



---

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
ESCUELA SUPERIOR CIUDAD SAHAGÚN

TÍTULO:  
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE  
TRABAJO CON CONDICIONES ERGÓNICAS.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:  
INGENIERÍA INDUSTRIAL.

PRESENTA:  
TANIA LIZETTE DÍAZ GARCÍA.

DIRECTOR  
FELIPE GUTIÉRREZ CASTILLO

TEPEAPULCO HIDALGO A 10 DE ABRIL DEL 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
 Escuela Superior de Ciudad Sahagún  
 Campus Sahagún

CLII-067-26

Asunto: Autorización de impresión

**P.D.L.I.I. C. Tania Lizette Díaz García**  
**Presente**

Por este conducto le comunico que el jurado que le fue asignado a su trabajo de "TESIS" con el nombre: **"Diseño e implementación de una estación de trabajo con condiciones ergonómicas"**, y que después de revisarlo en reunión de sinodales han decidido autorizar la digitalización del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

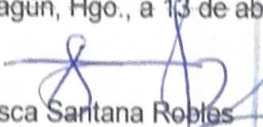
Presidente	Mtro. Silvestre Barrera Ordaz
Primer vocal	Ing. Felipe Gutiérrez Castillo
Secretario	Ing. Berenice Guadalupe Sánchez Reyes

Sin otro particular, me es grato reiterar a usted la seguridad de mi atenta consideración y respeto.

Atentamente

"Amor, Orden y Progreso"

Fray Bernardino de Sahagún, Hgo., a 13 de abril de 2026

  
 Dra. Francisca Santana Robles  
 Coordinadora de la Licenciatura en Ingeniería Industrial



c.c.p.- Expediente  
 FSR

"Amor, Orden y Progreso"



Carretera Otumba - Cd. Sahagún No. 7, Colonia Legaspi,  
 Zona Industrial, Ciudad Sahagún, Hidalgo, México  
 C.P. 43998  
 Teléfono: (771)7172000 Ext. 50201  
 essahagun@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la paciencia necesarias para llegar hasta este momento. Por acompañarme en cada paso, en los días de duda y en los de esperanza, y por permitirme cumplir una de las metas más importantes de mi vida.

A mis padres José Luis y Carmen por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la honestidad y la perseverancia. Este logro es también suyo, fruto de su esfuerzo, sacrificio y fe en mí.

A mis hermanos Elizabeth y Luis por estar siempre a mi lado, por su cariño y por brindarme palabras de aliento cuando más las necesité. Gracias por hacerme reír en los momentos de cansancio y por recordarme que la familia es el motor más grande para seguir adelante.

A mis abuelitos que, aunque ya no estuvieron físicamente conmigo en esta etapa, siempre han estado en mi corazón. Les conté de este sueño, y hoy puedo decir con orgullo que lo logré. Gracias por su amor, por sus enseñanzas, por las palabras que aún resuenan en mi memoria y por ser una parte tan importante de quien soy. Este logro también es para ustedes, con todo mi cariño y gratitud.

Al Dr. Abraham, por haber confiado en mí y brindarme la oportunidad de mi primer empleo, el cual representó un paso muy importante en mi desarrollo personal y profesional. Gracias por enseñarme la importancia de la disciplina, la constancia y la responsabilidad. Su apoyo no solo contribuyó a mi crecimiento, sino que también fue fundamental para que pudiera continuar y sostener mis estudios, permitiéndome hoy alcanzar esta meta.

A cada uno de mis maestros que me apoyaron a la realización de este proyecto, por compartir su conocimiento, su experiencia y su pasión por la enseñanza. Gracias por cada consejo, por cada lección y por haber contribuido a mi formación no solo académica, sino también humana.

A mi asesor de tesis Inge Felipe, por su orientación, dedicación y paciencia durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por guiarme con sabiduría, por su compromiso, sus valiosas observaciones y por confiar en mi capacidad para llevar esta investigación hasta el final. Su acompañamiento fue fundamental para que este trabajo se concretara.

A mis amigos, por su comprensión, su ánimo y su compañía a lo largo de este camino. Gracias por estar presentes en los momentos de estrés, por celebrar cada avance conmigo y por recordarme que los logros se disfrutan más cuando se comparten.

A todas las personas que, de alguna manera, formaron parte de este proceso con palabras, gestos o acciones, gracias por su apoyo. Cada uno de ustedes dejó una huella en este logro que hoy se materializa en mi tesis.

Con profunda gratitud,  
gracias por acompañarme en este camino y ser parte de mi historia.

# Índice General

<b>Capítulo I: Propósito y Organización.....</b>	<b>10</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>II. Planteamiento del problema.....</b>	<b>12</b>
<b>III.Preguntas de investigación.....</b>	<b>14</b>
<b>IV. Objetivos de la investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>V. Justificación .....</b>	<b>16</b>
<b>VI. Hipótesis.....</b>	<b>17</b>
<b>VII. Alcance del Proyecto y delimitación. ....</b>	<b>18</b>
<b>VIII. PLAN METODOLÓGICO.....</b>	<b>19</b>
8.1 Variables de investigación.....	19
Variable independiente.....	19
Variable dependiente:.....	19
8.2 Tipo de investigación.....	20
8.3 Recursos humanos, económicos y técnicos.....	20
8.4 Organización del estudio.....	21
<b>Capítulo II: Marco Teórico .....</b>	<b>22</b>
<b>1. Introducción al marco teórico .....</b>	<b>22</b>
<b>2. Ingeniería industrial y mejora de procesos.....</b>	<b>22</b>
2.1 Definición y objetivos .....	22
2.2 Mejora de procesos.....	22
2.3 Herramientas de análisis de procesos.....	23
2.4 Mejora Continua. ....	24
<b>3. Distribución de Planta .....</b>	<b>24</b>
3.1 Concepto .....	24
3.2 Tipos de distribución .....	24
<b>4.Ergonomía en el trabajo .....</b>	<b>25</b>

4.1 Concepto .....	25
4.2 Relación entre ergonomía y productividad.....	26
<b>5. Sistemas hidráulicos y neumáticos en la Producción .....</b>	<b>27</b>
<b>6.Ergo/IBV .....</b>	<b>27</b>
6.1¿Qué es?.....	27
6.2¿Para qué sirve? .....	28
6.3 Principales ventajas.....	28
<b>7.Método rula (Rapid Upper Limb Assessment) .....</b>	<b>29</b>
7.1 Definición .....	29
7.2 Objetivo:.....	29
7.3 Ventajas.....	30
7.4 Limitaciones.....	30
<b>8.1. Manufactura esbelta (Lean Manufacturing) .....</b>	<b>30</b>
8.2. Origen y evolución histórica del enfoque Lean.....	30
8.3. Concepto de manufactura esbelta.....	31
8.4. Principios fundamentales del pensamiento Lean .....	31
8.5 Tipos de desperdicios en Lean Manufacturing (Muda).....	32
<b>9. Herramientas más utilizadas en Lean Manufacturing .....</b>	<b>33</b>
9.1. Metodología 5S .....	33
9.2 Kanban.....	33
9.3 Just-In-Time (JIT) .....	33
9.4 SMED ( <i>Single-Minute Exchange of Die</i> ).....	33
9.5 Poka-Yoke.....	33
9.6 TPM (Total Productive Maintenance) .....	34
9.7 VSM (Cadena de valor).....	34
9.8 Kaizen .....	34
9.9 Beneficios de la Manufactura Esbelta.....	34
<b>10. Riesgos laborales .....</b>	<b>34</b>
10.1. Riesgos Psicosociales.....	34
10.2. Riesgos mecánicos.....	35
10.3. Riesgos Físicos .....	37
10.4. Riesgos químicos .....	38
10.5. Riesgos biológicos .....	39

10.6 Riesgos Ergonómicos.....	40
Conclusión del Marco Teórico.....	41
<b>Capítulo III. Metodología o Propuesta de Intervención .....</b>	<b>42</b>
3.1 Objetivo de la metodología.....	42
3.2 Enfoque y tipo de investigación .....	42
3.4 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas .....	42
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.7 Indicadores de desempeño .....	44
3.8 Confiabilidad y validez de la metodología.....	44
<b>Capítulo IV: Resultados y discusión.....</b>	<b>45</b>
<b>1.Revisión Técnica de la Redistribución del Proceso de Ensamble.....</b>	<b>45</b>
2.1 Resultados con el software Ergo/IBV inicial en el sistema hidráulico.....	47
2.2 Resultados con el software Ergo/IBV final en el sistema hidráulico .....	52
2.3 Resultados con el software Ergo/IBV inicial en el sistema neumático .....	58
2.4 Resultados con el software Ergo/IBV final en el sistema neumático.....	64
3. Diseño de las estaciones de trabajo hidráulica, neumática y módulo auxiliar .....	71
3.1 Mesa para el sistema hidráulico.....	72
3.2 Mesa para el sistema neumático .....	74
3.3 Módulo auxiliar rotatorio .....	75
3.4 Comparación técnica de los diseños del sistema neumático y del sistema hidráulico.....	76
3.6 Conclusión del diseño de las estaciones de trabajo.....	78
<b>3.7 Resultado del diseño optimizado para prácticas operativas eficientes y seguras.....</b>	<b>81</b>
<b>3.8 Carrito ergonómico para el almacenamiento de producto terminado .....</b>	<b>82</b>
<b>3.9 Carrito para almacén.....</b>	<b>84</b>
<b>4.1 Mapa de riesgos antes de la implementación de la estación de trabajo .....</b>	<b>88</b>
<b>4.2 Mapa de riesgos después de la implementación de la estación de trabajo.....</b>	<b>89</b>
5.1 Diagrama de recorrido inicial .....	92
5.2 Diagrama de recorrido final.....	93
<b>Conclusión.....</b>	<b>95</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>97</b>
<b>FE DE ERRATAS .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>100</b>

## Índice de Figuras

Figura 2.1 informe de evaluación de riesgos sistema hidráulico.....	50
Figura 2.2 informe de evaluación de riesgos sistema hidráulico actualizado .....	54
Figura 2.3 informe de evaluación de riesgos sistema neumático.....	61
Figura 2.4 informe de evaluación de riesgos sistema neumático actualizado.....	68
Figura 3.1. Plano con dimensiones en pulgadas de la mesa para el sistema hidráulico. ....	71
Figura 3.3. Plano con dimensiones en pulgadas de la mesa para el sistema neumático.....	73
Figura 3.4. Plano de la mesa para el sistema neumático en 3d. ....	73
Figura 3.5. Plano con dimensiones en pulgadas del módulo adicional giratorio. ....	74
Figura 3.6 plano con dimensiones en pulgadas del soporte para el módulo adicional giratorio. ....	75
Figura 3.7 dispositivo para el armado del distribuidor.....	77
Figura 3.8 dispositivo para el armado del distribuidor.....	77
Figura 3.10 dispositivo para el armado válvulas.....	78
Figura 3.11 plano de la estación de trabajo .....	79
Figura 3.12 plano de la estación de trabajo en diseño 3d.....	80
Figura 3.13 diseño de carrito para producto terminado.....	82
Figura 3.14 diseño de carrito en 3d para el producto terminado .....	83
Figura 3.15 imagen del carrito de producto terminado .....	83
Figura 3.16 carrito para almacén diseño con medidas .....	84
Figura 3.17 carrito para almacén diseño 3d .....	84
Figura 3.18. indicadores de la implementación del carrito de almacenamiento.....	86
Figura 3.19 gráfica comparativa.....	87
figura 3.20 mapa de riesgos antes de la implementación de la estación de trabajo.....	88
Figura 5.1 mapa de riesgos después de la implementación de la estación de trabajo. ....	89
32 figura 6.1 diagrama de recorrido con la implementación de la estación de trabajo. ....	93

## **RESUMEN**

En Lohr México se determinó que la forma en que se encontraba distribuida la planta tenía varias áreas de oportunidad, sobre todo en el área donde se ensamblan los sistemas hidráulicos y neumáticos. Entre los principales problemas identificados se hallaron la mala distribución del espacio, falta de ergonomía en las estaciones de trabajo y la ineficiencia en el uso de recursos, lo que impactaba directamente en la productividad y seguridad del personal.

Ante esto, se planteó una nueva distribución de planta, en la que se asignó un espacio junto al almacén para el armado del sistema hidráulico y neumático. También se implementaron soluciones innovadoras de optimización de flujos de trabajo, principios de ergonomía y capacitación del personal en el uso eficiente de recursos. Como resultado, se hizo más eficiente y productivo el proceso, ya que ahora se producen 4 piezas en lugar de 2 y se redujo el tiempo del proceso y se aseguró la integridad del operador. Este proyecto apoya los objetivos estratégicos de Lohr México, en la mejora continua y satisfacción del cliente.

## **ABSTRACT**

At Lohr Mexico, it determined that the plant layout presented several areas for improvement, particularly in the area where hydraulic and pneumatic systems are assembled. Among the main problems identified were poor space layout, a lack of ergonomics at workstations, and inefficient resource utilization, which directly impacted personnel productivity and safety.

In response, a new plant layout was proposed, in which a space adjacent to the warehouse was allocated for assembling the hydraulic and pneumatic system. Innovative workflow optimization solutions, ergonomic principles, and staff training in the efficient use of resources were also implemented. As a result, the process became more efficient and productive, since four pieces are now produced instead of two, process time was reduced, and operator safety was ensured. This project supports Lohr Mexico's strategic objectives of continuous improvement and customer satisfaction.

# Capítulo I: Propósito y Organización

## I. INTRODUCCIÓN

Lohr México produce madrinas para transportar autos; abastece tanto al mercado local como de exportación. En su planta productiva se detectaron oportunidades de mejora en la distribución de planta y en las condiciones ergonómicas de las estaciones de trabajo, en específico en el área de ensamble del sistema hidráulico y neumático.

En el diagnóstico del proceso productivo se determinó que los trabajadores realizaban movimientos repetitivos, adoptaban posturas incómodas y recorrían distancias innecesarias entre estaciones de trabajo, lo que les provocaba fatiga física, pérdida de tiempo y baja productividad. Además, la ubicación de equipos y materiales no apoyaba un flujo continuo y eficiente, lo que generaba cuellos de botella y tiempos muertos entre operaciones.

Con estos resultados se llegó a la conclusión de que era necesario mover el área de ensamble al lado del almacén para mejorar las condiciones ergonómicas, las posiciones de trabajo, disminuir los esfuerzos innecesarios y reducir los desplazamientos. El rediseño de la distribución de planta tiene como objetivo asegurar un ambiente de trabajo seguro, eficiente y productivo, en concordancia con los objetivos estratégicos de Lohr México: mejora continua, reducción de costos y satisfacción del cliente.

Es por ello por lo que el presente proyecto busca diseñar una nueva distribución de planta en el área de ensamble del sistema hidráulico y neumático de Lohr México, que optimice el flujo de trabajo aplicando principios de ergonomía, evaluando las condiciones ergonómicas de los puestos y herramientas de mejora continua. Con ello se busca hacer un ambiente de trabajo más seguro, eficiente y cómodo, y lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

Lohr México se localiza en Camino Viejo a San Mateo No. 4, San Felipe Sultepec, Tlaxcala, a 80 km de la Ciudad de México. Es una filial del grupo francés Lohr Group, empresa internacional creada en 1961, dedicada al diseño y fabricación de sistemas de transporte y almacenamiento para la industria automotriz y otras industrias.

A través de los años, Lohr Group se ha establecido mundialmente con oficinas y plantas en Francia, Alemania, Estados Unidos, China y Japón, con alrededor de 1,500 empleados en todo el mundo. Entre sus principales clientes se encuentran Volkswagen, Toyota, Ford, General Motors, demostrando su compromiso con la calidad, la innovación tecnológica y la satisfacción del cliente.

Entre sus mayores logros se encuentran:

- 1961: Creación de la empresa en Francia.
- 1970: Creación de sistemas de almacenamiento y transporte.
- 1980: Internacionalización.
- 1990: Automatización y robotización de sistemas.
- 2000: Expansión de servicios de consultoría y diseño.
- 2010: 50 aniversario y consolidación como líder del sector.
- 2020: Innovación en soluciones para la industria 4.0.

**Lohr Group. (s. f.).** *El Grupo Lohr.* <https://www.lohr.fr/es/el-grupo-lohr/>

En México, la compañía se dedica principalmente a producir madrinas porta vehículos con los estándares de calidad del grupo mundial, pero ajustando sus procesos al mercado local e internacional.

El departamento donde se llevó a cabo la participación fue el Departamento de Métodos, encargado de optimizar procesos y procedimientos productivos para hacerlos más eficientes, productivos y de mejor calidad. Entre sus principales funciones se encuentran:

- Estudio de tiempos y movimientos para encontrar oportunidades de reducción sin afectar la eficiencia.
- Elaboración de hojas de proceso y manuales para estandarizar.
- Uso de tecnología y equipos para disminuir esfuerzos físicos y mejorar la ergonomía.
- Capacitar al personal en procedimientos estandarizados.
- Análisis de procesos y aplicación de mejora continua.
- Implementación de sistemas de gestión como Lean Manufacturing.
- Definición de principios ergonómicos para diseñar estaciones de trabajo seguras y cómodas.

