adquirido en los tiempo de entrega de los componentes y piezas rectificado en este equipo.

Es muy importante tener en cuenta que la rectificadora universal, es la encargada de realizar rectificado de ángulos y de perfiles a los ejes, siendo esta operación de alta complejidad y de precisión, que complementa los proceso realizados en máquina-herramienta torno y fresadora, a pesar que este equipo genera un porcentaje muy baja de utilidades a la empresa, es muy solicita por nuestro cliente, todo esto debido a la alta precisión que manejan estos equipos, A Continuación le presentamos la alternativa tecnología, como es la rectificadora universal USM 500 de la marca BERNARDO.

FIGURA 8**Rectificadora Universal.**

Nota:[Imagen]tomada//www.bernardo.at/es/products/metal/mecanizado-de-metal/rectificadoras/rectificadoras-universales/p/usm-500/

Rectificadora universal BERNARDO USM 500

La compañía IMAT SAS, con sede principal en bogotá, líder en importación y comercialización de máquinas-herramientas y rectificadora en colombia, y distribuidora autorizada de la marca BERNARDO, oferta como mejor opción la rectificadora universal, con las

misma dimensiones, con la que contaba la empresa GEMET SAS, pero con la última tecnología en el mercado de rectificadoras universales y con una capacidad de confiabilidad 99% por ser un equipo nuevo.

Loa aspecto tecnológico en particular de esta rectificadora universal son:

Propiedades

- + Dispositivo de refrigeración, lubricación central y extractor de polvo como estándar
- + Sencillo cambio de engranajes que permite un rápido cambio de velocidades
- + Usada en talleres de fabricación herramientas y moldes, o en escuelas profesionales
- + Ajuste de la mesa longitudinal hidráulico o manual (el eje X)
- + Cabezal ajustable en altura e inclinable (-100° a +100°)
- + Rectificadora cilíndrica, plana y afiladora de herramientas en una sola máquina
- + Construcción en fundición gris que evita las vibraciones de rectificado
- + Rodamiento especial en el cabezal para unos resultados de rectificado óptimos
- + Su aplicación en diferentes áreas incrementa la producción

Especificaciones técnicas

+ Ø max. de pieza	200 mm
+ Distancia entre centros	500 mm
+ Rectificado plano	200 x 50 mm
+ Rectificado exterior	Ø 5 - 50 x 400 mm
+ Rectificado interior	Ø 10 - 50 x 75 mm
+ Peso máx. de pieza	10 kg
+ Cabezal	
+ Inclinación	-90° a +90°
+ Revoluciones	110 / 200 / 300 rpm
+ Cono del cabezal	CM 2
+ Diámetro del plato	100 mm
+ Cabezal de rectificar	
+ Inclinación	-100° a +100°
+ Carreras	
+ Transversal	230 mm
+ Vertical	210 mm
+ Graduación vertical	0,01 mm
+ Desplazamiento vertical / vuelta de volante	2 mm/r
+ Graduación transversal	0,02 mm
+ Desplaz. transversal / vuelta de volante	2 / 4 mm/r
+ Tamaño del disco	200 x 20 x 75 mm
+ Revoluciones	2500 rpm
+ Revoluciones cabezal rectificado interno	13500 rpm
+ Tamaño piedra de afilar	Ø 26 x 20 x 6 mm
+	Ø 10 x 10 x 3 mm
+ Mesa de trabajo	
+ Carrera máxima	480 mm
+ Avance longitudinal hidráulico	0,01 - 6 m/min
+ Inclinación de la mesa	-45° a +45°
+ Cono del contrapunto	CM 2
+ Carrera del contrapunto	15 mm
+	
+	
+ Potencia del motor	2,5 kW
+ Potencia motor de lijado	1,1 kW
+ Dimensiones de máquina (L x An x Al)*	1500 x 1150 x 1400 mm
+ Peso aprox.	1300 kg
+	

* sin extractor de polvo ni equipo de refrigeración

La rectificadora universal de la marca BERNARDO, la cual se encuentra en el mercado colombiano, representado por la compañía IMAT SAS; Y su modelo USM 500 es la que mejor se oferta, por la característica tecnológica e innovadoras, de ser adquirida por la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, dejará de tercerizar las actividades que realiza esta equipo, y cumplirá a sus clientes con los tiempo de entrega de de los componentes y actividades que se realizan en la rectificadora universal.

la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, tiene proyectado atraer nuevos clientes con la adquisición de activo, todo esto debido a las tareas de alta precisión y excelente acabados que realiza rectificadora.

Necesidades operativas y de producción de la empresa para definir los requerimientos técnicos de la nueva planta.

Al definir los requerimientos de una nueva planta, es fundamental considerar tanto las necesidades operativas como las necesidades de producción de la empresa. Estos dos puntos son cruciales para asegurar que la planta sea capaz de cumplir con los objetivos estratégicos de la organización.

Necesidades operativas y de producción.

1. Proximidad Con el Proveedor

La empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS, no cuenta con un proveedor de materia prima en la ciudad de barranquilla con características, acorde a la exigencia de sus clientes, esto ha generado retraso en las entregas de los componentes y piezas que son elaboradas en la compañía.

Esta situación ha generado, que la empresa GEMET SAS realice sus pedidos de materia prima a otros proveedores ubicados en ciudades alejadas.

Por la posición geográfica de sus proveedores, a surgido grandes desafíos que han afectado desempeño y la relación con ellos, como:

- Demoras en el Suministro

La distancia que tiene que recorrer la materia prima, ha causado retraso en el transporte de la misma derivado múltiples factores, lo que ha resultado con afectación en la interrupción de la cadena de suministro de los tiempos de entregas de los componentes y piezas, (Christopher, M. 2016).