## **II. Planteamiento del problema.**

En Lohr México se detectó como principal problema una mala distribución de planta, que provoca cuellos de botella, recorridos innecesarios y retrasos en las operaciones. Afecta directamente al área de ensamble del sistema hidráulico y neumático, donde la estación de trabajo se encuentra aproximadamente a 500 m del almacén, por lo que los operadores tienen que desplazarse dos veces al día para realizar el abastecimiento de materiales y componentes, generando tiempos improductivos y sobreesfuerzos físicos.

Actualmente, se han tomado medidas limitadas para mitigar esta situación, como la organización básica de materiales y la planeación de abastecimientos; sin embargo, estas acciones no han sido suficientes para eliminar los recorridos largos ni mejorar las condiciones ergonómicas del personal, por lo que el problema persiste.

Tras el análisis del proceso productivo, se llegó a la conclusión de que la forma en la que están distribuidas actualmente las estaciones de trabajo obliga a los operarios a adoptar posturas forzadas, realizar movimientos repetitivos y manipular cargas de manera continua, aumentando el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos y fatiga física. Entre los principales problemas para la salud relacionados con estas afecciones se encuentran:

- Lumbalgia y cervicalgia por movimientos repetitivos de flexión y rotación.
- Fatiga y sobrecarga muscular en brazos, hombros y espalda por movimientos repetitivos.

- Estrés físico y mental por viajes largos y posturas poco ergonómicas.
- Daños por movimientos repetitivos (RSI) en muñecas, manos y hombros.

Además, la ausencia de un espacio designado para el ensamble trae consigo otras implicaciones, como:

- Problemas para alcanzar los objetivos y metas de producción.
- Pérdida de tiempo y retrasos en la operación.
- Mal uso de los recursos humanos y materiales.
- Personal operativo frustrado y desmotivado.

Si este problema no se aborda, las consecuencias podrían agravarse, generando mayores retrasos en la producción, incremento en los costos operativos, aumento en las lesiones del personal, ausentismo laboral y una disminución en la calidad del producto final.

Los principales afectados por esta problemática son los operarios del área de ensamble, aunque también impacta de manera indirecta a supervisores, áreas de logística y a la empresa en general debido a la disminución en la eficiencia productiva.

Para solucionar este problema, se plantea mover la estación de trabajo cerca del almacén y así disminuir la distancia recorrida, además de establecer un área de ensamble definida con las herramientas y condiciones ergonómicas adecuadas. Asimismo, se propone implementar medidas basadas en principios ergonómicos, definir objetivos operativos precisos y asignar eficientemente los recursos para fomentar la mejora continua y el cumplimiento de los estándares de calidad de Lohr México.

### **III.Preguntas de investigación.**

¿Cuáles son los principales factores que causan ineficiencias, demoras y tiempos improductivos en la actual distribución del área de ensamble?

Entre las causas más comunes se hallan la lejanía del almacén a la estación de trabajo, la falta de un área exclusiva para el ensamble y la mala ubicación de herramientas y materiales, que obligan a desplazamientos innecesarios y pérdida de tiempo.

¿Cómo afectan las distancias que tienen que recorrer los operarios para conseguir materiales a los tiempos de producción y a la eficiencia del proceso?

Los 500 metros provocan retrasos en la entrega de materiales, alargan el tiempo de ciclo y disminuyen la eficiencia. Acercando la estación de trabajo al almacén, se espera reducir los tiempos de desplazamiento hasta en un 80% o más, mejorando la continuidad operativa.

¿Qué riesgos ergonómicos y para la salud están exponiendo a los trabajadores en la forma actual en que se encuentra diseñada la estación de trabajo?

Se reconocen riesgos musculoesqueléticos por posturas obligadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas. Esto genera fatiga, dolor lumbar y cervical, sobrecarga en brazos y espalda, deteriorando el rendimiento y la salud de los trabajadores.

¿Qué criterios ergonómicos y de diseño se deben tener en cuenta para diseñar una estación de trabajo funcional y segura, ajustada al proceso de ensamble hidráulico y neumático?

Deben considerarse factores como la altura regulable de la mesa de trabajo, las herramientas al alcance del trabajador, el espacio suficiente para moverse con seguridad, una buena iluminación, la eliminación de movimientos innecesarios y el diseño modular adaptable a las tareas.

¿Cómo la relocalización de la estación de trabajo puede mejorar el flujo de materiales y disminuir los tiempos de movimiento en la producción?

Al ubicar la estación de ensamble junto al almacén y reordenar el flujo de materiales, se espera que los desplazamientos se reduzcan considerablemente, haya menos inventario en proceso y la eficiencia del ensamble aumente significativamente.

## **IV. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Diseñar una estación de trabajo optimizada para el área de ensamble hidráulico y neumático en Lohr México, mediante el análisis y mejora de las condiciones actuales del proceso, con el objetivo de incrementar la eficiencia, la calidad en la ejecución de las tareas y garantizar condiciones adecuadas de seguridad y ergonomía.

### **Objetivos Específicos**

1. Analizar la distribución y flujo de materiales en el área de ensamble hidráulico y neumático mediante observación directa, toma de medidas y planos, para identificar oportunidades de mejora en eficiencia y seguridad.
2. Diseñar y ajustar la estación de trabajo aplicando principios ergonómicos y medidas antropométricas de los trabajadores, utilizando equipos y herramientas ajustables, para garantizar posturas seguras, confort y optimización del espacio.
3. Seleccionar e implementar mobiliario y materiales ergonómicos (sillas, mesas, soportes y contenedores) con base en criterios de seguridad y bienestar del operador, para prevenir riesgos físicos y mejorar la productividad.
4. Optimizar la ubicación de herramientas, equipos y métodos de almacenamiento mediante técnicas de planificación del trabajo y disposición estratégica, para reducir desplazamientos repetitivos, agilizar la manipulación de materiales y aumentar la eficiencia operativa.

## **V. Justificación**

El presente proyecto se centra en el diseño e implementación de una estación de trabajo optimizada en el área de ensamble del sistema hidráulico y neumático de Lohr México, con el objetivo de aumentar la eficiencia, productividad, seguridad y comodidad para los operadores.

### Mayor eficiencia y productividad

La reconfiguración del layout y la incorporación de criterios ergonómicos permiten reducir los tiempos de ciclo y aumentar la capacidad productiva. Según Gómez y Pérez (2020), la reorganización del flujo de materiales y la proximidad de los puestos de trabajo al almacén pueden reducir significativamente los desplazamientos innecesarios, optimizando la eficiencia operativa.

Por ejemplo:

Nueva configuración de la planta: la estación de trabajo se ubica junto al almacén, eliminando recorridos de 500 m que los operarios realizaban dos veces al día.

Mejora en el flujo de materiales: se introduce un carrito para producto terminado, reduciendo traslados innecesarios hacia la línea de producción (Harrington, 2019).

### Mejora de la seguridad y salud en el trabajo

El diseño ergonómico del puesto de trabajo, con alturas correctas, posturas adecuadas y herramientas al alcance de la mano, disminuye los riesgos de lesiones musculoesqueléticas y mejora el confort de los operadores (ISO 14738, 2002; Kroemer & Kroemer, 2017).

### Aumento de la satisfacción del cliente

La optimización de los tiempos de producción y la mejora en la calidad del producto final contribuyen a entregas oportunas y confiables, incrementando la satisfacción del cliente (Slack et al., 2019).

### Reducción de desperdicio y errores

La implementación de sistemas de almacenamiento, señalización y hojas de proceso estandarizadas permite un mejor control de inventario y minimiza errores, garantizando uniformidad y calidad en la operación (Heizer & Render, 2020).

En resumen, este proyecto es necesario y beneficioso para Lohr México, ya que optimiza la eficiencia y productividad, mejora la seguridad y salud laboral, reduce costos y errores, y contribuye a la satisfacción del cliente y competitividad de la empresa en el mercado.

## **VI. Hipótesis**

Si se aplica un diseño ergonómico en la estación de trabajo según la norma ISO 14738 y antropometrías medias de población adulta, se reducirán lesiones musculoesqueléticas, mejorará el confort de los trabajadores y disminuirá la fatiga, que se medirá con el software Ergo IBV para comparar posturas realizando tareas.

Especificaciones ergonómicas

Según la norma ISO 14738, la estación de trabajo debe tener las siguientes dimensiones adaptables a las características del trabajador:

- Altura de la mesa: 85-110 cm
- Altura de la silla: 42-55 cm
- Espacio libre para piernas: 60 cm alto x 45 cm fondo
- Distancia ideal de trabajo: 40-55 cm
- Inclinación de superficie: 15°

Hipótesis Complementaria

Si la estación de trabajo se localiza más próxima al almacén, se reducirán los tiempos de desplazamiento de materiales, se optimizará el flujo de trabajo y se hará un uso más eficiente de los recursos.

En conjunto, estas mejoras esperan impactar positivamente en la seguridad y satisfacción de los operadores y ayudar a alcanzar los objetivos estratégicos de la organización.

## **VII. Alcance del Proyecto y delimitación.**

1. Diseñar y desarrollar una estación de trabajo optimizada en términos de distribución, ergonomía y flujo de materiales, analizando posturas utilizando el método RULA y el software Ergo IBV para mejorar la eficiencia y la productividad en la línea de producción.
2. Mejorar la ergonomía y el confort de los trabajadores, siguiendo principios ergonómicos y evaluaciones objetivas con RULA y Ergo IBV para definir alturas, posiciones y disposición correctas de herramientas.
3. Disminuir los tiempos muertos y desplazamientos de una tarea a otra, mejorando el flujo y la administración de materiales en el área de ensamble, según los análisis ergonómicos con RULA y Ergo IBV.
4. Formar a los trabajadores en el uso de la nueva estación de trabajo y en la interpretación básica de los resultados del análisis ergonómico (RULA y Ergo IBV) para garantizar la aplicación de buenas prácticas y el cumplimiento de los procedimientos normalizados.

### **Alcance del Proyecto**

1. El proyecto abarcará solamente la estación de trabajo para el ensamble del sistema hidráulico y neumático.
2. No se harán cambios en otros procesos productivos, ni en la administración de inventarios o en la logística general de la planta.
3. La intervención se enfoca en mejorar la estación de trabajo y su entorno inmediato (distribución, herramientas, ergonomía).
4. No se incluirán mejoras en procesos administrativos ni en software de gestión, a menos que tengan una incidencia directa en la operación de la estación de trabajo.

### **Restricciones del Proyecto**

1. Posibles paros en la producción mientras se instala y se ajusta la estación de trabajo.

2. Dependencia de los departamentos de producción y mantenimiento para la instalación y puesta en marcha de la estación.
3. Limitaciones presupuestarias o de tiempo que impiden la compra de ciertos equipos o mobiliario ergonómico.
4. El éxito de la mejora dependerá de la aceptación y adaptación de los operadores a los nuevos procedimientos y formas de trabajo.
5. Los resultados serán sólo en el área de ensamble del sistema hidráulico y neumático, por lo que no necesariamente habrá mejoras en otras áreas de la planta.

## **VIII. PLAN METODOLÓGICO**

### **8.1 Variables de investigación**

#### **Variable independiente**

Diseño e implementación de una estación de trabajo con condiciones óptimas de distribución de planta y ergonomía.

#### **Variable dependiente:**

Desempeño del área de trabajo del operador, medido a través de las siguientes variables dependientes:

Eficiencia operativa, evaluada mediante tiempos de ciclo, tiempos improductivos y recorridos.

Productividad, medida por el número de operaciones realizadas por jornada y cumplimiento de metas productivas.

Condiciones ergonómicas, evaluadas mediante posturas de trabajo, distancias de alcance, manipulación de cargas y percepción del operador.

Ambas variables se relacionan directamente, ya que la mejora en el diseño y disposición de los elementos de la estación de trabajo influye en la reducción de tiempos improductivos, la

optimización del flujo de materiales y la disminución de riesgos ergonómicos, impactando de manera positiva en la eficiencia y productividad del área.

## **8.2 Tipo de investigación**

El presente proyecto se clasifica como una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo-descriptivo y de carácter experimental, bajo un diseño pretest / postest.

Se considera aplicada debido a que busca resolver una problemática real dentro de Lohr México mediante el diseño e implementación de una estación de trabajo ergonómica y funcional. El enfoque cuantitativo-descriptivo se sustenta en la medición de indicadores específicos antes y después de la intervención, tales como posturas de trabajo, tiempos de ciclo, distancias de alcance y recorridos operativos.

Asimismo, el carácter experimental del estudio se fundamenta en la comparación de resultados entre la situación inicial y la situación posterior a la implementación del rediseño, lo que permitió evaluar el impacto directo de la propuesta sobre las variables dependientes.

## **8.3 Recursos humanos, económicos y técnicos**

### **Recursos humanos**

- Ingenieros responsables del diseño de la estación de trabajo, análisis de distribución de planta y evaluación ergonómica.
- Operadores del área de ensamble hidráulico y neumático, quienes participaron en la toma de datos, pruebas piloto y retroalimentación del diseño.
- Supervisor de producción y personal de mantenimiento, encargados de la supervisión operativa y apoyo técnico durante la implementación.

### **Recursos económicos**

- Presupuesto destinado a la adquisición de materiales de fabricación, tales como perfiles metálicos, láminas, herrajes y tornillería.
- Inversión en mobiliario ergonómico, incluyendo mesas ajustables, estanterías y dispositivos auxiliares.
- Gastos asociados a la instalación, montaje y adecuación del área de trabajo.

## Recursos técnicos

- Software de diseño asistido por computadora **NX** para el modelado y validación de la estación de trabajo.
- Instrumentos de evaluación ergonómica, tales como el método **RULA** (Rapid Upper Limb Assessment).
- Herramientas para estudios de **tiempos y movimientos**, cronometraje y análisis de recorridos.
- Cuestionarios de percepción ergonómica aplicados a los operadores.
- Equipos y maquinaria disponibles en el área de producción y mantenimiento.

## 8.4 Organización del estudio

El proyecto se estructuró con diseño metodológico en las siguientes fases:

### Primer diagnóstico

Se hizo un diagnóstico del proceso productivo a través de la observación directa, entrevistas con supervisores y operarios, cronometraje y estudio de tiempos y movimientos, evaluación ergonómica por el método RULA. En esta etapa se detectaron problemas como posturas obligadas, largos desplazamientos, tiempos improductivos, herramientas y materiales mal ubicados.

### 2. Diseño del espacio de trabajo.

La estación de trabajo se diseñó según el diagnóstico, aplicando principios de ergonomía, distribución de planta y seguridad industrial para definir la ubicación del mobiliario, las herramientas, los materiales y los equipos.

### 3. Elección de elementos y materiales.

Se eligieron muebles ergonómicos y materiales estructurales de acuerdo con las medidas antropométricas de los trabajadores y a lo que exigía el proceso, pero sobre todo que fueran seguros, resistentes y cómodos para las horas de trabajo.

### 4. Aplicación:

Se construyó y armó la estación de trabajo en el área de ensamble neumático e hidráulico, con las adaptaciones para integrarse al área productiva.

## 5. Valoración de resultados

Se comparó el pretest y el postest en las variables dependientes: condiciones ergonómicas, eficiencia y rendimiento. Los datos se recopilaron a través de la evaluación ergonómica (RULA), encuestas de percepción y estudios de tiempos.

# Capítulo II: Marco Teórico

## 1. Introducción al marco teórico

El presente marco teórico sustenta el proyecto mediante la exposición de conceptos, teorías y herramientas que serán aplicadas para la mejora de la distribución de planta y la ergonomía en Lohr México. Cada sección se conecta directamente con la problemática identificada en el área de ensamble hidráulico y neumático, con el objetivo de respaldar la implementación de una nueva distribución de planta eficiente, segura y orientada a la mejora continua.

## 2. Ingeniería industrial y mejora de procesos

### 2.1 Definición y objetivos

La Ingeniería Industrial es una disciplina enfocada en la optimización de sistemas productivos y de servicios mediante la aplicación de conocimientos técnicos, científicos y administrativos (Heizer & Render, 2014). Su objetivo principal es diseñar, mejorar e implementar procesos que incrementen la eficiencia, reduzcan costos y mejoren la calidad, asegurando un uso racional de los recursos disponibles.

### 2.2 Mejora de procesos

la mejora de procesos consiste en analizar y modificar métodos de trabajo para obtener resultados superiores en términos de productividad, calidad, seguridad y satisfacción del personal (Groover, 2016). Esto implica identificar cuellos de botella, eliminar desperdicios, reducir tiempos de ciclo y optimizar el flujo de materiales e información. En el caso de Lohr México, la mejora de procesos se aplicará específicamente al rediseño de la estación de trabajo en el área de ensamble del sistema hidráulico y neumático, con el fin de reducir recorridos innecesarios y mejorar la ergonomía de los operadores.