- La falta de Comunicación

La falta de proximidad física a los proveedores ha dificultado la comunicación en malos entendidos, como claridad en requisitos y materia prima sin especificaciones técnicas, (Christopher, M. 2016).

- Mayor Costo Logístico

La distancia geográfica aumenta los costos de transporte y, en algunos casos, aranceles o impuestos, (Christopher, M. 2016).

- Relaciones menos sólidas

La falta de interacción cara a cara ha debilitado la relación comercial y reducido la confianza mutua, lo que ha generado problemas y situaciones críticas, (Christopher, M. 2016).

2. Espacio y diseño de LAYOUT

- La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, no cuenta una distribución de planta adecuada.

Al no contar con un diseño y distribución adecuado del layout la planta de producción ha generado una serie de problemas que impactan negativamente la eficiencia, productividad y rentabilidad del negocio.

Los problemas más comunes que hemos encontrado en la planta de producción de la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, Son:

- Desperdicio de Tiempo en Desplazamiento

Los equipos y materiales no están organizados adecuadamente, los empleados le tocas recorrer distancias muy largas para obtener las herramientas y componentes, lo que genera un aumento total del tiempo de producción, (Heizer, J., & Render, B. 2017).

- Retrasos en los Procesos

La falta de flujo de trabajo continuo ha llevado a interrupciones frecuentes, cuellos de botellas, y tiempo de espera innecesarios, (Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. 2006).

- La Falta de Ergonomía

La empresa tiene un layout deficiente, lo que afecta la comodidad y la eficiencia de los trabajadores y a disminuyendo su productividad y aumentando la fatiga (Stevenson, W. J. 2018).

- Interferencia y Congestión

Las estaciones de trabajos están demasiadas cerca y mal ubicadas, lo que ha generado interferencias entre trabajadores, equipos, procesos, lo que ralentiza la producción, (Sharma, S., & Tiwari, M. K. 2011).

- Mayor Riesgo de Errores y Defectos

El desorden y la mala organización de la planta, ha causado errores en la fabricación de piezas y componentes lo que ha impactado en la calidad del producto final, (Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. 2010).

- Dificil Control de Calidad

La mala distribución de la planta ha dificultado el acceso a las áreas de inspección y control de calidad, lo que aumentado la probabilidad de que los defectos pasen desapercibidos, (Heizer, J., & Render, B. 2017).

- accidentes laborales

La mala disposición de las máquinas y equipos ha aumentado el riesgo de accidentes, como tropiezos, caídas, y colisiones, (Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. 2006).

- Ambiente de Trabajo Peligroso

Las áreas de trabajo están mal ventiladas, lo que ha creado condiciones inseguras para los empleados, como exposición a humos, calor excesivo, falta de espacio para maniobras, (Stevenson, W. J. 2018).

- Falta de Visibilidad

El layout de la empresa se encuentra desorganizado, lo que ha generado que sea más difícil supervisar las operaciones, lo que reducido la capacidad de detectar problemas y la preocupación de la empresa es que estos problemas se convierten en inconvenientes mayores, (Sharma, S., & Tiwari, M. K. 2011).

3. alternativas tecnológicas

La Compañía General Mecanica Tecnica, GEMET SAS, en la actualidad sus equipos están en muy malos estado, como son maquina herramienta torno horizontal, máquina herramienta fresadora universal, rectificadora de superficie plana y rectificadora universal.

Al tener una planta de mecanizado equipada con máquinas herramientas en malas condiciones acarrea una serie de consecuencias negativas para la empresa, el personal, y la calidad del producto. A Continuación dataremos algunos de los aspectos más negativos:

- Imprecisiones en el mecanizado

En el mecanizado ha provocado piezas fuera de tolerancias.

- Defectos Recurrentes

Esto ha conllevado a la devolución de los clientes, reclamaciones y pérdida de confianza.

- Rechazo de Piezas

Alta cantidad de material desperdiciado, lo que incrementa los costos de producción.

- Aumento en el Costo Operación

Debido al mayor uso de materiales, tiempo de trabajo y desecho de piezas defectuosas.

- Los equipos defectuosos han generado paradas no.

- programadas, afectando la eficiencia de la línea de producción.
- Se ha incrementado la necesidad de reparación constantes, lo que ha impactado el presupuesto destinado al mantenimiento.

“El costo operativo aumenta significativamente cuando la maquinaria requiere reparaciones frecuentes y cuando la calidad de la piezas producidas disminuye debido a la falta de precisión” (Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. 2016).

- Tiempo Inactivos Prolongado

Causados por paros inesperados debido a fallas en las máquinas.

- Operaciones más Lentas

Encontramos menos eficiencia en los operadores, ya que deben lidiar con equipos ineficientes.

Los empleados deben realizar ajustes mensuales constantes, lo que reduce la velocidad del trabajo, (Groover, M. P. 2021).

En los procesos de mecanizado, es crucial mantener la calidad. La maquinaria defectuosa no puede garantizar la calidad constante de las piezas lo que afecta la producción.

- Mayor Desgaste del Equipo y Costos de Mantenimiento.

-El uso de equipos en mal estado acelerando el desgaste de las máquinas-herramientas, reduciendo su vida útil.

-Aumento de la frecuencia de mantenimiento correctivo, que suele ser más costoso que el preventivo.

-Daños irreversibles en los equipos, que requieren la compra de nuevos equipos.

Las paradas no programadas y la ineficiencia debido a equipos defectuosos tiene un impacto directo en la productividad de la planta, (Heizer, J., Render, B. 2019).

- Riesgo de Seguridad y Salud Laboral.

-Se han aumentado los accidentes laborales debido a las fallas en los equipos, como cortes, aplastamientos.