## 2.3 Herramientas de análisis de procesos

El enfoque de la Ingeniería Industrial para la mejora de procesos combina herramientas cuantitativas y cualitativas, tales como:

- **Análisis de tiempos y movimientos**, para medir la eficiencia y detectar movimientos innecesarios.
- **Simulación de procesos**, para evaluar escenarios de distribución antes de la implementación.
- **Ingeniería de métodos**, para estandarizar procedimientos y optimizar el flujo de trabajo.
- **Ergonomía aplicada**, para asegurar que las estaciones de trabajo se adapten a las capacidades físicas y necesidades de los operadores.

Las herramientas de análisis de procesos son esenciales para entender cómo se realizan las operaciones y detectar oportunidades de optimización. Entre las más utilizadas destacan:

**Análisis de tiempos y movimientos:** Permite medir la duración de cada tarea, identificar movimientos innecesarios, desplazamientos excesivos y posturas que generan fatiga. Su objetivo es estandarizar métodos de trabajo y reducir esfuerzos físicos y temporales.

**Mapeo de procesos (Process Mapping):** Visualiza el flujo de trabajo, facilita la identificación de cuellos de botella y ayuda a priorizar acciones de mejora.

**Diagramas de flujo y diagramas de actividades:** Representan gráficamente las operaciones y decisiones dentro de un proceso, facilitando la comunicación entre áreas y la detección de redundancias.

**Simulación de procesos:** Permite evaluar cambios antes de implementarlos, anticipando impactos en tiempos, costos y eficiencia.

El uso conjunto de estas herramientas facilita decisiones basadas en datos, mejora la eficiencia operativa y contribuye a la seguridad y bienestar del personal al reducir movimientos forzados o repetitivos.

## **2.4 Mejora Continua.**

Es un principio fundamental que promueve la revisión constante y perfeccionamiento de las operaciones mediante metodologías como Kaizen, Six Sigma o Lean Manufacturing (Womack & Jones, 2003). En Lohr México, estos principios permiten implementar cambios sostenibles en la distribución de planta, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y un entorno laboral seguro y confortable para los operadores.

La mejora continua es un enfoque sistemático que busca incrementar de manera permanente la eficiencia, calidad y seguridad de los procesos productivos. Este principio, ampliamente difundido en la Ingeniería Industrial, se basa en la idea de que siempre es posible realizar mejoras, aunque los procesos parezcan óptimos.

Metodologías como Kaizen, originada en Japón, promueven la participación de todos los empleados en la identificación de oportunidades de mejora, fomentando la creación de pequeños cambios constantes que se traducen en grandes resultados a largo plazo. Por su parte, Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios (tiempo, materiales, movimientos innecesarios) y la optimización del flujo de valor, mientras que Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para reducir variabilidad y defectos en los procesos.

La implementación de la mejora continua genera beneficios tangibles, como reducción de tiempos de ciclo, disminución de errores y retrabajos, y mayor satisfacción del cliente. Además, contribuye a la motivación del personal, ya que fomenta la participación y la sensación de pertenencia en la mejora de su entorno laboral.

## **3. Distribución de Planta**

### **3.1 Concepto**

La distribución de planta se refiere al diseño físico del espacio de trabajo, incluyendo la ubicación de máquinas, herramientas, materiales y personal. Su planificación estratégica tiene un impacto directo en la eficiencia, la productividad y la seguridad laboral. En este caso, se aborda la distribución de planta aplicada a sistemas convencionales de manufactura.

### **3.2 Tipos de distribución**

- Por proceso: Agrupa máquinas o actividades similares. Es útil en producciones variadas y flexibles, aunque puede generar desplazamientos largos de materiales y personal.
- Por producto: Organiza las estaciones de trabajo según la secuencia de fabricación de un producto, optimizando el flujo y reduciendo tiempos de espera.
- Por posición fija: El producto permanece en una ubicación fija mientras los recursos necesarios (mano de obra, equipos y materiales) se trasladan hacia él. Es común en la fabricación de productos de gran tamaño o complejidad, como maquinaria pesada, aeronaves o construcciones.
- Celular o por familias de productos: Agrupa operaciones que comparten características similares, combinando flexibilidad y eficiencia.
- Mixta: Combina diferentes criterios de distribución según la naturaleza de la producción y los objetivos de la organización.

Cabe señalar que, en sistemas avanzados de manufactura, como los Grupos Tecnológicos, se consideran configuraciones específicas de distribución, tales como: celda centrada en un robot, distribución en escalera, en línea, tipo carrusel o ciclo, y a campo abierto, las cuales responden a altos niveles de automatización y flexibilidad.

Una distribución de planta bien diseñada reduce desplazamientos innecesarios, facilita el flujo de materiales, minimiza riesgos de accidentes y permite que las operaciones se realicen de manera más ergonómica y eficiente.

## **4.Ergonomía en el trabajo**

### **4.1 Concepto**

La ergonomía busca adaptar el entorno laboral a las capacidades y limitaciones del trabajador para prevenir lesiones, reducir la fatiga y mejorar el confort. En la práctica industrial, esto incluye:

- Diseño de puestos de trabajo, herramientas y equipos.
- Ajuste de alturas, alcances y accesibilidad para reducir posturas forzadas.

- Evaluación de movimientos repetitivos, esfuerzos físicos y tiempo de exposición, aplicando metodologías como RULA (Rapid Upper Limb Assessment) o Ergo/IBV.
- Condiciones ambientales, como iluminación, temperatura y ruido, que afectan el rendimiento y la concentración.

La aplicación de ergonomía no solo protege la salud del trabajador, sino que también incrementa la productividad, al reducir errores, ausentismo y rotación de personal. Además, fomenta una cultura de seguridad y bienestar dentro de la organización.

#### **4.2 Relación entre ergonomía y productividad**

Un entorno ergonómico disminuye la fatiga, reduce accidentes laborales y mejora la eficiencia de los operarios, repercutiendo directamente en la productividad y calidad del proceso.

La ergonomía y la productividad están estrechamente vinculadas, ya que un diseño adecuado del puesto de trabajo permite que los empleados realicen sus actividades de manera más eficiente, cómoda y segura. Cuando se aplican principios ergonómicos, se reducen las posturas forzadas, los movimientos innecesarios, la fatiga y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Esto se traduce directamente en una mejora del rendimiento operativo.

Un entorno ergonómicamente optimizado incrementa la productividad al facilitar que el trabajador mantenga un ritmo constante, con menos interrupciones por molestias, errores o pausas no programadas. Además, disminuyen los tiempos muertos, la variabilidad en los procesos y la necesidad de retrabajos. La ergonomía también influye en factores organizacionales como la motivación, el bienestar y la satisfacción del personal, lo que contribuye a una mayor estabilidad laboral y reducción del ausentismo.

En conjunto, invertir en ergonomía no solo mejora la salud y el confort del trabajador, sino que también eleva la eficiencia del sistema productivo, aumentando la calidad del trabajo, la continuidad de las operaciones y la capacidad de la empresa para alcanzar sus objetivos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para prevenir los riesgos ergonómicos asociados al manejo manual de cargas. Su propósito central es evitar trastornos musculoesqueléticos derivados de actividades que impliquen levantamiento, transporte, empuje, arrastre o estiba de cargas.

## **5. Sistemas hidráulicos y neumáticos en la Producción**

Los sistemas hidráulicos y neumáticos son tecnologías fundamentales en la industria moderna, especialmente en procesos de ensamble y manufactura, debido a su capacidad para generar fuerzas significativas y controlar movimientos precisos.

- **Sistemas hidráulicos:** Utilizan fluidos presurizados para transmitir energía, permitiendo el movimiento de componentes pesados o el accionamiento de herramientas con alta fuerza. Son ideales en aplicaciones donde se requieren movimientos suaves, potentes y controlados, como prensas, elevadores o actuadores de precisión.
- **Sistemas neumáticos:** Emplean aire comprimido para generar movimiento o fuerza. Son especialmente útiles en tareas repetitivas, rápidas y de baja a media fuerza, como el accionamiento de pinzas, herramientas de montaje o válvulas automáticas. Su diseño permite mayor velocidad y limpieza del área de trabajo, aunque la fuerza generada es menor que la de los sistemas hidráulicos.

Ambos sistemas se complementan en muchas líneas de producción, optimizando eficiencia, precisión y seguridad.

## **6. Ergo/IBV**

### **6.1 ¿Qué es?**

Ergo/IBV es un software desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) cuya finalidad es facilitar la evaluación y recomendaciones de diseño respecto a los riesgos ergonómicos y psicosociales en los puestos de trabajo. (Ergo/IBV)

Tiene más de 25 años de desarrollo e investigación detrás, y se utiliza ampliamente en países de habla hispana e inglesa. (Ergo/IBV)

## **6.2 ¿Para qué sirve?**

Entre sus usos principales:

- Ayuda a los técnicos de prevención o de salud laboral a seleccionar el método de evaluación adecuado para cada tipo de tarea o puesto. (Ergo/IBV)
- Permite recoger datos en campo, mediante su aplicación complementaria (“Ergo/IBV Tool”) para dispositivos móviles, y luego importar esos datos al software. (Ergo/IBV)
- Estandariza informes de evaluación de riesgos ergonómicos, generando reportes personalizados que cumplan con normativas y requisitos de inspección. (Ergo/IBV)
- Apoya en el rediseño ergonómico del puesto de trabajo, no sólo la evaluación: incluye
- módulos de diseño antropométrico, bases de datos de soluciones ya aplicadas, etc. (Ergo/IBV)

## **6.3 Principales ventajas**

- Más de 17 métodos de evaluación integrados en una única aplicación. (Ergo/IBV)
- Licencia online, lo que permite trabajar desde diferentes ubicaciones. (Ergo/IBV)
- Actualizaciones constantes, nuevos módulos y mejoras incluidas. (Ergo/IBV)
- Formaciones certificadas y soporte técnico especializado. (tienda.ibv.org)

Funcionalidades clave / Módulos

Algunos de los módulos disponibles en Ergo/IBV incluyen:

- Manipulación manual de cargas: sencilla, múltiple, variable, secuencial, trabajadores lesionados. (Ergo/IBV)
- Tareas repetitivas de miembros superiores. (Ergo/IBV)
- Análisis de posturas mediante métodos como OWAS, REBA, RULA. (Ergo/IBV)
- Office / teletrabajo: evaluación de riesgos ergonómicos en puestos con pantallas y en trabajo remoto. (Ergo/IBV)

- ERGO +50: focalizado en trabajadores de mayor edad. (Ergo/IBV)
- Educación, embarazo (ErgoMater), perspectiva de género (ErgoGénero) y riesgos psicosociales (CoPsoQ-istas21). (Ergo/IBV)

## **7.Método rula (Rapid Upper Limb Assessment)**

### **7.1 Definición**

El método RULA es una herramienta de evaluación ergonómica rápida desarrollada por McAtamney y Corlett (1993) para analizar posturas de trabajo que implican el uso de los miembros superiores, especialmente en tareas donde predominan movimientos de brazos, cuello y tronco.

### **7.2 Objetivo:**

Evaluar el riesgo de lesión musculoesquelética derivado de posturas forzadas, movimientos repetitivos y cargas estáticas que afectan principalmente:

- Brazos y antebrazos
- Muñecas y manos
- Cuello, tronco y piernas

Procedimiento general

1. Observación de la tarea: se selecciona un momento representativo o la postura más desfavorable durante la actividad.
2. Evaluación por segmentos corporales: se analizan las posturas de:
  - Grupo A: brazo, antebrazo y muñeca.
  - Grupo B: cuello, tronco y piernas.
3. Asignación de puntuaciones: según la posición angular de cada segmento, el tipo de soporte y la carga manipulada.
4. Cálculo del puntaje total: se cruzan los valores en tablas (A y B) y se combinan en una tabla final para obtener una puntuación RULA global (de 1 a 7).
5. Interpretación del resultado:

- 1–2: postura aceptable si no se mantiene por largo tiempo.
- 3–4: necesita investigación adicional y posibles cambios.
- 5–6: requiere cambios pronto.
- 7: requiere cambios inmediatos.

### **7.3 Ventajas**

- Método rápido y sencillo de aplicar sin equipamiento especializado.
- Útil en entornos industriales, administrativos o sanitarios.
- Permite priorizar intervenciones ergonómicas según el nivel de riesgo.

### **7.4 Limitaciones**

- Basado en observación subjetiva, por lo que depende de la experiencia del evaluador.
- Evalúa solo una postura por vez, no tareas dinámicas o variables.

## **8.1. Manufactura esbelta (Lean Manufacturing)**

La Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) es una filosofía de gestión para mejorar los procesos de producción, eliminando desperdicios y generando valor al cliente. Este enfoque implica rediseñar los procesos con el objetivo de utilizar la menor cantidad de recursos posible: tiempo, materiales, espacio, personal e inversión. Lean no es solo un conjunto de herramientas, sino un modelo de pensamiento organizacional que busca la mejora continua, el trabajo en equipo y la búsqueda constante de la eficiencia.

## **8.2. Origen y evolución histórica del enfoque Lean**

El pensamiento Lean nace en Japón, en la empresa Toyota Motor Corporation en la década de 1950. Después de la Segunda Guerra Mundial, Toyota se enfrentaba a fuertes restricciones económicas y tecnológicas, por lo que Taiichi Ohno y Shigeo Shingo crearon un sistema de producción diferente a la producción en masa estadounidense.

Este sistema, conocido como Sistema de Producción Toyota (TPS), se apoyaba en dos pilares: Justo a Tiempo (JIT) y Jidoka.

Años después, investigadores del MIT estudiaron el sistema japonés y lo llamaron Lean Manufacturing, por su capacidad de hacer más con menos. La publicación de *The Machine That Changed the World* (1990) catapultó a Lean como un modelo de competitividad mundial, extendiéndose rápidamente a diferentes sectores.

### **8.3. Concepto de manufactura esbelta**

La Manufactura Esbelta se puede definir como una metodología para maximizar el valor para el cliente, minimizando las actividades que no agregan valor en el proceso.

Desde la perspectiva Lean, valor es aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar, y todo lo demás que no añade valor es desperdicio (muda). Por eso, Lean busca hacer procesos cada vez mejores, eliminando variabilidad, simplificando flujos, reduciendo tiempos y mejorando la calidad.

### **8.4. Principios fundamentales del pensamiento Lean**

Womack y Jones identificaron cinco principios que constituyen el fundamento filosófico de la Manufactura Esbelta. Estos principios guían la implementación y aseguran la coherencia del enfoque en toda la organización.

#### **8.4.1. Definir el valor**

El primer paso es saber qué cosa es valiosa para el cliente. El valor se debe definir en base a las necesidades reales del usuario final y no en acciones que no generen un beneficio tangible.

#### **8.4.2. Mapear el flujo de valor (Value Stream Mapping)**

Este principio consiste en reconocer todos los pasos que se requieren para convertir una materia prima en producto terminado. El análisis de flujo organiza las actividades en:

- Las acciones que crean valor,
- Las no valiosas pero necesarias.
- Aquellas actividades que no aportan valor y deben ser eliminadas.

#### **8.4.3. Crear flujo continuo**

Establecer flujo continuo.

Una vez que se han retirado los desechos, el proceso debe fluir sin interrupciones. "El propósito es disminuir los tiempos de espera, los desplazamientos, los reprocesos y la acumulación de inventarios".

#### **8.4.4. Establecer un sistema Pull (producción por demanda)**

En vez de fabricar en base a previsiones, Lean plantea fabricar en función de la demanda del cliente. El sistema "pull" previene la sobreproducción.

#### **8.4.5. Buscar la perfección (Kaizen)**

El último principio es tener una mentalidad de mejora continua. La perfección no existe, pero es una búsqueda continua de pequeños cambios.

### **8.5 Tipos de desperdicios en Lean Manufacturing (Muda)**

Lean clasifica los desperdicios en siete categorías tradicionales, que representan actividades que consumen recursos sin generar valor.

#### **8.5.1. Sobreproducción**

Producir más o antes de lo necesario genera inventarios innecesarios y uso ineficiente de recursos.

#### **8.5.2. Inventario**

La acumulación excesiva de productos en proceso ocupa espacio y aumenta los costos de manejo.

#### **8.5.3. Defectos**

Los errores que requieren retrabajos, reparaciones o desechos representan pérdidas directas.

#### **8.5.4. Esperas**

Tiempos muertos por falta de materiales, equipos, información o coordinación.

#### **8.5.5. Transporte**

Movimientos innecesarios de materiales entre procesos sin agregar valor.

### **8.5.6. Movimiento**

Desplazamientos excesivos de los trabajadores debido a una mala distribución de planta.

### **8.5.7. Sobre procesamiento**

Tareas adicionales o uso de tecnología excesiva que no aporta valor real al producto.

En versiones modernas, se añade un desperdicio adicional: el desaprovechamiento del talento humano, que ocurre cuando los trabajadores no participan en la mejora continua.

## **9. Herramientas más utilizadas en Lean Manufacturing**

### **9.1. Metodología 5S**

Método de organización, limpieza y disciplina que hace más productivo y seguro el lugar de trabajo. Las 5S son:

Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplinar).