-El uso de la maquinaria deficiente ha generado vibraciones excesivas, ruido y emisiones peligrosas, lo que ha desencadenado afectaciones en la salud de los trabajadores.

-Los operadores han sufrido fatiga por el esfuerzo adicional que tienen que hacer al trabajar con los equipos que no funcionan correctamente.

-La OSHA establece que la seguridad de los operarios es una prioridad y que el uso de maquinaria defectuosa aumenta el riesgo de accidente laborales. el mal mantenimiento de la maquinaria puede dañar los sistemas de seguridad diseñados para proteger a los empleados.

- Impacto Negativo en la Moral y Motivación del Personal

El uso de maquinaria defectuosa también tiene un impacto negativo en el personal operativo. Los empleados que trabajan con equipos defectuosos están sintiendo que su esfuerzo no se valora, lo que está reduciendo la moral y una alta rotación de personal.

-Los trabajadores se encuentran desmotivados al encontrarse en situación de verse obligados a trabajar con equipos inadecuados que no le permiten hacer su trabajo correctamente.

-Otro agravante es la frustración al tener que lidiar con continuas interrupciones o defectos en las piezas producidas.

-Los empleados están considerando la opción de capacitarse y buscar empleo en otra empresa, con mejores condiciones de trabajo.

“La baja moral y el estrés laboral aumentan cuando el personal se enfrenta a equipos defectuosos, lo que puede afectar su rendimiento y, en última instancia, su retención en la empresa,” (Noe, R. A. 2020).

- Pérdida de competitividad.

-La empresa ha reflejado incapacidad para cumplir con los plazos de entrega, lo que ha llevado a la pérdida de clientes.

-Dificultad para adaptarse a nuevos pedidos o productos, ya que la maquinaria ineficiente no permite realizar ajustes con rapidez.

-La imagen de la compañía se ha visto afectada, lo que ha reducido su reputación.

-Las empresas con equipos defectuosos enfrentan grandes desafíos competitivos, ya que la capacidad para cumplir con las expectativas del cliente disminuye debido a fallos en la producción, (Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. 2019).

- Capacitación del personal

General Mecanica Tecnica SAS, no cuenta con personal capacitado, su mano de obra no está certificada, por lo que las personas a cargo de las máquinas herramienta desconocen algunas de sus funciones básicas, como por ejemplo interpretar un plano mecánico.

La falta de empleados con habilidades adecuadas le ha acarreado a la empresa diversas consecuencias negativas que impactan la calidad del producto como la eficiencia operativa y la rentabilidad de la planta. A Continuación, se detallan algunas de las principales consecuencias de no contar con personal capacitado.

- Disminución de la Calidad del Producto.

-Errores en los procesos de mecanizado; Los operadores al no tener la capacitaciones adecuada han cometido errores a la hora de operar la máquina-herramientas, lo que ha resultado en producto defectuoso.

-Mayor tasa de rechazo y desperdicio; La falta de conocimientos de los trabajadores de la empresa ha llevado a la producción de las piezas fuera de tolerancias, aumentando la cantidad de piezas rechazadas y material desperdiciado.

“La falta de competencias técnicas en los operarios aumenta los defectos y los desperdicios en la manufactura, lo que afecta la rentabilidad" (Groover,M.P. 2021).

- Incremento en los Costos Operativos.

-Costos de retrabajos y desperdicio; Cuando el producto no cumple con los estándares de calidad Debido a los errores del personal, es necesario retrabajar, o desechar la piezas, lo que incrementa los costos operativos.

-Ineficiencia en el uso de los recursos; El personal a no estar capacitado ha utilizado incorrectamente las herramientas y maquinaria, provocando desgastes prematuros y aumentado los costos de mantenimiento y reparación.

-Los errores humanos son una causa significativa del aumento de los costos operativos y de producción, (Heizer, J., & Render, B. 2019).

- Aumento de los tiempos de inactividad.

-Fallas en la programación y configuración; Los operadores por no estar certificados ni capacitados, tardan más tiempo en programar y configurar las máquinas herramientas, lo que resulta en mayor tiempo de inactividad.

-Paro no programados; La falta de conocimientos en el mantenimiento preventivo puede llevar averías no planificadas, que interrumpen la producción y reducen la eficiencia general de la planta.

“El entrenamiento adecuado de los empleados puede reducir significativamente los tiempos de inactividad no planificada" (Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. 2016).

- Riesgo de Seguridad y accidente laboral.

-Operaciones inseguras de equipos: El personal sin capacitación de la empresa, ha cometido errores que han colocado en riesgo la seguridad de sus compañeros, aumentando la posibilidad

de riesgo laborales.

- Costos asociados a incidentes; Los accidentes han derivado en costos legales, indemnización y Aumentos en las primas de seguro.

“La falta de capacitación es una de las principales causas de accidentes en entornos industriales”(Occupational Safety and Health Administration OSHA).

- Reducción de la productividad.

-Bajo rendimiento; Los empleados ya que no dominan el uso de las máquina plana capacidad, lo que disminuye la eficiencia productiva de la planta.

-Falta de optimización de los procesos; La falta de conocimiento en técnicas avanzadas, como la optimización del ciclo de mecanizado, limita la capacidad de mejorar los procesos y reducir tiempo de producción.

“Capacitar al personal contribuye al logro de los objetivos estratégicos y mejora la eficiencia de la organización”, (Kaplan, R. S., & Norton, D. P. 1996).

- Pérdida de competencia y reputación.

-Plazos de entrega incumplidos; La baja eficiencia y los errores en la producción pueden retrasar las entregas a los clientes, afectando la satisfacción del cliente y, en última instancia, la reputación de la empresa.

-Dificultad para adoptar nuevas tecnologías; Sin personal capacitado, resulta difícil implementar mejoras tecnológicas o procesos de automatización, lo que deja a la empresa en desventajas frente a la competencia.

-La capacidad de una empresa para mantenerse competitiva depende en gran medida de habilidad para innovar y mejorar sus procesos, (Porter, M. E.2008).

Requerimientos técnicos para la nueva planta

1. Solución Técnica, Proximidad a Los Proveedores.

Para enfrentar los desafíos de la comunicación y la coordinación con los proveedores en el sector del mecanizado a distancia, es crucial implementar soluciones técnicas adecuadas que garanticen la calidad, eficiencia y continuidad de los procesos de producción.

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, implementará los siguiente puntos para darle una solución técnica, a los problemas de distancia con su proveedores.

- Uso de Gestión de Proveedores (Supplier Management Systems)

Se implementará un sistema de gestión de proveedores que permita centralizar la información, automatizar procesos de compras y mejorar la visibilidad en la cadena de suministro. Estos sistemas ayudan a monitorear el rendimiento de los proveedores y mantener una comunicación fluida, reduciendo tiempos de respuestas y errores.

“La integración de tecnologías en la gestión de proveedores puede mejorar significativamente la eficiencia operativa, minimizando las demoras en producción.” (Krajewski et al., 2022).

“ Un sistema de gestión de proveedores eficaz es esencial para mantener la calidad y reducir costos en entornos de producción ajustada.” (Christopher, 2020).

- Implementación de tecnologías de comunicación remota

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS. Usará herramientas de videoconferencia (como Zoom, Microsoft teams) y sistemas de colaboración en línea (como Slack, Asana, o Trello) es fundamental para mantener una comunicación constante y en tiempo real con los proveedores, lo que facilita la resolución de problemas técnicos y la coordinación en la producción.

“Las plataformas de comunicación virtual no solo permiten la interacción en tiempo real, sino que también proporcionan un historial de conversaciones que pueden ser utilizados para auditorias y evaluaciones de desempeño.” (Serrano & Oliver, 2021).

- Monitoreo en Tiempo Real y Control de Calidad con IoT (Internet de las Cosas)

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, implementará el uso de dispositivos IoT y sensores en los talleres de mecanizados permitirán la supervisión remota de las máquinas y el control de la calidad de las piezas producidas. Esto facilita la identificación temprana de problemas y permite a los proveedores tomar medidas correctivas antes de que se convierta en un problema mayor.

“El uso de la tecnologías IoT en la manufactura permite un control continuo del estado de la maquinaria, lo que resulta en un mayor precisión en el mecanizado y una reducción de tiempos de inactividad” (Lee et al., 2023)

- Adopción de Plataformas de Gestión de Proyectos Basadas en la Nube

Las plataformas en la nube permitirán que tanto la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, y sus proveedores accedan a los mismos documentos, planos y especificaciones en tiempo real, lo que mejora la transparencia y la colaboración. Además, permite gestionar los cambios en los pedidos de manera eficiente.

“El uso de soluciones basadas en la nube para colaboración con proveedores reduce el riesgo de errores en la interpretación de los requisitos técnicos y agiliza el proceso de aprobación”

(Venkatesh & Davis, 2020).

- Simulación y Prototipado Virtual con Software CAD\CAM

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, contempla el uso de software de diseño asistidos por computador (CAD) que le permitan simular las piezas y procesos antes de la fabricación físicas. Esto ayuda a identificar Posibles problemas y optimizar los diseños.

“ La simulación digital antes de la producción permite una validación temprana del diseño, reduciendo retrabajos y optimizando el tiempo de entrega.” (Groover, 2019)

2.Solución técnica, espacio y diseño LAYOUT.

La empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS, teniendo en cuenta que el diseño layout de una planta como es en este caso, enfocada al mecanizado de arranque de virutas, es fundamental para optimizar la producción, reducir costos y mejorar la eficiencia en el proceso de fabricación, la empresa teniendo un buen layout asegura un flujo eficiente de materiales, minimizará los tiempos de transporte y mejorará las condiciones de trabajos para los operarios.

Un mal diseño de espacio o layout en una empresa de mecanizado puede impactar negativamente en la eficiencia operativa, la seguridad de los trabajadores y los costos de producción.

La distribución de los equipos, herramientas y las áreas de trabajo influye en los tiempos de producción, el flujo de materiales y la calidad del producto final.

A Continuación, le presentamos soluciones técnicas que implementará la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, para mejorar su layout ineficiente.

- Rediseñar el flujo de trabajo

Es fundamental analizar el flujo de material y proceso para optimizar la disposición de los equipos y reducir los tiempos muertos.

Utilizar herramientas diagrama de spaghetti permite identificar trayectoria innecesaria y optimizar el flujo entre estaciones de trabajo.

“Un análisis adecuado del flujo de trabajo puede reducir las distancias recorridas por el personal y los materiales, mejorando así la eficiencia y disminuyendo los costos operativos” (Heizer & Render, 2014).

- Técnica de lean manufacturing

Aplicar conceptos como el Just-In-Time (JIT) y el mapeo de valor (Value Stream Mapping) ayude a identificar y eliminar desperdicios en el layout. Esto facilita una mejor organización del espacio de trabajo y optimiza el uso de los recursos.

“El enfoque lean para el diseño de layout minimiza los desperdicios asociados con el tiempo de transporte, la espera y el movimiento, mejorando la eficiencia general de la planta.”
(Liker, 2004)

- Utilizar software de simulación y modelo 3D

Se utilizarán herramientas como AutoCAD, FlexSim o Plant Simulation que permitan diseñar y probar diferentes configuraciones antes de realizar cambios en planta. Esto reduce los costos asociados con los rediseños y ayuda a encontrar la configuración más eficiente.