### **9.2 Kanban**

Herramienta gráfica para controlar el flujo de materiales y así controlar la producción. Posibilita la aplicación de sistemas pull y previene el sobre inventario.

### **9.3 Just-In-Time (JIT)**

Sistema que intenta fabricar y entregar materiales en la cantidad y en el tiempo precisos. Disminuye inventarios y tiempos de espera.

### **9.4 SMED (*Single-Minute Exchange of Die*)**

Método para reducir los tiempos de cambio de utillaje, mejorar la flexibilidad productiva y disminuir los lotes.

### **9.5 Poka-Yoke**

Dispositivos o mecanismos que anticipan errores antes de que se produzcan, asegurando la calidad en la fuente.

### **9.6 TPM (Total Productive Maintenance)**

Estrategia de mantenimiento en toda la organización para disminuir fallas y aumentar la disponibilidad de las máquinas.

### **9.7 VSM (Cadena de valor)**

Herramienta para visualizar cómo fluye el proceso y cómo podría fluir en el futuro con menos desperdicio.

### **9.8 Kaizen**

Filosofía de mejora continua basada en pequeños cambios y participación del personal.

### **9.9 Beneficios de la Manufactura Esbelta**

La aplicación de Lean Manufacturing puede traer beneficios estratégicos como:

- Disminución de costos operativos.
- Reducción del tiempo de ciclo y del lead time.
- Mejor calidad del producto.
- Mayor satisfacción del cliente.
- Mayor productividad.
- Disminución de inventarios.
- Adaptabilidad a los cambios de la demanda.
- Mejora en el uso de las máquinas.
- Mayor motivación del personal.

## **10. Riesgos laborales**

### **10.1. Riesgos Psicosociales**

Los riesgos psicosociales surgen de la forma como está organizado el trabajo, las relaciones interpersonales, la estructura jerárquica y las exigencias mentales del trabajo. Estos elementos pueden impactar la salud emocional y física del trabajador.

#### **10.1.1 Carga de trabajo y presión temporal**

Una sobrecarga de trabajo, unos plazos ajustados o un ritmo elevado de producción pueden provocar estrés, fatiga mental y deterioro en la toma de decisiones. La escasez de recursos, la ambigüedad de las tareas o las interrupciones continuas incrementan la sensación de pérdida de control.

#### **10.1.2 Falta de autonomía**

Cuando los trabajadores tienen poca autonomía sobre la forma de hacer su trabajo, de establecer prioridades o de programar su tiempo, es común que se sientan frustrados, desmotivados y dependientes. La autonomía restringida se relaciona con mayor estrés.

#### **10.1.3 Conflictos interpersonales**

El acoso, la mala comunicación, el liderazgo autoritario o el ambiente de trabajo tóxico deterioran la salud mental y elevan el riesgo de enfermedades asociadas al estrés crónico, como el insomnio, la ansiedad o la depresión

#### **10.1.4 Sobrecarga mental**

Las actividades que exigen gran concentración, decisiones rápidas, manipulación de muchos estímulos al mismo tiempo o resolución constante de problemas pueden generar saturación cognitiva. Esto distrae la atención, aumenta los errores y los accidentes

#### **10.1.5 Turnos y trabajo nocturno**

La disrupción circadiana se asocia con trastornos del sueño, fatiga crónica, irritabilidad, bajo rendimiento y mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

Principales consecuencias: estrés laboral, burnout, ansiedad, conflictos interpersonales, baja productividad, absentismo y rotación de personal.

### **10.2. Riesgos mecánicos**

Los riesgos mecánicos son aquellos derivados de la interacción con maquinaria, herramientas, vehículos o elementos móviles que puedan provocar lesiones traumáticas por accidente.

#### **10.1.2 Atrapamientos, cortes y amputaciones**

Las máquinas con elementos móviles (engranajes, correas, rodillos, sierras, prensas) representan un peligro si no cuentan con resguardos adecuados. Las tareas de mantenimiento sin bloqueo/etiquetado (LOTO) aumentan significativamente el riesgo.

#### **10.1.3 Golpes y choques**

Pueden producirse por caída de objetos, movimientos inesperados de maquinaria, colisiones con vehículos de transporte interno (carretillas, transpaletas) o maniobras en espacios reducidos. La falta de señalización y el desorden en el puesto intensifican el peligro.

#### **10.1.4 Caídas al mismo o distinto nivel**

Las superficies resbaladizas, irregularidades en el suelo, uso de escaleras, plataformas o trabajos en altura representan riesgos comunes. Las caídas desde altura representan una de las causas más graves de accidentes laborales.

#### **10.1.5 Proyecciones de partículas**

Pueden generarse durante actividades de corte, lijado, soldadura o manipulación de materiales frágiles. Las partículas proyectadas pueden causar daños oculares, heridas abiertas o quemaduras.

#### **10.1.6 Riesgos asociados a herramientas manuales**

El uso inadecuado, el mal estado o la elección incorrecta de herramientas aumenta el riesgo de golpes, deslizamientos o roturas que pueden generar lesiones.

**Consecuencias principales:** heridas abiertas, fracturas, esguinces, amputaciones, contusiones, lesiones oculares, traumatismos graves o mortales.

### **10.3. Riesgos Físicos**

Los riesgos físicos se producen por exposición a agentes del entorno que pueden alterar la salud del trabajador.

#### **10.3.1 Ruido**

La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede generar hipoacusia permanente, estrés, fatiga y dificultades de comunicación. Sectores como industria, construcción o transporte presentan mayor incidencia.

#### **10.3.2 Vibraciones**

Las vibraciones pueden ser de cuerpo entero (vehículos industriales) o mano-brazo (herramientas vibrátiles). Pueden causar trastornos musculoesqueléticos, problemas circulatorios, lumbalgias y síndrome de “dedos blancos”.

#### **10.3.3 Iluminación deficiente**

La falta o el exceso de iluminación afecta la precisión visual, provoca fatiga ocular, dolores de cabeza y puede provocar posturas incorrectas, aumentando el riesgo de accidentes y errores operativos.

#### **10.3.4 Condiciones térmicas**

Las temperaturas extremas (frío o calor), junto con humedad o corrientes de aire, pueden causar estrés térmico, deshidratación, hipotermia, quemaduras o agotamiento por calor. Los trabajos en exteriores y naves industriales son especialmente vulnerables.

#### **10.3.5 Radiaciones**

- **Ionizantes:** asociadas a equipos médicos, laboratorios y entornos industriales (radiografías, gammagrafía, reactores). Pueden causar daños celulares y aumentar el riesgo de cáncer.

- **No ionizantes:** incluyen radiación UV, infrarroja, láser, microondas o campos electromagnéticos, pudiendo causar quemaduras, lesiones oculares o efectos térmicos.

**Consecuencias principales:** sordera progresiva, fatiga visual, estrés térmico, quemaduras, daños tisulares, enfermedades térmicas y trastornos circulatorios.

## **10.4. Riesgos químicos**

Los riesgos químicos provienen de la exposición a sustancias peligrosas en diferentes estados: sólidos, líquidos, gases o aerosoles.

### **10.4.1 Inhalación**

Polvos, vapores, gases y humos pueden penetrar en el sistema respiratorio, provocando irritaciones, sensibilización, intoxicaciones agudas y enfermedades crónicas como asma ocupacional o lesiones pulmonares (por ejemplo, neumoconiosis o bronquitis química).

### **10.4.2 Contacto dérmico**

Las sustancias corrosivas, irritantes o sensibilizantes pueden producir quemaduras, dermatitis, alergias y absorción cutánea de tóxicos que afecten órganos internos.

### **10.4.3 Ingestión accidental**

Puede ocurrir por contaminación de manos, superficies o alimentos. Aunque menos frecuente, representa un riesgo grave con potencial de intoxicación severa.

### **10.4.4 Inflamabilidad y explosividad**

Determinados productos presentan riesgo de incendio o explosión (disolventes, gases comprimidos, polvos combustibles). La falta de ventilación o fuentes de ignición incrementan el peligro.

#### **10-4.5 Riesgos crónicos**

Algunas sustancias tienen efectos acumulativos que pueden ocasionar cáncer (carcinógenos), mutaciones genéticas (mutágenos) o daños reproductivos (tóxicos para la fertilidad).

**Consecuencias principales:** quemaduras químicas, intoxicación, sensibilización respiratoria y dérmica, daños sistémicos, enfermedades crónicas y riesgos de incendios o explosiones.

#### **10.5. Riesgos biológicos**

Los riesgos biológicos están asociados a la exposición a microorganismos patógenos, derivados biológicos o vectores capaces de transmitir enfermedades.

##### **10.5.1 Microorganismos patógenos**

Incluye bacterias (p. ej., *Salmonella*, *Mycobacterium tuberculosis*), virus (influenza, hepatitis, VIH), hongos y parásitos. Están presentes en entornos sanitarios, laboratorios, tratamiento de residuos, agricultura y manipulación de alimentos.

##### **10.5.2 Material biológico contaminado**

La exposición a sangre, fluidos corporales, tejidos o residuos infecciosos puede provocar contagio por vía cutánea, mucosa o percutánea (punción accidental).

##### **10.5.3 Vectores biológicos**

Insectos, roedores u otros animales pueden actuar como portadores de patógenos (dengue, leptospirosis, enfermedad de Lyme). Las labores al aire libre o en ambientes rurales presentan mayor riesgo.

##### **10.5.4 Condiciones ambientales favorables**

La humedad, mala ventilación y falta de limpieza pueden favorecer la proliferación microbiana, incrementando el riesgo para los trabajadores.

**Consecuencias principales:** infecciones, enfermedades zoonóticas, tóxicos y alergias, potencial de brotes epidémicos, contagio por exposición accidental o ambiental.

## **10.6 Riesgos Ergonómicos**

Los riesgos ergonómicos son aquellos factores presentes en el entorno de trabajo que pueden causar lesiones musculoesqueléticas, fatiga física o mental, disminución del rendimiento y errores operativos debido a una inadecuada interacción entre la persona, sus herramientas y el entorno. Suelen desarrollarse de forma progresiva y muchas veces pasan desapercibidos hasta que ya se han producido molestias o lesiones.

### **10.6.1 Posturas forzadas**

Se producen cuando el cuerpo se mantiene en posiciones incómodas o antinaturales durante mucho tiempo.

Ejemplos:

- Doblar o girar excesivamente la espalda.
- Trabajar con los brazos elevados.
- Mantener la cabeza inclinada hacia adelante en pantallas.

**Consecuencias:** dolor lumbar, cervicalgias, molestias en hombros y muñecas.

### **10.6.2 Movimientos repetitivos**

Realizar la misma acción cientos o miles de veces al día puede dañar tendones, músculos y articulaciones.

Ejemplos:

- Uso continuo del mouse o teclado.
- Ensamblaje en líneas de producción.
- Empaquetado o clasificación de productos.

**Consecuencias:** tendinitis, síndrome del túnel carpiano, fatiga muscular.

### **10.6.3 Manipulación manual de cargas**

Incluye levantar, transportar, empujar o arrastrar objetos.

Ejemplos:

- Levantar cajas pesadas sin técnica adecuada.
- Cargar mercancía repetidamente.

**Consecuencias:** lesiones lumbares, hernias, sobreesfuerzos.

### **10.6.4 Diseño inadecuado de herramientas y mobiliario**

La falta de ajuste entre el trabajador y su puesto puede generar esfuerzos innecesarios.

Ejemplos:

- Sillas sin soporte lumbar.
- Mesas demasiado altas o bajas.
- Herramientas pesadas o difíciles de sujetar.

### **Conclusión del Marco Teórico**

El marco teórico establece que la optimización de la distribución de planta y la mejora ergonómica son elementos fundamentales para incrementar la productividad, seguridad y eficiencia en Lohr México. La integración de herramientas de ingeniería industrial, análisis de tiempos y movimientos, evaluación ergonómica y principios de mejora continua respalda la implementación de un rediseño que cumpla con los objetivos estratégicos de la empresa.

## **Capítulo III. Metodología o Propuesta de Intervención**

### **3.1 Objetivo de la metodología**

Definir el procedimiento metodológico para diseñar y armar una estación de trabajo con condiciones óptimas dentro de la empresa Lohr México, que garanticen la eficiencia, ergonomía, productividad y seguridad de los operadores a través de una intervención sistemática.

### **3.2 Enfoque y tipo de investigación**

El diseño de la investigación es mixto, ya que utiliza métodos cuantitativos y cualitativos.

Además, es una investigación aplicada, ya que busca solucionar un problema real en el área de ensamble hidráulico y neumático, utilizando principios de ergonomía y manufactura esbelta. Es descriptiva y a la vez experimental, ya que se estudian las condiciones presentes, se propone una mejora y se miden sus resultados en el lugar de trabajo.

### **3.3 Diseño metodológico**

La metodología se dividió en 5 etapas principales, las cuales se ordenaron de manera secuencial para asegurar la implementación y evaluación correcta de la estación de trabajo. Cada etapa define las tareas, los responsables y los entregables para alcanzar los objetivos del proyecto.

### **3.4 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas**

Fase 1. Planificación:

En esta fase se sentaron las bases del proyecto, definiendo los objetivos, el alcance y los recursos necesarios:

- Definir los objetivos generales y específicos del proyecto.
- Determinación de los recursos materiales, tecnológicos y humanos necesarios.
- Distribución de tareas y responsabilidades al personal involucrado.

## Fase 2. Diseño y elaboración

En esta etapa se procuró que la estación de trabajo fuera funcional, ergonómica y eficiente:

- Diseño de la estación siguiendo principios de ergonomía, accesibilidad y flujo de materiales.
- Elección de las herramientas, equipos y mobiliario adecuados al trabajo.
- Elaboración de la documentación técnica y los procedimientos operativos estandarizados (POE).
- Capacitación inicial del personal en procedimientos y equipos.

## Fase 3. Implementación

En esta fase se montó físicamente y se puso en marcha la estación:

- Armado y desarmado de equipos, herramientas y mobiliario según diseño.
- Integración de los sistemas de control y gestión de procesos de la nueva estación.
- Creación de prototipos de prueba para verificar el diseño y encontrar puntos de mejora.

## Fase 4. Pruebas y afinación

Esta etapa buscó hacer eficiente, segura y de calidad la operación:

- Pruebas del mundo real.
- Detección de anomalías o fallas y aplicación de medidas correctivas.
- Adaptaciones ergonómicas y funcionales para maximizar la productividad y el confort del operador.

## Fase 5. Lanzamiento y capacitación

En la última etapa se terminó la estación y se capacitó al personal:

- Abrir la estación de trabajo.
- Capacitación técnica y ergonómica al personal operativo.
- Seguimiento del desempeño mediante indicadores de control y mejora continua.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación directa: para tomar nota de las condiciones actuales de trabajo, los desplazamientos y las posturas de los trabajadores.
- Cronometraje y registro de tiempos: para medir antes y después de la implementación.
- Software Ergo IBV para el reconocimiento de riesgos posturales y malas posturas

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos se analizaron de manera cuantitativa y cualitativa:

- Medición cuantitativa: comparación de tiempos de operación, distancias recorridas y productividad antes y después de la intervención.
- Cualitativo: interpretación de las observaciones para reconocer mejoras en comodidad y satisfacción laboral.

Este estudio confirmó que el rediseño de la estación de trabajo mejoró la eficiencia, la ergonomía y la calidad del proceso.

### **3.7 Indicadores de desempeño**

Para evaluar los resultados obtenidos, se utilizaron los siguientes indicadores:

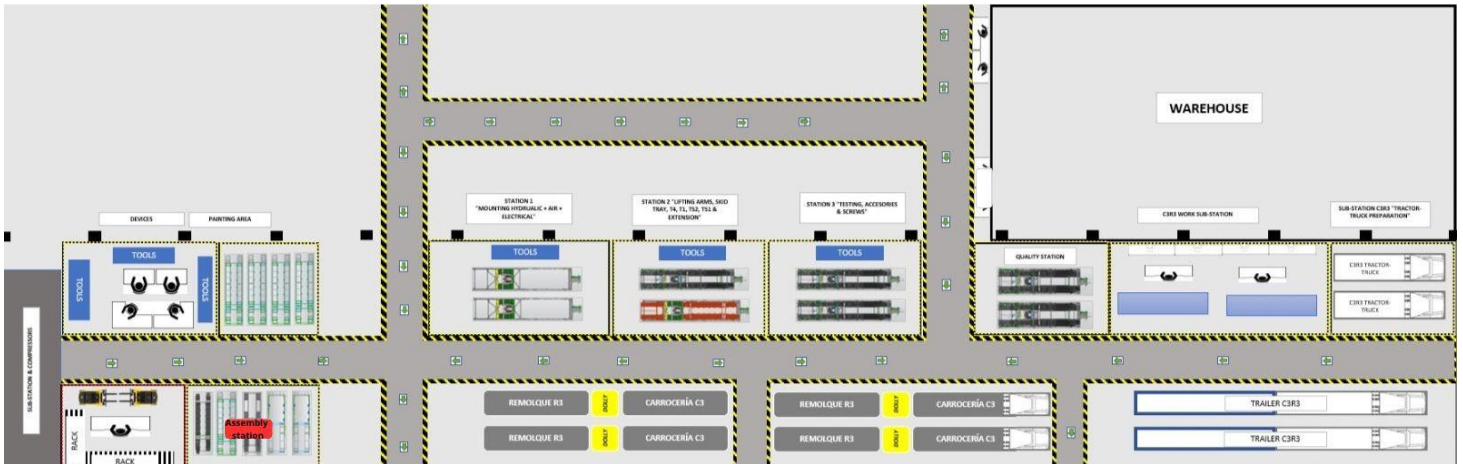
- Indicadores de riesgos ergonómicos y satisfacción del operador.

### **3.8 Confiabilidad y validez de la metodología**

La fiabilidad del estudio se asegura mediante procedimientos sistematizados, replicables y documentados en cada etapa. La validez está certificada por el software Ergo/IBV y por las propias personas que lo aplican.

## Capítulo IV: Resultados y discusión.

### 1.Revisión Técnica de la Redistribución del Proceso de Ensamble



**Imagen 5.1 Layout Original de Planta con Ubicación Central del Área de Ensamble.**

En la figura 5.1 se puede observar la representación del antiguo layout, donde el área de ensamble se localizaba en el centro de la planta (recuadro rojo). Esta configuración implicaba desplazamientos extensos desde el almacén y un flujo menos eficiente de materiales.




**Imagen 5.2 Layout Modificado con Reubicación del Área de Ensamble Junto al Almacén**

En la figura 5.2 se muestra la representación del layout nuevo en el que el área de ensamble,

ahora ubicada justo al lado del almacén (recuadro rojo), redujo los tiempos de abastecimiento y mejoró el flujo interno de materiales.


La reubicación del área de ensamble hacia la zona del almacén trajo como resultado mejoras operativas en el flujo interno de materiales y en la eficiencia del proceso productivo. Al acortarse la distancia entre el almacén y el principal punto de consumo, se redujeron significativamente los tiempos de abastecimiento y los movimientos internos de montacargas y vehículos logísticos. Esto redujo al mínimo los movimientos sin valor agregado, en concordancia con los principios de Lean Manufacturing, y se eliminaron desperdicios por largos desplazamientos. Integrar el ensamble con las principales estaciones posteriores (calidad, pruebas y preparación final) hizo que el flujo fuera continuo y más ordenado. Esto disminuyó el inventario en proceso y eliminó los cuellos de botella que antes existían. Además, el nuevo diseño permite estandarizar las rutas internas, mejorar la visibilidad del flujo de trabajo y reforzar el control de progreso de la producción; en conjunto, el nuevo diseño aumentó la eficiencia logística, optimizó el espacio, mejoró el rendimiento del ensamble y creó una base más sólida para el crecimiento futuro. Estos resultados se traducen en un proceso más estable, flexible y competitivo, capaz de reaccionar rápidamente a cambios en la demanda y en las necesidades de producción.

## 2.1 Resultados con el software Ergo/IBV inicial en el sistema hidráulico



**Ergo/IBV**  
Evaluación de riesgos ergonómicos

### Tareas Repetitivas



**IBV** INSTITUTO DE BIOMECÁNICA UN Yucatán

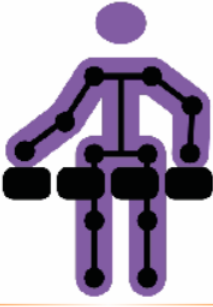
#### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

**IDENTIFICACIÓN**

Tarea:

Empresa:

Observaciones:



**DATOS**

Subtareas	Exposición (% del total tarea)	Repetitividad Brazos	Repetitividad Manos	Posturas - Tiempo (% del total subtarea)
<input type="text" value="Valvulas"/>	35 %	6 rep/min	13 rep/min	Postura Neutra - 5.0 % COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 % MARCAR TORQUE - 10.0 % APRETAR ENSAMBLES - 40.0 %
<input type="text" value="banco de valvulas"/>	65 %	4 rep/min	12 rep/min	Postura Neutra - 5.0 % COLOCAR VALVULAS EN EL ENSAMBLE - 60.0 % COLOCAR TORNILLOS - 20.0 % APRETAR TORNILLOS - 15.0 %

**RIESGO de la TAREA**

Zona del CUELLO-HOMBRO

a corto plazo

a medio plazo

a largo plazo

Zona de la MANO-MUÑECA

**Nivel de Riesgo**

II
III
III
IV

Evaluación realizada por:

**Interpretación del nivel de riesgo**

Nivel I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
Nivel II	Situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.
Nivel III	Situaciones que implican intervenir tan pronto como sea posible.
Nivel IV	Situaciones que implican intervenir inmediatamente.

Ergo/IBV® incluye procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales que cumplen los criterios establecidos en el Artículo 5 del "Reglamento de los Servicios de Prevención", y que se recogen en las "Guías de Actuación" de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS).

## INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

RIESGO de las SUBTAREAS (riesgo que tendría cada subtask si la exposición fuese 100% en lugar de la actual)

Subtarea	Zona		Nivel de Riesgo
Valvulas	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	III
		a medio plazo	III
		a largo plazo	III
	Zona de la MANO-MUÑECA		IV
			IV
			IV
banco de valvulas	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	III
		a medio plazo	IV
		a largo plazo	IV
	Zona de la MANO-MUÑECA		IV
			IV
			IV

### POSTURAS

Subtarea	Cuello	Brazo	Muñeca	Mano
Valvulas	Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión o extensión	Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Esfuerzo de la mano
Postura - Tiempo (% del total subtask)	Flexión 0-10° No No	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión	Posición neutra (0°) No No	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
Postura Neutra - 5.0 %				

Subtarea	Cuello	Brazo	Muñeca	Mano
Valvulas	Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión o extensión	Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Esfuerzo de la mano
Postura - Tiempo (% del total subtask)	Flexión 10-20° No No	Flexión 20-45°	Flexión o extensión <15° Si No	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 %				

Subtarea	Cuello	Brazo	Muñeca	Mano
Valvulas	Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión o extensión	Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Esfuerzo de la mano
Postura - Tiempo (% del total subtask)	Flexión >20° No No	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión	Flexión o extensión >15° No No	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
MARCAR TORQUE - 10.0 %				

### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> Valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 10-20° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR ENSAMBLES - 40.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión >15° Sí No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) Postura Neutra - 5.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Posición neutra (0°) No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión >20° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCAR VALVULAS EN EL ENSAMBLE - 60.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión >15° Sí No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión >20° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCAR TORNILLOS - 20.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión >15° Sí No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

**Ergo/IBV**  
Evaluación de riesgos ergonómicos

**Tareas Repetitivas**

**IBV** INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALLECAJAL

**INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS**

<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR TORNILLOS - 15.0 %	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión	Flexión o extensión >15°
		Desviación radiel/cubital	Si
		Pronación/supinación	No
	<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

**Figura 5.3 informe de evaluación de riesgos sistema hidráulico.**

La evaluación ergonómica con el software Ergo/IBV determinó el riesgo postural en dos zonas prioritarias del trabajador: cuello-hombro y mano-muñeca. Los resultados se gradúan en cuatro niveles (I-IV), siendo el nivel I aceptable y el nivel IV de intervención inmediata.

Resultados:

- Zona cuello-hombro: Nivel II (riesgo a corto, mediano y largo plazos)

Este nivel señala que hay aspectos a mejorar, pero que no demandan una intervención inmediata. Pero es aconsejable que se revisen las posturas que se están adoptando mientras se realiza la actividad y se adapte la estación de trabajo para reducir la carga estática y la sobrecarga muscular en esta zona.

- Zona Mano-Muñeca: Nivel IV (alto riesgo)

Estos datos demuestran que las actividades son de alto riesgo y que se debe actuar de inmediato. Nivel IV: indica que existen posturas obligadas, movimientos repetitivos o exigencias de fuerza que sobrepasan los límites recomendados y que pueden generar trastornos musculoesqueléticos.

Interpretación global del riesgo.

Los niveles combinados señalan que la tarea analizada es de riesgo ergonómico, sobre todo para la zona mano-muñeca.

- El riesgo en cuello-hombro necesita medidas de mejora programadas,
- El riesgo en mano-muñeca exige medidas correctivas inmediatas para evitar lesiones.

Estas medidas pueden ser el rediseño de herramientas, las alturas de trabajo, la rotación de tareas, las pausas activas o la automatización parcial del proceso.

## 2.2 Resultados con el software Ergo/IBV final en el sistema hidráulico

#### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

##### IDENTIFICACIÓN

Tarea:

Empresa:

Observaciones:



##### DATOS

Subtareas	Exposición (% del total tarea)	Repetitividad Brazos	Repetitividad Manos	Posturas - Tiempo (% del total subtarea)
Valvulas	35 %	5 rep/min	8 rep/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postura Neutra - 15.0 %</li> <li>- COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 %</li> <li>- MARCAR TORQUE - 10.0 %</li> <li>- APRETAR ENSAMBLES - 30.0 %</li> </ul>
banco de valvulas	65 %	3 rep/min	10 rep/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postura Neutra - 10.0 %</li> <li>- COLOCAR VALVULAS EN EL ENSAMBLE - 50.0 %</li> <li>- COLOCAR TORNILLOS - 25.0 %</li> <li>- APRETAR TORNILLOS - 15.0 %</li> </ul>

##### RIESGO de la TAREA

Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	I	Evaluación realizada por:
	a medio plazo	I	
	a largo plazo	II	
Zona de la MANO-MUNECA		I	

Interpretación del nivel de riesgo	
Nivel I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
Nivel II	Situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.
Nivel III	Situaciones que implican intervenir tan pronto como sea posible.
Nivel IV	Situaciones que implican intervenir inmediatamente.

Ergo/IBV® incluye procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales que cumplen los criterios establecidos en el Artículo 5 del 'Reglamento de los Servicios de Prevención', y que se recogen en las 'Guías de Actuación' de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS).

## INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

**RIESGO** de las **SUBTAREAS** (riesgo que tendría cada subtarea si la exposición fuese 100% en lugar de la actual)

Subtarea	Zona del CUELLO-HOMBRO			Nivel de Riesgo
Valvulas	a corto plazo			I
	a medio plazo			I
	a largo plazo			II
	Zona de la MANO-MUÑECA			I
banco de valvulas	a corto plazo			I
	a medio plazo			I
	a largo plazo			II
	Zona de la MANO-MUÑECA			I

### POSTURAS

Subtarea	Cuello	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
Valvulas		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	Brazo	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
Postura - Tiempo (% del total subtarea)	Muñeca	Flexión o extensión	Flexión o extensión <15°
Postura Neutra - 15.0 %		Desviación radial/cubital	No
		Pronación/supinación	No
	Mano	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
Subtarea	Cuello	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
Valvulas		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	Brazo	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
Postura - Tiempo (% del total subtarea)	Muñeca	Flexión o extensión	Flexión o extensión <15°
COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 %		Desviación radial/cubital	No
		Pronación/supinación	No
	Mano	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
Subtarea	Cuello	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
Valvulas		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	Brazo	Flexión o extensión	Flexión 20-45°
Postura - Tiempo (% del total subtarea)	Muñeca	Flexión o extensión	Flexión o extensión <15°
MARCAR TORQUE - 10.0 %		Desviación radial/cubital	No
		Pronación/supinación	No
	Mano	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> Valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR ENSAMBLES - 300 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Posición neutra (0°) No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) Postura Neutra - 100 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Posición neutra (0°) No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCAR VALVULAS EN EL ENSAMBLE - 50.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital	Flexión o extensión <15° No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> banco de valvulas	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclinación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCAR TORNILLOS - 25.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión <15° No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

Figura 5.4 informe de evaluación de riesgos sistema hidráulico actualizado

La evaluación ergonómica con el software Ergo/IBV evidencia una mejora considerable en las posturas del trabajador tras la nueva estación. Los niveles de riesgo se encuentran en niveles aceptables o de baja prioridad de intervención.

Resultados alcanzados

- Zona cuello-hombro: Nivel I (corto, mediano y largo plazos)

Este nivel señala que las condiciones de trabajo para esta zona son ergonómicamente adecuadas. Las posiciones tomadas en la actividad no son peligrosas y están dentro de lo recomendado. No necesita más intervención.

- Zona Mano-Muñeca: Nivel II a largo plazo / Nivel I a corto-medio plazo

o Nivel I (corto y mediano plazo): La tarea no implica riesgos significativos en estos momentos; las posiciones y los movimientos son seguros.

o Nivel II (largo plazo): Hay margen de mejora a largo plazo, pero sin necesidad de intervención urgente. Es importante hacer un seguimiento periódico y reforzar las buenas prácticas de trabajo para prevenir la aparición de trastornos acumulativos.

Interpretación global del riesgo:

Los resultados muestran una disminución importante del riesgo ergonómico en comparación con la evaluación inicial.

- La región cuello-hombro llega a nivel mínimo de riesgo, demostrando que los cambios en alturas, alcances y disposición del puesto fueron efectivos.
- La región mano-muñeca, a pesar de ser II en el análisis a largo plazo, se encuentra en rangos aceptables y solo necesita medidas preventivas menores, como seguimiento periódico y refuerzo de pausas activas.
- En general, la nueva estación de trabajo satisface criterios ergonómicos apropiados, reduciendo la exposición a posturas forzadas y disminuyendo el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Conclusión General del Estudio Ergonómico

La nueva estación de trabajo supuso una mejora considerable de las condiciones ergonómicas de la tarea analizada. Los resultados indican:

- Eliminación de riesgos críticos identificados previamente.
- Mejoras evidentes en las posturas cuello-hombro y mano-muñeca.

- Condiciones laborales que hoy se encuentran en niveles aceptables y seguros.
- Disminuye el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.
- Mejor adaptación del puesto a las necesidades biomecánicas del trabajador.

En general, la intervención satisface el objetivo de mejorar la ergonomía, disminuir la exposición al riesgo y aumentar la eficiencia. Es importante hacer un seguimiento periódico para asegurar la sostenibilidad de estas mejoras y fortalecer las pausas activas como cultura preventiva.

#### Comparación de Resultados (Antes vs. Después de la Nueva Estación de Trabajo)

La evaluación ergonómica con el software Ergo/IBV, antes y después de la nueva estación, evidencia una mejora en los niveles de riesgo postural de la tarea.

##### 1. Zona Cuello-Hombro

Antes (estación inicial):

- Grado de riesgo: II (corto, mediano y largo plazo).
- Estado: Bueno, pero con cosas por mejorar.

Después (nueva estación de trabajo):

- Nivel de riesgo: Y en todos los plazos.
- Condición: posturas ergonómicamente correctas y dentro de los límites recomendados.

Mejora apreciada:

Nivel II → Nivel I, mostrando una mejora evidente por la reconfiguración del puesto.

##### 2. Zona Mano-Muñeca

Antes (estación inicial):

- Grado de riesgo: IV, necesita intervención inmediata.

Después (nueva estación de trabajo):

- Grado de riesgo:

o Nivel I a corto y mediano plazo

o Nivel II a largo plazo

Condición suspensiva:

El riesgo residual a largo plazo (Nivel II) nos dice que la tarea es segura en el día a día, pero hay aspectos que se pueden mejorar para reducir aún más la carga sobre esta zona.

Acción adicional considerada:

Para disminuir este riesgo a Nivel I, se sugirió una silla ergonómica que mejore el soporte postural, disminuya la fatiga y estabilice la posición de muñeca y antebrazo.

Sin embargo, esta mejora aún no ha sido aprobada por la Alta Dirección, por lo que se mantiene el riesgo residual valorado (Nivel II a L/P) hasta que se apruebe la compra del equipo.

Mejora apreciada:

Nivel IV → Nivel I/II, una gran mejora a pesar del pendiente de autorización.

#### Conclusión General del Estudio Ergonómico

La nueva estación de trabajo supone una mejora sustancial de las condiciones ergonómicas, al conseguir eliminar los riesgos altos detectados en la evaluación inicial. Las posturas son más apropiadas, el manejo de herramientas es más eficiente y la demanda biomecánica se reduce.

Si bien el análisis evidencia un riesgo residual (Nivel II) en la zona mano-muñeca a largo plazo, este puede disminuirse aún más con una silla ergonómica, la cual ya fue propuesta, pero sigue en espera de autorización por la Alta Dirección.

Concluyendo, la intervención mejora la seguridad y la salud postural del operador, los objetivos del estudio. Espera a que aprueben la autorización pendiente para optimizar totalmente el puesto.