“la simulación de layout permite evaluar diferentes alternativas y anticipar problemas potenciales antes de realizar cambios en el entorno real.” (Banks, 2010).

- Mejorar la ergonomía y la seguridad

Un buen diseño del layout prioriza la seguridad y la ergonomía para reducir los accidentes y mejorar la productividad. Colocar las máquinas y estaciones de trabajo a una altura adecuada, así como asegurar pasillos despejados, contribuye a un entorno laboral seguro.

“Un diseño ergonómico de espacio de trabajo reduce la fatiga y aumenta la eficiencia del operario, mejorando la productividad en general.” (Pheasant & Haslegrave, 2006).

- Aplicar el método de 5S para la organización del espacio

Se implementará la metodología 5S (Clasificar, Ordenar Limpiar, Estandarizar y Mantener) Se ayudará a mantener un entorno de trabajo limpio y eficiente. Esto no solo mejora la organización, sino que también reduce el tiempo de búsqueda de materiales.

“La aplicación del método 5S no solo optimiza el uso del espacio, sino que también mejora la moral del personal y la seguridad en la planta.” (Hirano, 1996).

- implementar un sistema de gestión visual.

Se utilizarán señalización visual y tablero kanban para gestionar el flujo de materiales y tareas en tiempo real ayudará a mejorar la eficiencia y reducir el tiempo de inactividad.

“Los sistemas visuales proporcionan información inmediata y aumenta la transparencia operativa, facilitando una rápida toma de decisiones.” (Galsworth, 2005).

3) Soluciones Técnicas a Las Alternativas Tecnológicas.

La empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS, abordado los problemas técnicos y de maquinaria en mal estado, en una empresa de mecanizado, es fundamental considerar tanto la evolución del estado de los equipos como implementación de soluciones preventivas y correctivas para evitar impactos negativos en la producción.

A Continuación le presentamos algunas soluciones técnicas que implementará la empresa GEMET SAS.

- Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es esencial para prolongar la vida útil de la maquinaria y reducir tiempos de inactividad. Esto implica la programación regular de inspecciones, ajustes, lubricación, y reemplazo de piezas desgastadas antes de que fallen.

-Se creará un cronograma de mantenimiento basado en hora de operación de la maquinaria.

-Utilizar sensores y herramientas de monitoreo para detectar signos tempranos de desgaste o vibración excesiva.

-Capacitar al personal en el mantenimiento básico para que identifique y reporten problemas de forma temprana. (Garcia, J. M., & Lopez. 2020)

B Implementación de Mantenimiento Predictivo

A diferencia del mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo se basa en recopilación y análisis de datos en tiempo real para predecir fallos antes de que ocurran, utilizando tecnologías como análisis de vibraciones, termografías y ultrasonidos.

Acciones tomadas por la empresa.

- Integrar sensores IoT en la maquinaria para recopilar datos en tiempo real.
- Utilizar software especializado para analizar datos y detectar patrones que preceden a fallos.
- Ajustar los parámetros de operaciones para reducir el desgaste y mejorar la eficiencia, (Smith, A., & Hawkins, B. 2021).

- Reparación y Reemplazo de Componentes Críticos

Cuando una máquina presenta fallo recurrente, puede ser más rentable y eficiente reemplazar componentes críticos en lugar de intentar reparaciones múltiples. En estos casos, es vital realizar un análisis de costo-beneficio para decidir si reparar o reemplazar equipos.

Acciones recomendadas para los equipos de empresa GEMET SAS.

- Evaluar la disponibilidad de repuestos y la vida útil restante del equipo.
- Establecer un inventario de piezas críticas para agilizar el proceso de reparación.
- Considerar la modernización de equipos antiguos mediante retrofit integrando nuevas tecnologías en maquinarias obsoletas, (Perez, R., L. 2019).

Capacitación de Personal

Una de las causas comunes en fallos en la maquinaria es la operación inadecuada por parte del personal. invertir en la capacitación del equipo de trabajo es clave para reducir los errores y mejorar el uso eficiente de los equipos.

Acciones recomendadas

- Ofrecer cursos regulares sobre el uso seguro y eficiente de la maquinaria.
- Desarrollar manuales y guías de operaciones adaptados a cada equipo específico.
- Fomentar la cultura de reportar problemas técnicos de forma temprana, (Fernandez, M. L. 2022).

Optimización de Procesos de producción

A veces, los problemas en la maquinaria no se deben a fallos técnicos, sino ineficientes que causan un uso excesivo del equipo. Optimizar los procesos de mecanizado mediante la automatización y análisis de flujo de trabajo puede reducir el desgaste y prolongar la vida útil del equipo.

- Implementar herramientas de automatización y control numérico (CNC) para mejorar la precisión y reducir errores.

- Realizar auditorías de eficiencia en los procesos para identificar áreas de mejora.

- Establecer un sistema de gestión de calidad que controle las condiciones de operaciones, (Hernández, S., & Torres, J. 2018).

La empresa General Mecánica Técnica, tiene que realizar una inversión en equipos de mecanizado de alta calidad y en su mantenimiento adecuado, no solo para mejorar la eficiencia y la calidad, sino que también reducir los costos a largo plazo y promover un ambiente de trabajo seguro y motivador. Ignorar el estado de los equipos puede acarrear consecuencias severas para la sostenibilidad del negocio.

4) Soluciones técnicas, falta de capacitación de los colaboradores de la empresa gemet sas.

La empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS, Implementará un plan de capacitación integral no solo para mejorar la productividad y la calidad en la planta de mecanizado, sino que también reducir los costos y mejorar la seguridad. Invertir en el desarrollo de competencia de personal es clave para mantener la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo.

Antes de diseñar el plan, la empresa es crucial realizar un análisis para identificar las necesidades de capacitación de los operarios.

-Análisis de habilidades actuales; Evaluar el nivel de competencia de los operarios existentes a través de pruebas, observaciones, y entrevistas.

-Identificación de brecha; Comparar las habilidades actuales con las competencias para operar máquinas-herramientas, de última tecnología y otros equipos de mecanizado.

-Objetivo del plan; Definir los objetivos de acuerdo con las necesidades identificadas, como reducir errores, mejorar la eficiencia, o actualizarse en el uso de nuevas tecnologías.

“El análisis de necesidad es el primer paso para diseñar programas de capacitación efectivos” (Blanchard, P. N., & Thacker, J. W. 2013).

- Diseño del plan de capacitación.

Objetivo del programa:

-Mejorar la competencia técnica en la operación de máquinas-herramientas de mecanizado.

-Aumentar la seguridad y la eficiencia en el uso de equipo.

-Fomentar la calidad en los procesos de producción y reducir el desperdicio.

Duración:

-Curso inicial; 4-6 semanas, dependiendo de la complejidad de los equipos y los niveles de experiencia de los operarios.

Capacitación continua; Sesiones periódicas de actualización 6-12 meses.

Modalidad:

Teórica-Práctica: Con un enfoque en el aprendizaje práctico en el taller.

Metodología:

-Clases presenciales y online para la teoría.

-Práctica supervisada en equipos de mecanizado.

-Uso de simuladores y programas de software CAD\CAM.

-Evaluación periódica para medir el progreso.

“El uso de herramientas tecnológicas como simuladores mejora el aprendizaje práctico en entornos controlados” (Groover, M. P. 2021).

- Contenido del plan de capacitación.

Módulo 1: Fundamentos del mecanizado.

-Principios básicos del mecanizados (torneado, fresados, taladrado, rectificado)

-Lectura e interpretación de planos y diagramas técnicos.

-Conceptos de metodologías e inspección de calidad, (Kalpakjian, S., & Schmid, S. R.2013).

Módulo 2: seguridad en el taller.

-Identificación de riesgo y medidas de prevención en el uso de maquinaria.

-Uso correcto de equipos de protección personal (EPP).

-Procedimientos de emergencia y respuesta ante accidentes.

“La capacitación en seguridad es esencial para reducir los accidentes en plantas industriales”

(Occupational Safety and Health Administration (OSHA)).

Módulo 3: Mantenimientos de equipos.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria.
 - Técnica para detección temprana de fallas en equipos.
 - Optimización de vida útil de herramientas y maquinaria, (Heizer, J., & Render, B. 2019).
- Evaluación y medición del desempeño.

Para asegurar la efectividad del plan de capacitación, se debe implementar mecanismos de evaluación continua:

- Prueba teórica y prácticas al finalizar cada módulo.
- Evaluación de desempeño en el trabajo para medir la aplicación de conocimientos adquiridos.
- Revisión periódica de nivel de competencia de los operarios y ajustes a plan según sea necesarios.

Indicadores de evaluación:

-Reducción en el número de errores y piezas defectuosas.

-Mejora en los tiempos de producción y eficiencia operativa.

-Reducción de accidentes laborales.

Utilizar un enfoque basado en indicadores para medir el retorno sobre la inversión (ROI) de la capacitación, (Phillips, J. J., & Stone, R. D. 2012).

- Implementación del programa de capacitación.

- Asignación de instructores: Personal interno con experiencia o consultores externos especializados.

-Recurso necesario: Salas de capacitaciones, simuladores, software CAD\CAM, y acceso a maquinaria para prácticas.

-cronograma de trabajo: Planificación de horario de entretiempos que no interfieran con la producción.

“La implementación exitosa requiere una planificación cuidadosa para minimizar la interrupción del trabajo” (Noe, R. A. 2020).

Seguimiento y mejora continua.

Una vez implementado el plan, es esencial establecer un sistema de seguimiento para evaluar su efectividad y realizar ajustes.

-Encuesta de satisfacción a los operarios capacitados.

-Análisis de datos sobre la calidad de producción y la eficiencia antes y después de la capacitación.

- Revisión y actualización del plan de capacitación cada año para incluir nuevas tecnologías, (Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. 2006)

Evaluación de los costos asociados al montaje de la planta, incluyendo inversión inicial costo de construcción, equipamiento y otros gastos operativos.

El montaje de una planta de mecanizado requiere de una evaluación detallada de los costos involucrados en cada etapa del proyecto para que sea viable y rentable. A continuación daremos a conocer los costos asociados, desde la inversión inicial hasta los gastos operativos para la nueva planta de la empresa General Mecanica Tecnica GEMET SAS.

- Inversión inicial.

Costo de construcción :

-Se incluyen los costos de diseño, permiso de construcción, materiales, mano de obra, instalaciones eléctricas, sistemas de ventilaciones y acondicionamiento para el taller. Se debe considerar también el costo de funciones especiales, para la instalación de maquinaria pesada.

Equipamiento maquinaria:

“Se establecerán los costos de la máquina herramienta torno, máquina herramienta fresadora universal y rectificadora de superficie plana, veremos una gran parte de la inversión inicial. Es importante considerar también los costos de instalación”. (Groover, 2021).

La selección que realiza la empresa General Mecánica Técnica GEMET SAS debe basarse en la necesidades de producción y la precisión requerida en las piezas.

Equipamiento auxiliar y sistemas de soporte

Herramientas y accesorios.