## 2.3 Resultados con el software Ergo/IBV inicial en el sistema neumático

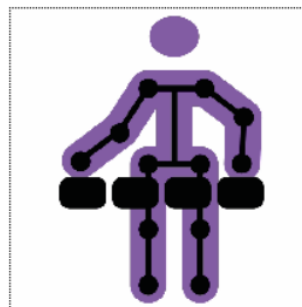
#### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

##### IDENTIFICACIÓN

Tarea: SISTEMA NEUMATICO

Empresa: LOHR MEXICO

Observaciones:



##### DATOS

Subtareas	Exposición (% del total tarea)	Repetitividad Brazos	Repetitividad Manos	Posturas - Tiempo (% del total subtarea)
VALVULAS	37 %	5 rep/min	10 rep/min	· Postura Neutra - 0.0 % · COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 % · MARCAR TORQUE - 10.0 % · APRETAR ENSAMBLES - 45.0 %
TANQUES	39 %	8 rep/min	16 rep/min	· Postura Neutra - 0.0 % · COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 % · MARCAR TORQUE - 10.0 % · APRETAR ENSAMBLES - 45.0 %
DISTRIBUIDOR	24 %	4 rep/min	10 rep/min	· Postura Neutra - 0.0 % · COLOCACION DE ENSAMBLES - 50.0 % · APRETAR ENSAMBLES - 50.0 %

##### RIESGO de la TAREA

		Nivel de Riesgo	Evaluación realizada por: TANIA DIAZ
Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	III	
	a medio plazo	III	
	a largo plazo	III	
Zona de la MANO-MUÑECA		IV	

Interpretación del nivel de riesgo	
Nivel I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
Nivel II	Situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.
Nivel III	Situaciones que implican intervenir tan pronto como sea posible.
Nivel IV	Situaciones que implican intervenir inmediatamente.

Ergo/IBV® incluye procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales que cumplen los criterios establecidos en el Artículo 5 del 'Reglamento de los Servicios de Prevención', y que se recogen en las 'Guías de Actuación' de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS).

## INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

**RIESGO** de las **SUBTAREAS** (riesgo que tendría cada subtarea si la exposición fuese 100% en lugar de la actual)

Subtarea	Zona			Nivel de Riesgo
VALVULAS	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	II	
		a medio plazo	II	
		a largo plazo	III	
	Zona de la MANO-MUÑECA		IV	
TANQUES	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	IV	
		a medio plazo	IV	
		a largo plazo	IV	
	Zona de la MANO-MUÑECA		IV	
DISTRIBUIDOR	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	III	
		a medio plazo	III	
		a largo plazo	III	
	Zona de la MANO-MUÑECA		IV	

## POSTURAS

Subtarea	Cuello	Brazo	Muñeca	Mano
VALVULAS	Flexión o extensión	Flexión o extensión	Flexión o extensión	Esfuerzo de la mano
	Inclinación lateral		Desviación radial/cubital	
	Torsión		Pronación/supinación	
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea)				
Postura Neutra - 0.0 %				

Subtarea	Cuello	Brazo	Muñeca	Mano
VALVULAS	Flexión o extensión	Flexión o extensión	Flexión o extensión	Esfuerzo de la mano
	Inclinación lateral		Desviación radial/cubital	
	Torsión		Pronación/supinación	
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea)				
COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 %				

### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> <input type="text" value="VALVULAS"/>	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	<input type="text" value="Flexión 10-20°"/> <input type="text" value="No"/> <input type="text" value="No"/>
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) <input type="text" value="MARCAR TORQUE - 10.0 %"/>	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	<input type="text" value="Flexión 20-45°"/>
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	<input type="text" value="Flexión o extensión &lt;15°"/> <input type="text" value="No"/> <input type="text" value="No"/>
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	<input type="text" value="Tarea ligera (&lt;10% de la fuerza máxima)"/>
<b>Subtarea</b> <input type="text" value="VALVULAS"/>	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	<input type="text" value="Flexión 10-20°"/> <input type="text" value="No"/> <input type="text" value="No"/>
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) <input type="text" value="APRETAR ENSAMBLES - 45.0 %"/>	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	<input type="text" value="Flexión 20-45°"/>
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	<input type="text" value="Flexión o extensión &lt;15°"/> <input type="text" value="Sí"/> <input type="text" value="No"/>
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	<input type="text" value="Tarea ligera (&lt;10% de la fuerza máxima)"/>
<b>Subtarea</b> <input type="text" value="TANQUES"/>	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	<input type="text" value="Flexión 0-10°"/> <input type="text" value="No"/> <input type="text" value="No"/>
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) <input type="text" value="Postura Neutra - 0.0 %"/>	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	<input type="text" value="Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión"/>
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital	<input type="text" value="Posición neutra (0°)"/> <input type="text" value="No"/>

## INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR ENSAMBLES - 50.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión >15° Sí No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) Postura Neutra - 0.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Posición neutra (0°) No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 10-20° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCACION DE ENSAMBLES - 50.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Flexión 20-45°
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión <15° Sí No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

Figura 5.5 informe de evaluación de riesgos sistema neumático.

## 2.3 Resumen e Interpretación de Resultados – Evaluación Ergo/IBV (Sistema Neumático)

La evaluación ergonómica realizada mediante el software Ergo/IBV para el sistema neumático permitió identificar el nivel de riesgo postural en dos zonas corporales críticas: cuello–hombro y mano–muñeca. Los resultados obtenidos se clasifican según la escala de niveles de riesgo (I a IV), donde el Nivel IV representa la necesidad de intervención inmediata.

Resultados obtenidos por zona corporal

### 1. Zona Cuello–Hombro

- Corto plazo: Nivel III
- Medio plazo: Nivel II
- Largo plazo: Nivel III

### Interpretación:

La zona cuello–hombro presenta un riesgo **moderado a elevado**, especialmente en corto y largo plazo.

- El **Nivel III** indica que se debe **intervenir tan pronto como sea posible**, debido a la presencia de posturas forzadas, elevación de hombro u operaciones que generan tensión muscular sostenida.
- El **Nivel II** en el mediano plazo sugiere que, aunque no es necesaria una corrección inmediata, existen oportunidades de mejora que evitarían la progresión de molestias.

### 2. Zona Mano–Muñeca

- **Nivel de riesgo general: IV**

### **Interpretación:**

Este nivel representa un riesgo muy alto, que requiere intervención inmediata. La tarea probablemente incluye movimientos repetitivos, desviaciones de muñeca, agarres de fuerza o posturas estáticas prolongadas, lo que incrementa el riesgo de trastornos musculoesqueléticos como tendinitis, síndrome de túnel carpiano o tenosinovitis.

### **Interpretación Global del Riesgo en el Sistema Neumático**

Los resultados indican que la actividad analizada dentro del sistema neumático presenta **riesgos ergonómicos significativos**:

- La zona mano–muñeca en **Nivel IV** demanda **acciones correctivas urgentes**, ya que representa el nivel más alto de riesgo.
- La zona cuello–hombro, con niveles **II y III**, también requiere mejoras para prevenir fatiga muscular, sobrecarga y posturas inadecuadas.
- En conjunto, el sistema neumático presenta las condiciones más críticas entre las evaluaciones comparadas, especialmente en lo referente a la manipulación manual asociada a la muñeca.

## 2.4 Resultados con el software Ergo/IBV final en el sistema neumático

#### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

##### IDENTIFICACIÓN

Fecha: 17/11/2025

Tarea: SISTEMA NEUMATICO

Empresa: LOHR MEXICO

Observaciones:



##### DATOS

Subtareas	Exposición (% del total tarea)	Repetitividad Brazos	Repetitividad Manos	Posturas - Tiempo (% del total subtarea)
VALVULAS	37 %	4 rep/min	6 rep/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Postura Neutra - 15.0 %</li> <li>COLOCAR ENSAMBLES - 35.0 %</li> <li>MARCAR TORQUE - 10.0 %</li> <li>APRETAR ENSAMBLES - 40.0 %</li> </ul>
TANQUES	39 %	4 rep/min	8 rep/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Postura Neutra - 0.0 %</li> <li>COLOCAR ENSAMBLES - 45.0 %</li> <li>MARCAR TORQUE - 10.0 %</li> <li>APRETAR ENSAMBLES - 45.0 %</li> </ul>
DISTRIBUIDOR	24 %	2 rep/min	4 rep/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Postura Neutra - 25.0 %</li> <li>COLOCACION DE ENSAMBLES - 35.0 %</li> <li>APRETAR ENSAMBLES - 40.0 %</li> </ul>

##### RIESGO de la TAREA

		Nivel de Riesgo		Evaluación realizada por: TANIA DIAZ
Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	I		
	a medio plazo	I		
	a largo plazo	II		
Zona de la MANO-MUÑECA		I		

##### Interpretación del nivel de riesgo

<b>Nivel I</b>	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
<b>Nivel II</b>	Situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.
<b>Nivel III</b>	Situaciones que implican intervenir tan pronto como sea posible.
<b>Nivel IV</b>	Situaciones que implican intervenir inmediatamente.

Ergo/IBV® incluye procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales que cumplen los criterios establecidos en el Artículo 5 del 'Reglamento de los Servicios de Prevención', y que se recogen en las 'Guías de Actuación' de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS).

### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

RIESGO de las SUBTAREAS (riesgo que tendría cada subtask si la exposición fuese 100% en lugar de la actual)

Subtarea			Nivel de Riesgo
VALVULAS	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	I
		a medio plazo	I
		a largo plazo	II
	Zona de la MANO-MUÑECA		I
TANQUES	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	I
		a medio plazo	I
		a largo plazo	II
	Zona de la MANO-MUÑECA		I
DISTRIBUIDOR	Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	I
		a medio plazo	I
		a largo plazo	II
	Zona de la MANO-MUÑECA		I

#### POSTURAS

<b>Subtarea</b>			
VALVULAS		<b>Cuello</b>	Flexión o extensión
			Inclinación lateral
			Torsión
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtask)			
Postura Neutra - 15.0 %		<b>Brazo</b>	Flexión o extensión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
			Desviación radial/cubital
			Pronación/supinación
		<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano

<b>Subtarea</b>			
VALVULAS		<b>Cuello</b>	Flexión o extensión
			Inclinación lateral
			Torsión
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtask)			
COLOCAR ENSAMBLES - 35.0 %		<b>Brazo</b>	Flexión o extensión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
			Desviación radial/cubital
			Pronación/supinación
		<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano

### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> VALVULAS	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) MARCARTORQUE - 10.0 %		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
	Desviación radial/cubital		No
	<b>Mano</b>	Pronación/supinación	No
		Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

<b>Subtarea</b> VALVULAS	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETARENSAMBLES - 40.0 %		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
	Desviación radial/cubital		No
	<b>Mano</b>	Pronación/supinación	No
		Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

<b>Subtarea</b> TANQUES	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) Postura Neutra - 0.0 %		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
	Desviación radial/cubital		No

	Pronación/supinación	No
<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

<b>Subtarea</b> TANQUES	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCARENSAMBLES - 45.0 %		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
		<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión
	Desviación radial/cubital		No
	<b>Mano</b>	Pronación/supinación	No
		Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

### INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR ENSAMBLES - 400 %	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión	Posición neutra (0°)
		Desviación radial/cubital	No
		Pronación/supinación	No
	<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

		Pronación/supinación	No
<b>Mano</b>		Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b>	Flexión o extensión	Flexión 0-10°
		Inclinación lateral	No
		Torsión	No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) COLOCACION DE ENSAMBLES - 350 %	<b>Brazo</b>	Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b>	Flexión o extensión	Posición neutra (0°)
		Desviación radial/cubital	No
		Pronación/supinación	No
	<b>Mano</b>	Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

<b>Subtarea</b> TANQUES	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) MARCAR TORQUE - 10.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión <15° No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> TANQUES	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) APRETAR ENSAMBLES - 45.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital Pronación/supinación	Flexión o extensión <15° No No
	<b>Mano</b> Esfuerzo de la mano	Tarea ligera (<10% de la fuerza máxima)
<b>Subtarea</b> DISTRIBUIDOR	<b>Cuello</b> Flexión o extensión Inclínación lateral Torsión	Flexión 0-10° No No
<b>Postura - Tiempo</b> (% del total subtarea) Postura Neutra - 25.0 %	<b>Brazo</b> Flexión o extensión	Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión
	<b>Muñeca</b> Flexión o extensión Desviación radial/cubital	Flexión o extensión <15° No

5.6 informe de evaluación de riesgos sistema neumático actualizado

A partir de la valoración ergonómica realizada, se observa una mejora significativa en los niveles de riesgo asociados a las zonas corporales evaluadas, especialmente tras la implementación de las medidas de ergonomía recomendadas.

1. Zona Cuello–Hombro

Los resultados muestran que el nivel de riesgo para esta zona se encuentra clasificado como:

- Corto plazo: Nivel I (riesgo bajo)
- Medio plazo: Nivel I (riesgo bajo)
- Largo plazo: Nivel II (riesgo moderado leve)

Esto indica que las condiciones de trabajo actuales son ergonómicamente aceptables en el corto y medio plazo, y solo presentan una ligera necesidad de seguimiento en el largo plazo. En comparación con evaluaciones previas, este resultado refleja una mejora notable en la carga postural y en la exigencia física para esta región anatómica, atribuible a la implementación de ajustes ergonómicos como la correcta disposición del puesto, alturas de trabajo y reducción de posturas forzadas.

## 2. Zona Mano–Muñeca

El nivel de riesgo para esta zona se clasifica como:

- Corto plazo: Nivel I (riesgo bajo)
- Medio plazo: Nivel I (riesgo bajo)
- Largo plazo: Nivel I (riesgo bajo)

Estos valores indican que las condiciones actuales son totalmente aceptables ergonómicamente y no requieren intervenciones adicionales. La mejora se relaciona directamente con la incorporación de herramientas más adecuadas, cambios en la manipulación de cargas, ajustes en la posición de teclado/equipos o implementación de pausas activas.

## Conclusiones Generales

La evaluación evidencia que la implementación de medidas ergonómicas ha tenido un impacto altamente positivo, reduciendo los niveles de riesgo en todas las zonas evaluadas y llevando la mayoría de los indicadores al Nivel I, considerado como aceptable y sin necesidad de actuación inmediata.

Estas mejoras se traducen en:

- Reducción de posturas forzadas.

- Disminución de la carga física y repetitividad.
- Mayor adecuación entre las características de la tarea y las capacidades de los trabajadores.
- Menor probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos.

En conjunto, los resultados validan la eficacia de las intervenciones ergonómicas implementadas y respaldan la continuidad de este enfoque preventivo.

### 3. Diseño de las estaciones de trabajo hidráulica, neumática y módulo auxiliar

El diseño de las estaciones de trabajo se realizó con el objetivo de mejorar las condiciones ergonómicas, la funcionalidad y la eficiencia en la operación de los sistemas hidráulico y neumático. Cada mesa fue desarrollada considerando los principios de seguridad, accesibilidad, adaptabilidad y aprovechamiento del espacio, incorporando elementos ajustables y modulares que permiten su adecuación a distintos usuarios y contextos de uso.

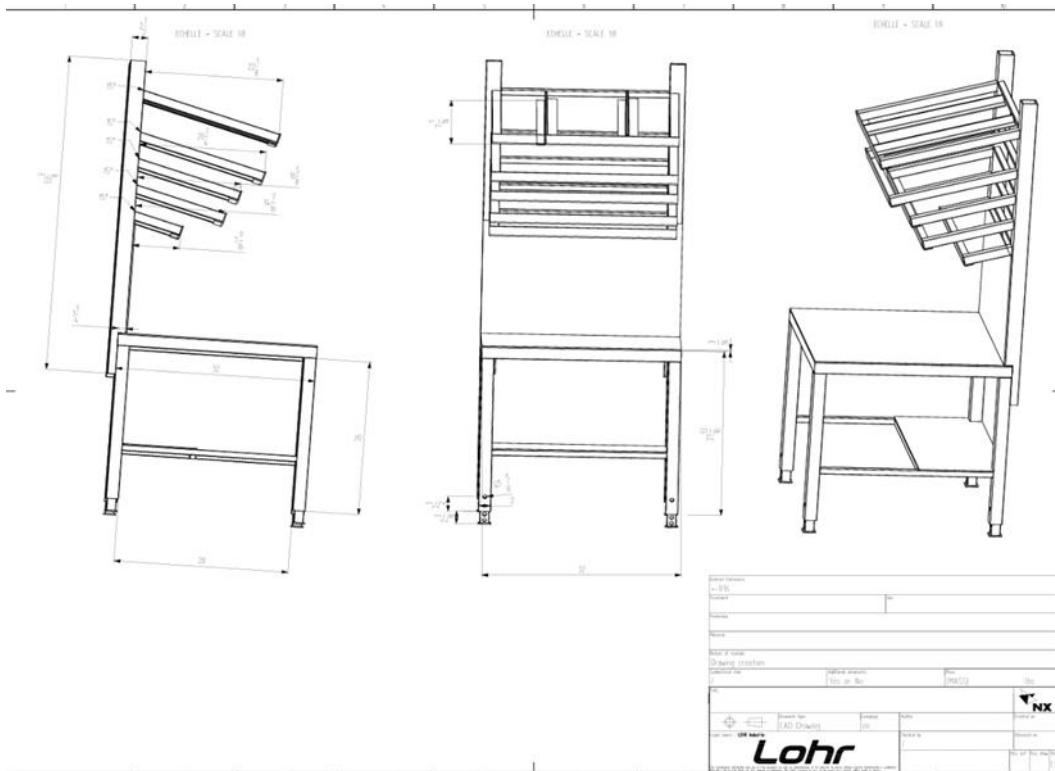
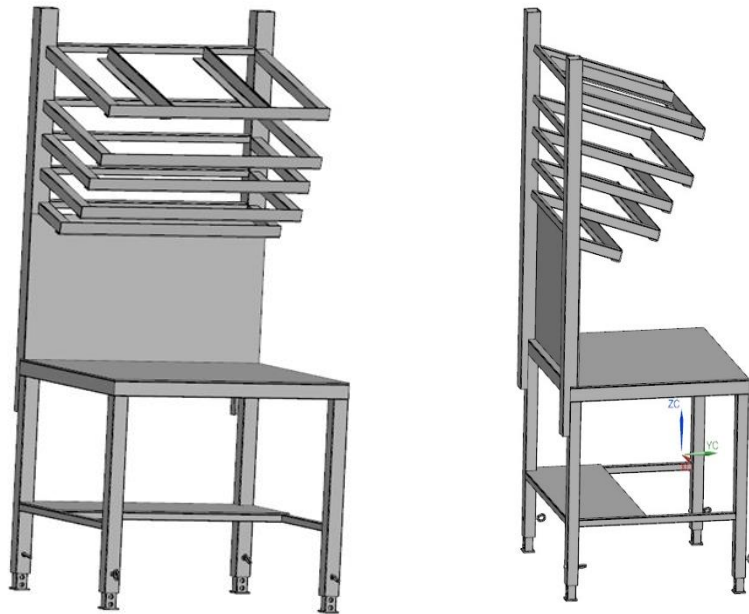


Figura 3.1. Plano con dimensiones en pulgadas de la mesa para el sistema hidráulico.