-Además de la maquinaria principal, se debe adquirir herramientas de cortes, herramientas de medición.

Sistema de soporte.

-Se deben incluir los gastos del sistema de refrigeración y lubricación, aspiración de virutas, sistema de control de calidad y equipos de seguridad. Estos son necesarios para garantizar la eficiencia operativa y cumplir las normativas de seguridad.

- Costos operativos.

Los costo operativos se incluyen todo los gastos asociados a la puesto en marcha y funcionamiento de la planta:

Mano de obra.

-Salarios, beneficios y capacitaciones para los operarios y el personal técnico. (Heizer y render, 2019), los costos de la mano de obra pueden ser un factor decisivo en la localización de la planta.

Energía y suministro.

Las máquinas- herramientas y los procesos de mecanizados requieren un consumo significativo de electricidad, refrigerante y lubricantes.

- Costos indirectos y de puesta en marcha.

Logística y transporte.

Incluye el costo de transportar la maquinaria al sitio y la configuración de la cadena de suministro para materiales y piezas.

Capacitación del personal.

La implementación de nuevas tecnologías a menudo requiere la capacitación de operarios y técnicos, especialmente si se utilizan máquinas avanzadas. (Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R., 2016).

Evaluación de costos asociados al montaje de la planta, de la empresa general mecánica técnica GEMET SAS.

1) Inversión inicial

costo de construcción.

Costo de obra civil de la instalaciones de los 4 equipos.

Armazón de hierro:	\$ 2.000.000
--------------------	--------------

Hormigón 2000 kg\cm2:	\$ 2.000.000
Mano de obra:	\$ 3.000.000
Instalaciones eléctricas a todo costo:	\$ 4.000.000

Equipamiento.

Torno horizontal de 2m:	\$ 110.000.000
Fresadora universal :	\$ 90.000.000
Rectificadora de superficie plana:	\$ 100.000.000
Rectificadora universal:	\$ 90.000.000

Categoría	Costo estimado
Costo de construcción	\$ 11.000.000.
Equipamiento de maquinaria	\$390.000.000

2) Equipamiento auxiliar, sistema de soporte.

Herramientas y accesorios. (4 equipo)

Gamas de brocas diferentes diámetros:	\$ 3.000.000
Mandriles:	\$ 2.000.000
shock :	\$ 2.000.000
Porta insertos:	\$ 7.000.000
Divisor :	\$ 2.000.000
Juegos de piedras:	\$ 1.000.000
Jego de módulo:	\$ 3.000.0000

Calibradores y micrómetros: \$ 10.000.000

Sistemas de soporte.

Lubricantes de bancada: \$ 500.000

aceite refrigerante: \$ 500.000

Uniformes y (EPP): \$ 5.000.000

Categoría	Costo estimado
Herramientas y accesorios	\$30.000.000
Sistema de soporte	\$6.000.000

3) Costos operativos

Mano de obra.

Salario de 4 operarios: \$ 12.000.000 mensuales

Energía y suministro.

Consumo de energía: \$ 6.400.000

Nota:

Lo cuatro equipos trabajan con motores eléctricos trifásicos 15 HP y consume por hora 7.5 kwh.

En barranquilla el valor de kWh está estipulado en \$1110 pesos colombiano y se trabaja 45 horas semanales.

Categoría	Costo estipulado
-----------	------------------

Mano de obra	\$142.000.000 anuales
Energía y suministro	\$6.400.000 mensuales

4) Costos indirectos y puesto en marcha.

Logística de transporte.

Valor de transportar los 4 equipos desde un punto inicial hasta la planta.

Valor del transporte: \$ 4.000.000

Capacitación del personal.

Honorarios de instructores: \$ 4.000.0000

Otros gastos: \$ 1.000.000

Nota.

Las capacitaciones se estipulan con una duración de 6 semanas en un año.

Categoría	Costo estipulado
Logística de transporte	\$4.000.000
Capacitación del personal	\$5.000.000 anual

Esta evaluación de costo, principalmente asociado al montaje de la planta, incluyendo inversión inicial, costo de construcción y equipamiento y otros gastos operativos. Para la empresa general mecánica técnica GEMET SAS, se realizó haciendo un análisis exhaustivo y detallado que incluye los costos directos como los indirectos.

Bibliografía

- Gutiérrez, R. (2018). *Rediseño de la distribución de la planta física del área de producción y almacén de la empresa Tubos y Metales & Cía Ltda.*. Universidad de Cartagena.
- Moraga, D. I. C. (2017). *Propuesta de distribución de planta y de ambiente de trabajo para la nueva instalación de la empresa MV Construcciones Ltda. de la comuna de Llanquihue, Puerto Montt – Chile*. Universidad Austral de Chile.
- Puma, G. (2016). *Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento para la empresa Prefabricados del Austro*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Infante, M. I. (2014). *Propuesta de una distribución de planta (layout) para la empresa manufacturera Regigantes S.A.*. Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Castro, E., & Castro, G. (2017). *Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa Congelados Trust S.A.*. Universidad de La Salle.
- Delgado, J. O. (2016). *Propuesta de distribución de planta para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate, Lima, Perú*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Figuerola, K. K. B. (2017). *Propuesta de redistribución de planta para mejorar la productividad de la constructora Galilea SAC*. Universidad Señor de Sipán.

Culqui, J. D. (2017). *Estandarización de tiempos y diseño de distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de cal de la empresa minera P'huyu Yuraq II E.I.R.L. en Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.

Maguiña, M. T. S. (2015). *Diseño de la distribución de una planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Tapia Escalante, C. M. R. (2019). *Análisis y diseño de la distribución de planta para una empresa textil*. Universidad Antonio Ruiz de Montoya.

Sánchez Abanto, M. M. R. (2017). *Rediseño de distribución en planta para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado “Paola Della Flores”*. Universidad Privada Antenor Orrego.

Medina Monteza, K. C. K. (2017). *Diseño y distribución de planta en la empresa textil Wilmer Sport SRL de la ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO.

Aquino Mas, J. E. Y. (2015). *Redistribución de planta en el área de producción de la empresa La Casa del Tornillo S.R.L. para mejorar la productividad*. Universidad Señor de Sipán.

Coronel, G. (2017). *Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L.* Universidad César Vallejo.

Hilario, R. G. (2018). *Distribución en planta y la productividad en la empresa Molino El Virrey - La Victoria, Lima-Perú*. Universidad César Vallejo.

Portugal, C. (2019). *Propuesta de mejora en la distribución de planta, gestión de almacenes y talento humano de la fábrica de urnas del Cementerio Parque de la Esperanza*. Universidad Católica de San Pablo.

Gómez, G. F. C. (2017). *Propuesta de redistribución de planta para el área de almacén para reducir tiempos, optimizar áreas de trabajo y flujo de materiales de una empresa de comercialización y servicios en la ciudad de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín.

Cahuina, J. U. I. (2016). *Propuesta de diseño de la distribución de una planta de bocaditos y botanas de la industria alimentaria*. Universidad Católica de Santa María.

Lazo, L. A. C. T. (2016). *Propuesta de redistribución de planta para una empresa de confección textil*. Universidad Católica de San Pablo.

Zegarra, F. J. C. (2018). *Propuesta de distribución de planta para mejorar los niveles de servicio al cliente en la nueva sede de una empresa de revestimiento de equipos de minería en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María.

Groover, M. P. (2021). *Fundamentals of modern manufacturing*. John Wiley & Sons.

Heizer, J., & Render, B. (2019). *Principles of operations management*. Pearson Education.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2016). *Operations management*. Pearson.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard*. Harvard Business School Press.

Porter, M. E. (2008). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press.

Blanchard, P. N., & Thacker, J. W. (2013). *Effective training: Systems, strategies, and practices*. Pearson.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2013). *Manufacturing engineering and technology*. Pearson.

Phillips, J. J., & Stone, R. D. (2012). *How to measure training results*. McGraw-Hill.
Noe, R. A. (2020). *Employee training & development*. McGraw-Hill Education.

Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels*. Berrett-Koehler Publishers.

Park, C. S., & Sharp-Bette, G. (1990). *Advanced engineering economics*. John Wiley & Sons.

García, J., & Morales, P. (2021). Evaluación técnico-económica de proyectos de energía solar fotovoltaica en México. *Revista de Energías Renovables*, 5(2), 150-162.

Pérez, R., & López, F. (2020). Aplicación de máquinas-herramienta en la industria 4.0: Un enfoque para la fabricación avanzada. *Journal of Manufacturing Processes*, 12(2), 203-215.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.

Heizer, J., & Render, B. (2017). *Principles of Operations Management*. Pearson.
En este texto se tratan los principios fundamentales del diseño de

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw-Hill.

Stevenson, W. J. (2018). *Operations Management*. McGraw-Hill Education.

Sharma, S., & Tiwari, M. K. (2011). *Operations Management: A Strategic Approach*. Springer.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management*.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2016). *Operations Management*. Pearson.

Heizer, J., & Render, B. (2019). *Principles of Operations Management*. Pearson Education.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2016). *Operations Management*. Pearson.

Groover, M. P. (2021). *Fundamentals of Modern Manufacturing*. John Wiley & Sons.

Noe, R. A. (2020). *Employee Training & Development*. McGraw-Hill Education.

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2019). *Operations Management: Processes and Supply Chains*. Pearson Education.

Smith, A. (2020). *Video Conferencing in Remote Work*. Journal of Communication Technologies, 5(2), 120-134.

Johnson, P., & Lee, K. (2019). *Digital Supply Chain Management Strategies*. Global Logistics Review, 12(3), 45-67.

García, J., & Martínez, R. (2021). *Cloud Storage and Remote Collaboration*. Information Systems Journal, 29(1), 89-102.

Banks, J. (2010). *Discrete-Event System Simulation*. Pearson Education.

Galsworth, G. D. (2005). *Visual Workplace: How to Create Visuality throughout Your Organization*. AMACOM.

Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principles of Operations Management*. Pearson.

Hirano, H. (1996). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Productivity Press.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. CRC Press.

Christopher, M. (2020). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson Education.

Groover, M. P. (2019). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Wiley & Sons.

Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2022). *Operations Management: Processes and Supply Chains*. Pearson.

Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2023). "Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment." *Procedia CIRP*.

Serrano, A., & Oliver, N. (2021). *Digital Transformation in Manufacturing: Tools and Strategies*. Springer.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2020). "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies." *Management Science*.

García, J. M., & López, P. (2020). *Mantenimiento preventivo y su impacto en la productividad industrial*. Revista de Ingeniería y Tecnología, 12(4), 45-56.

Smith, A., & Hawkins, B. (2021). *Predictive maintenance in manufacturing: Reducing downtime through technology*. Journal of Industrial Engineering, 35(2), 73-89.

Pérez, R., & García, L. (2019). *Gestión del ciclo de vida de maquinaria en la industria de mecanizado*. Ingeniería Mecánica Aplicada, 18(3), 21-33.

Fernández, M. L. (2022). *La importancia de la capacitación en la industria de mecanizado*. Boletín de Innovación Industrial, 7(1), 12-19.

Hernández, S., & Torres, J. (2018). *Optimización de procesos de mecanizado para mejorar la eficiencia operativa*. Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial, 10(2), 65-78.