**figura 3.2. Plano de la mesa para el sistema hidráulico en 3D.**

### **3.1 Mesa para el sistema hidráulico**

La figura 3.1 muestra el plano técnico de la primera mesa diseñada para el sistema hidráulico. El diseño incluye las dimensiones principales en pulgadas, considerando tanto la estructura base como los elementos superiores de soporte. Esta mesa está diseñada para incorporar elementos hidráulicos y así tener una superficie estable y ergonómica.

Se integraron barrenos en las patas para poder regular la altura y adaptarla a diferentes percentiles antropométricos. Esta característica tiene como objetivo mejorar la postura del operador, disminuir la fatiga y aumentar la eficiencia en el trabajo al manipular y dar mantenimiento al sistema hidráulico.

Además, el diseño permite inclinar los soportes superiores para facilitar la visualización y el acceso a los elementos montados. Las dimensiones indicadas en el plano garantizan la compatibilidad con los equipos hidráulicos y la rigidez estructural para las cargas de trabajo esperadas. "Dispone de un tablero portaherramientas con sombra para una organización y acceso rápido a las herramientas, manteniendo el área ordenada y mejorando la productividad del usuario".

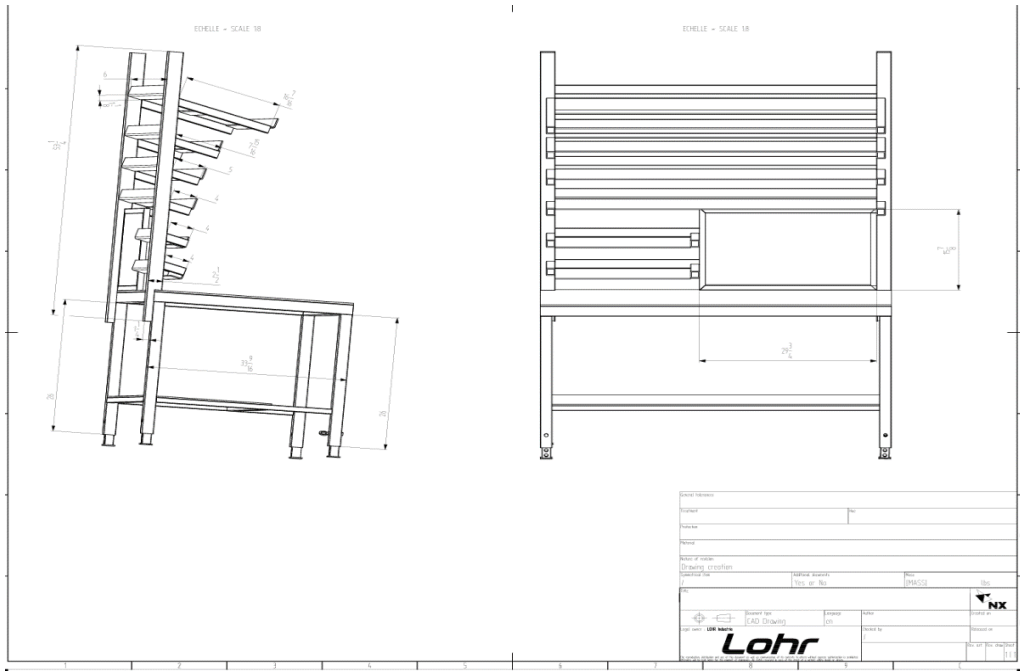


Figura 3.3. Plano con dimensiones en pulgadas de la mesa para el sistema neumático.

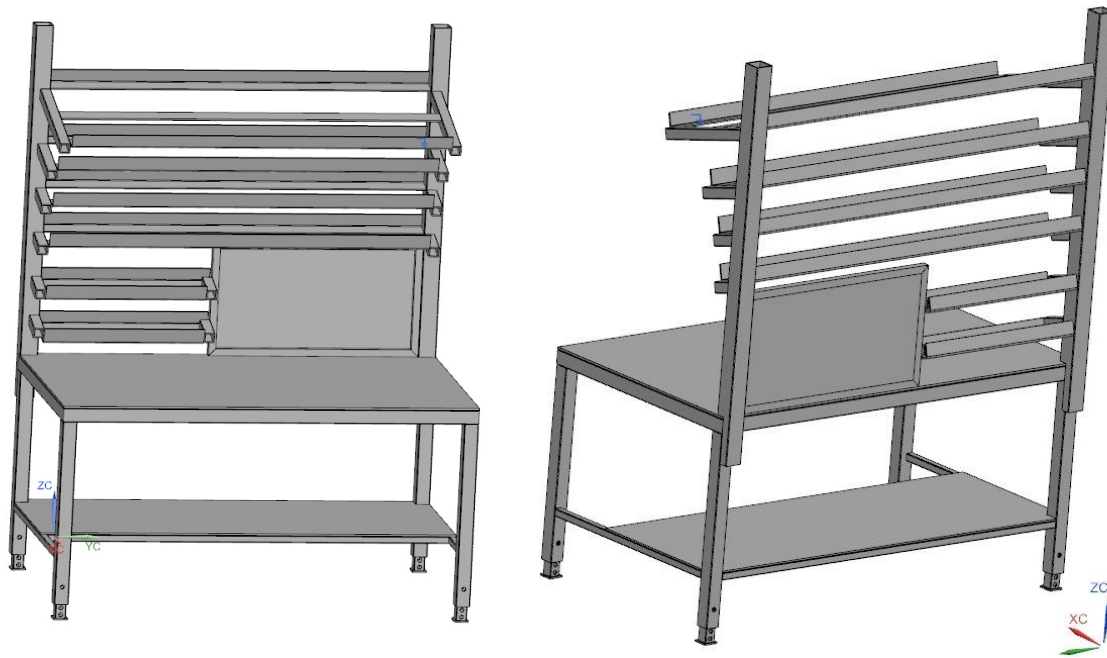
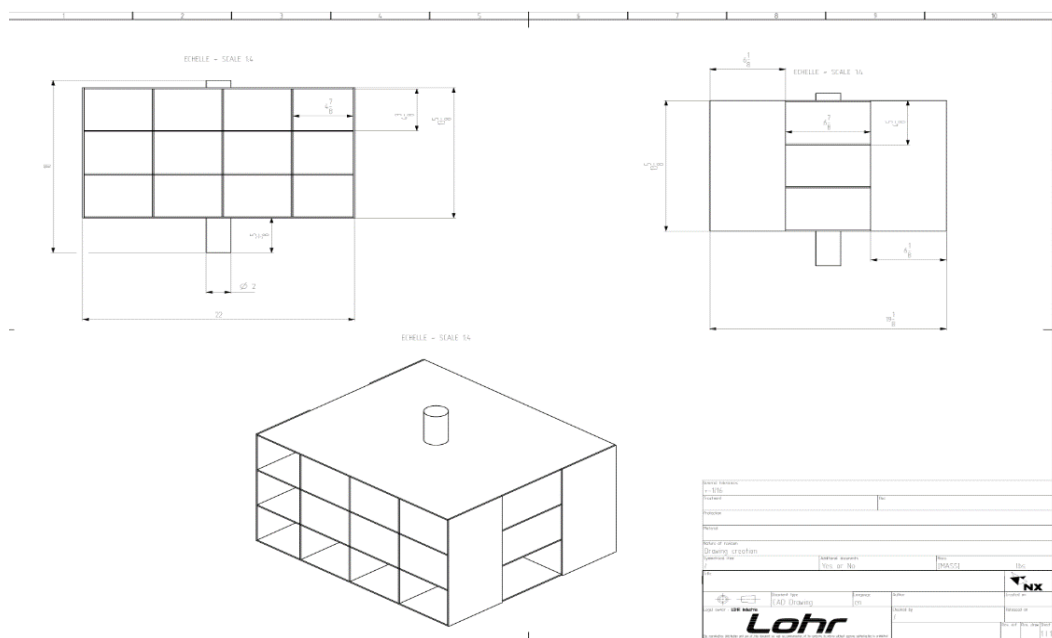


Figura 3.4. Plano de la mesa para el sistema neumático en 3D.

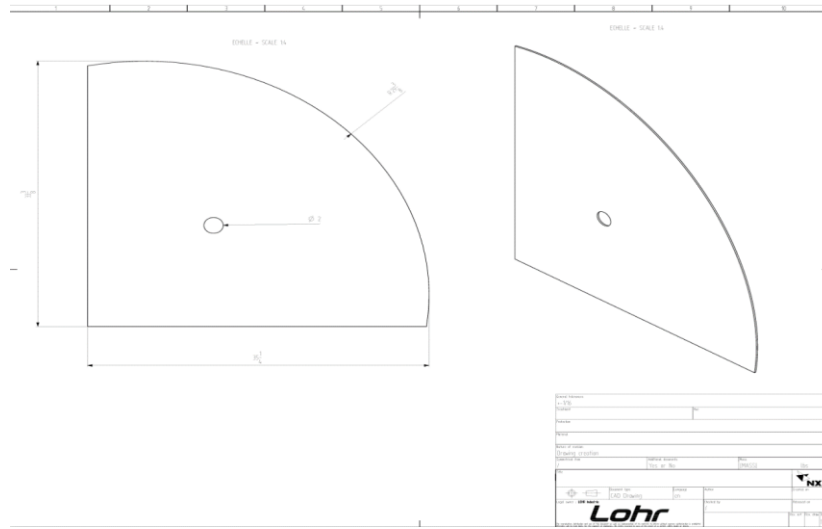
### 3.2 Mesa para el sistema neumático

Se diseñó la mesa como se muestra en la figura 3.4 para el área de trabajo del sistema neumático, conservando la misma estructura de la mesa del sistema hidráulico. Este diseño cuenta con barrenos en las patas para poder regular la altura y que se ajuste a un mayor rango de percentiles antropométricos de los trabajadores.

La adición de este mecanismo de regulación pretende establecer condiciones ergonómicas apropiadas para las operaciones de montaje y mantenimiento de los elementos neumáticos, en busca de la comodidad, seguridad y eficiencia en el trabajo, además las dimensiones y la disposición de los elementos estructurales aseguran la estabilidad y resistencia necesarias para soportar los equipos asociados al sistema. El diseño también incluye un tablero de herramientas con sombra, que facilita la organización y el acceso rápido a los instrumentos de trabajo, contribuyendo a mantener el orden en el área y a mejorar la productividad del operario



**Figura 3.5. Plano con dimensiones en pulgadas del módulo adicional giratorio.**



**Figura 3.6 Plano con dimensiones en pulgadas del soporte para el módulo adicional giratorio.**

### **3.3 Módulo auxiliar rotatorio**

Se diseñó una mesa auxiliar como se muestra en la figura 3.5 y 3.6 para colocar en la unión de las mesas de sistemas hidráulico y neumático para aprovechar el espacio y permitir la interacción entre las dos estaciones.

También se diseñó un pequeño cajón giratorio integrado a la mesa auxiliar para guardar y tener al alcance de la mano las herramientas, conexiones y piezas de uso común en los sistemas hidráulico y neumático. Este diseño pone al alcance del operador todos los elementos sin grandes desplazamientos, mejorando la eficiencia y el orden en el puesto de trabajo.

La implementación del sistema giratorio se justifica por su versatilidad y ergonomía, al poder acceder a los compartimentos desde distintos ángulos sin tener que moverte o detener lo que estés haciendo. Así se minimizan los movimientos repetitivos, se optimiza el flujo de trabajo y se disminuye el tiempo muerto en prácticas o labores de mantenimiento.

El módulo se diseñó con los mismos criterios estructurales y estéticos que las mesas principales, asegurando estabilidad, resistencia e integración con el conjunto. Su posición céntrica permite que sea utilizada por los trabajadores de ambas estaciones, promoviendo la colaboración, el orden y la eficiencia en el área de trabajo.

### **3.4 Comparación técnica de los diseños del sistema neumático y del sistema hidráulico**

Ambas mesas se proyectaron bajo los mismos criterios estructurales y ergonómicos para generar estaciones de trabajo funcionales, seguras y adaptables a diferentes usuarios. Pero cada una con especificaciones propias para el sistema.

La mesa neumática está dimensionada para soportar elementos más pesados y voluminosos, característicos de los equipos neumáticos. Su diseño privilegia la estabilidad y resistencia mecánica, para asegurar un soporte adecuado en el montaje y operación de los componentes de presión.

Por su parte, la mesa del sistema hidráulico sigue la misma filosofía modular y personalizable, pero adaptada a equipos más ligeros. Su diseño mantiene los agujeros en las patas para hacerla regulable en altura y conseguir unas condiciones ergonómicas.

Finalmente, el módulo auxiliar giratorio completa a ambas estaciones, mejorando la accesibilidad, organización y ergonomía del operario. En conjunto, los tres diseños apoyan la estandarización de las estaciones de trabajo en el área de prácticas, haciéndolas seguras, eficientes y en mejora continua en el manejo de sistemas hidráulicos y neumáticos.

### 3.5 Dispositivos auxiliares y hojas de proceso

Se diseñaron y fabricaron varias herramientas para facilitar el ensamblaje de ciertas válvulas del sistema neumático. Cada equipo se personalizó a las piezas a manipular, mejorando la precisión, seguridad y ergonomía en las operaciones.

Además, se desarrollaron hojas de proceso que detallan la secuencia de ensamble, la forma de uso de cada dispositivo y los puntos de control de calidad. Tanto la mesa como los equipos tienen barrenos para desmontarse fácilmente, dando flexibilidad al espacio.

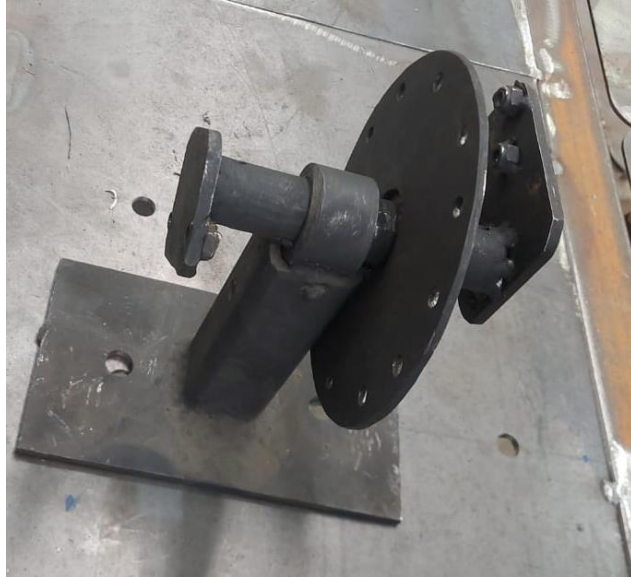


**Figura 3.7 Dispositivo para el armado del distribuidor.**

Se diseñó un dispositivo 3.7 para el ensamblaje del distribuidor. Elaborado bajo criterios de ergonomía, funcionalidad y facilidad de uso, que optimizan la manipulación por el operador.



**Figura 3.8 Dispositivo para el armado del distribuidor**



**Figura 3.9** Dispositivo para el armado válvulas

Se diseñó un dispositivo 3.9 para el ensamblaje de válvulas. Este equipo se ajusta a los diferentes modelos que existen, lo que permite un fácil montaje y mejora la ergonomía en el trabajo.



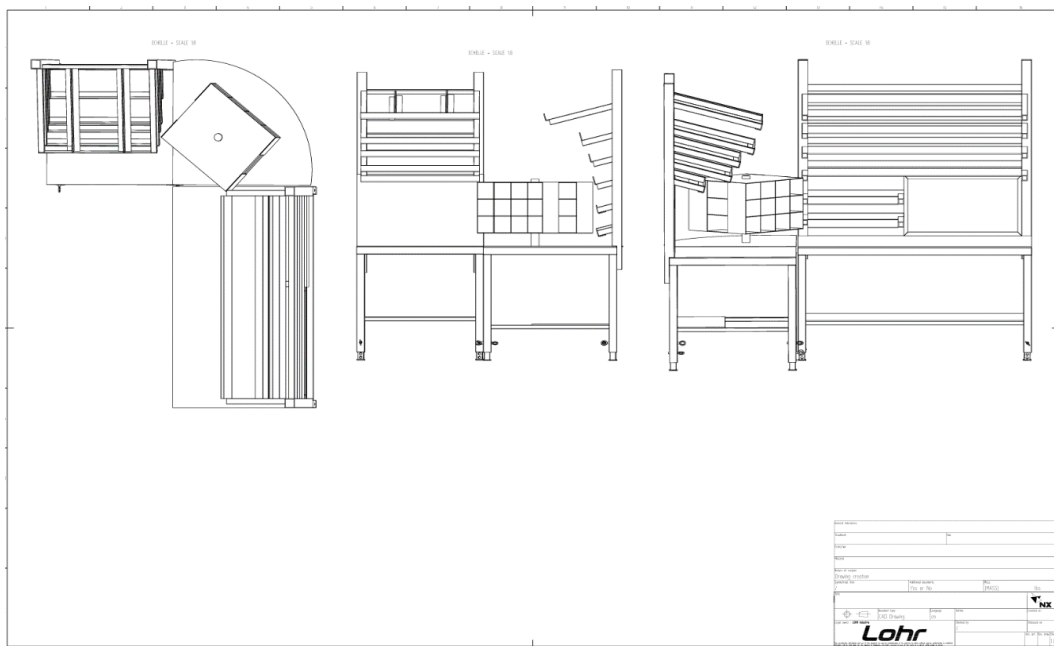
**Figura 3.10** Dispositivo para el armado válvulas

### **3..6 Conclusión del diseño de las estaciones de trabajo**

Las mesas para hidráulico y neumático y el módulo auxiliar giratorio mejoran las condiciones de trabajo y la eficiencia de las prácticas. Integración de barrenos en las patas para regular la altura de cada estación a un rango más amplio de percentiles antropométricos y asegurar la postura ergonómica de los usuarios.

Las tres estructuras se diseñaron bajo criterios de funcionalidad, seguridad y flexibilidad, pudiendo ser utilizadas por diferentes operadores sin afectar su estabilidad estructural ni su rendimiento. Además, la estandarización del diseño permite la integración de los sistemas en un ambiente de aprendizaje o productivo, optimizando el espacio y facilitando la prevención en el mantenimiento de los equipos.

En conjunto, estas mejoras fortalecen la eficiencia, seguridad y ergonomía de las tareas, creando un ambiente de trabajo más eficiente, seguro y en concordancia con las buenas prácticas de ingeniería industrial.



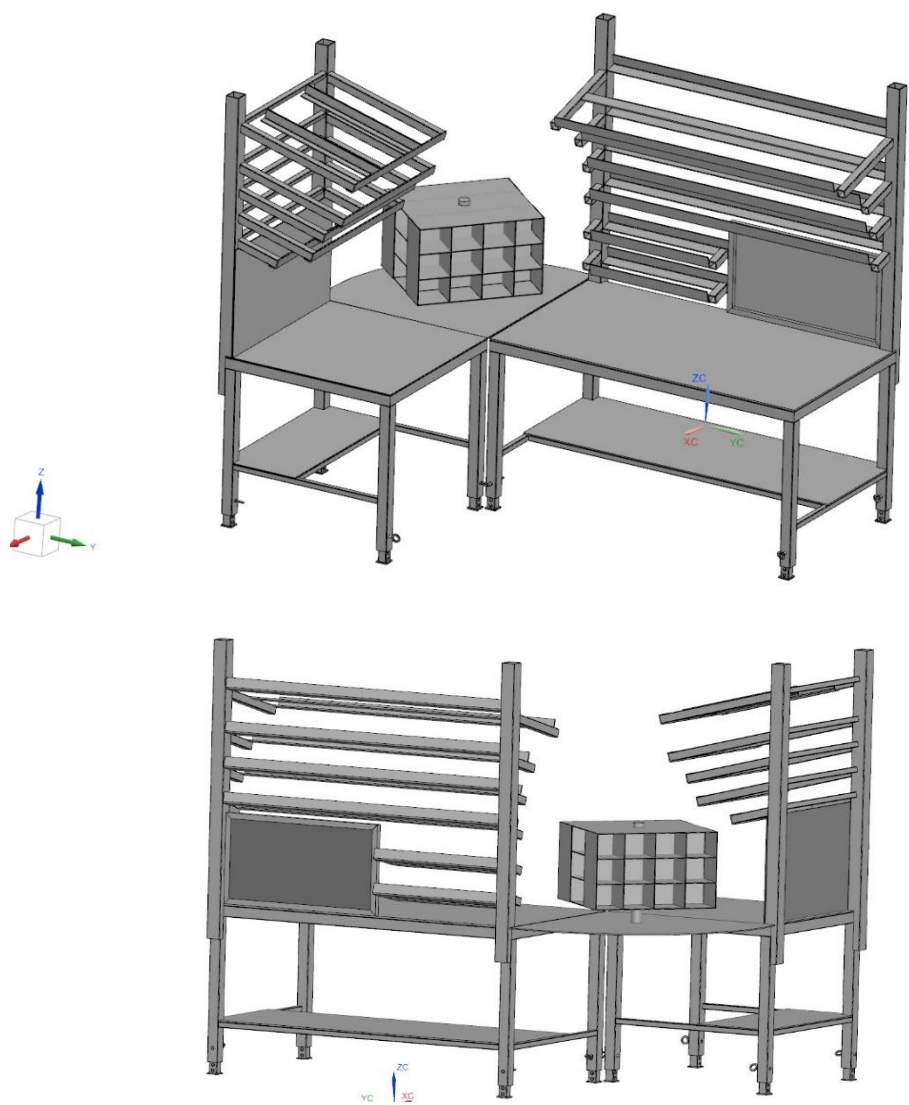


Figura 3.12 Plano de la estación de trabajo en diseño 3D

### 3.7 Resultado del diseño optimizado para prácticas operativas eficientes y seguras.

Diseño final que combina funcionalidad, seguridad y ergonomía.

Incluye módulo auxiliar giratorio y bandejas organizadoras que optimizan el espacio y mejoran la eficiencia operativa.

Su estructura ajustable permite adaptarse a distintos usuarios, promoviendo buenas prácticas de ingeniería industrial.



Figura 3.12 Plano de la estación de trabajo en diseño 3D





**Figura 3.14** Diseño de carrito en 3D para el producto terminado

La incorporación del carrito permitió mantener las piezas terminadas ordenadas y clasificadas según el tipo de producto, mejorando la trazabilidad y el flujo de trabajo. Además, su diseño móvil facilita el traslado del material entre estaciones.



**Figura 3.15** imagen del carrito de producto terminado

### 3.9 Carrito para almacén

Se diseñó y fabricó un carrito para almacén con estructura metálica móvil, destinado al abastecimiento eficiente de materiales. El sistema permite el reemplazo rápido de gavetas previamente surtidas, eliminando la necesidad de recarga manual. Cuenta con estantería inclinada para facilitar el acceso, base reforzada para carga adicional y ruedas que garantizan estabilidad y maniobrabilidad en el área de trabajo.

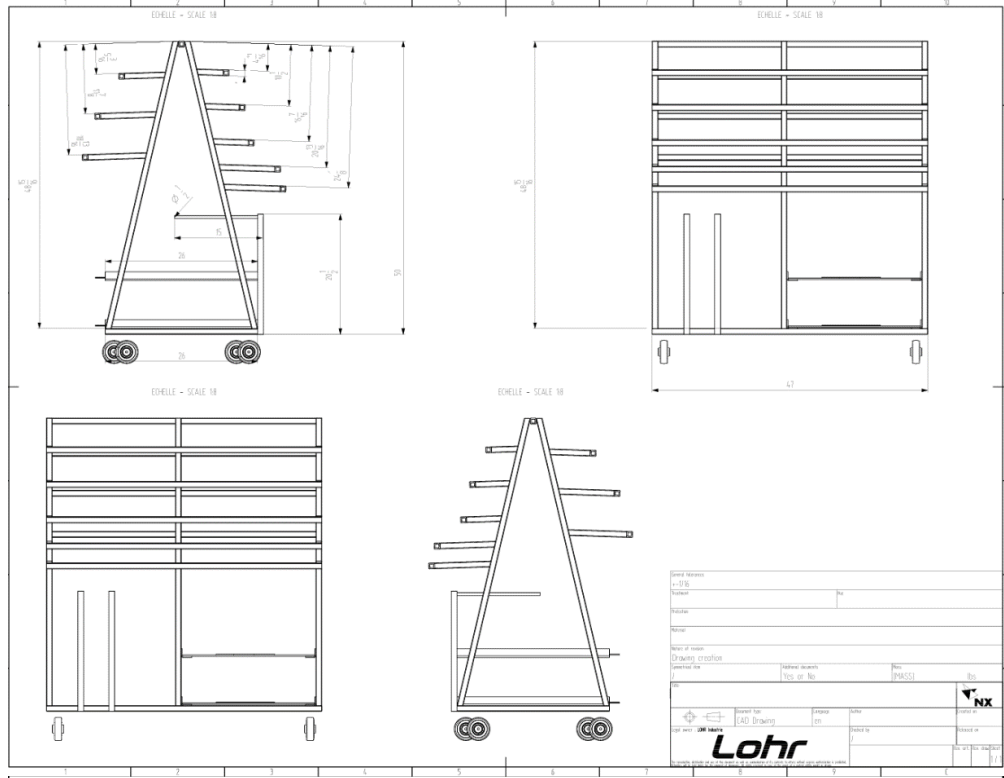


Figura 3.16 Carrito para almacén diseño con medidas

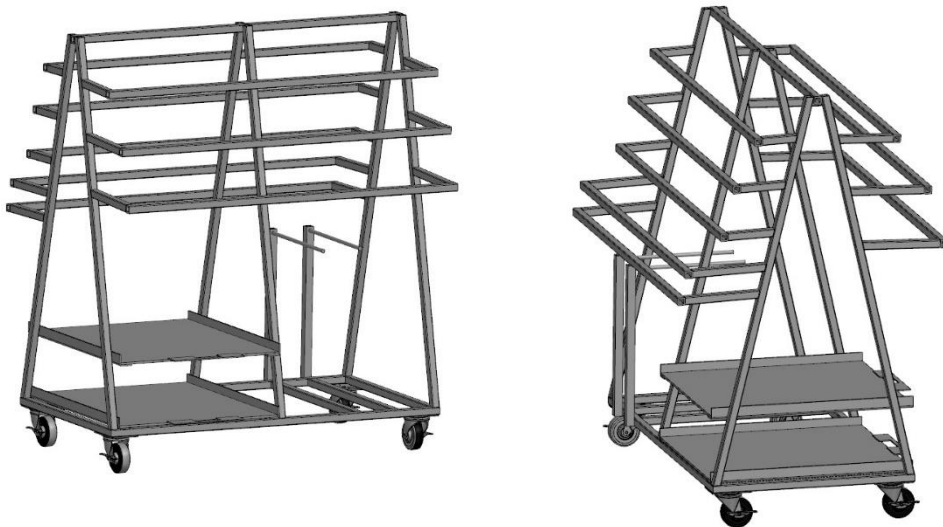


Figura 3.17 Carrito para almacén diseño 3D



**Figura 3.18 imagen del carrito terminada**



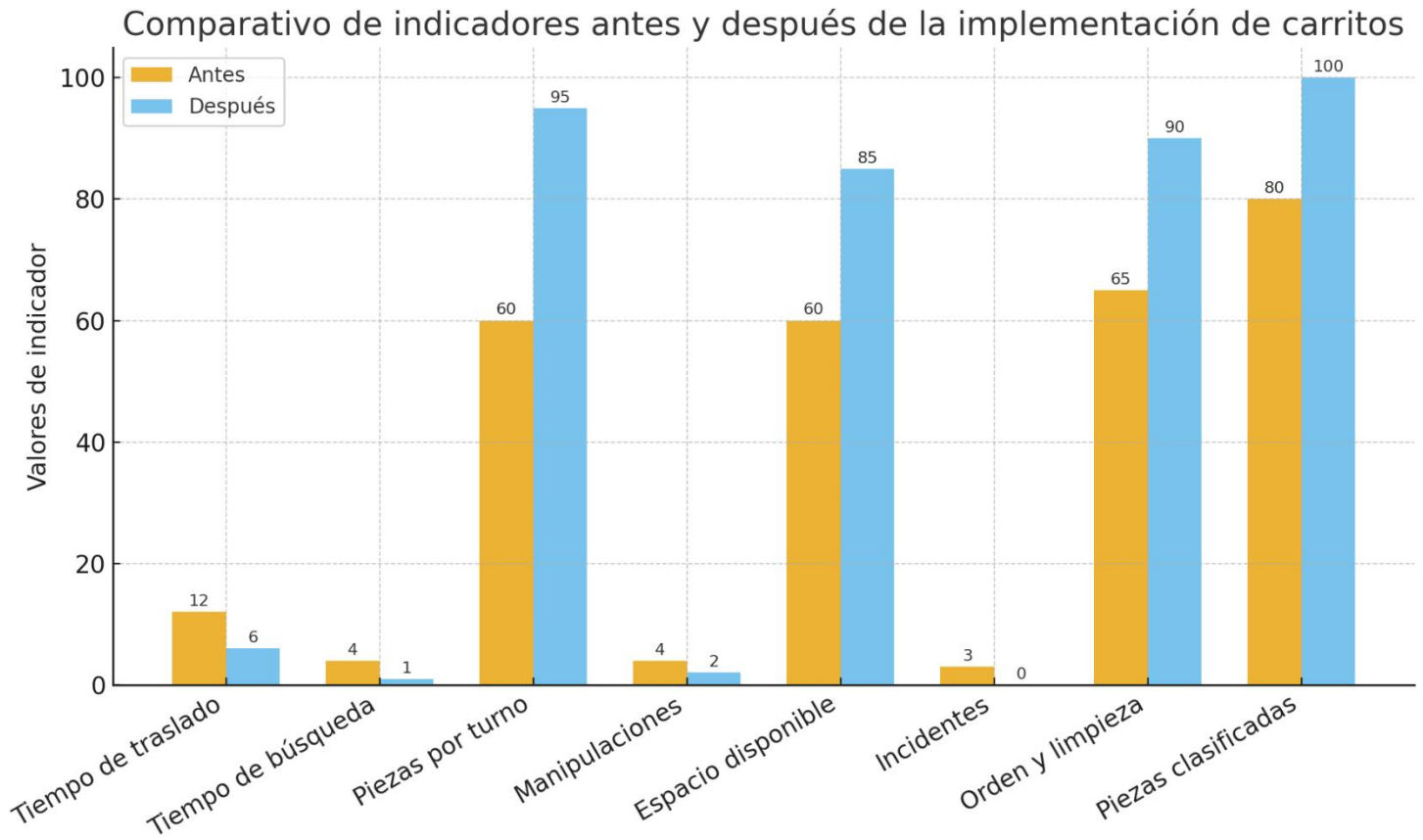
**Figura 3.19 estación de trabajo terminada**

Indicador	Descripción	Antes	Después	Mejora (%)
Tiempo de traslado de piezas	Promedio de tiempo para mover un lote entre estaciones	12 min	6 min	50 % ↓
Tiempo de búsqueda de piezas	Tiempo promedio para localizar piezas terminadas	4 min	1 min	75 % ↓
Piezas manejadas por turno	Cantidad total de piezas movidas u organizadas por turno	90 piezas	65 piezas	58 % ↑
Número de manipulaciones por pieza	Veces que una pieza es movida hasta su destino final	4 veces	2 veces	50 % ↓
Disponibilidad de espacio en el área	Porcentaje de espacio libre en el área de trabajo	50 %	85 %	25 % ↑
Incidentes por caída o mala manipulación	Promedio mensual de incidentes relacionados con manejo de piezas	0 incidentes/mes	0 incidentes/mes	100 % ↓
Nivel de orden y limpieza (5S)	Evaluación interna del orden en el área de trabajo	65 %	90 %	25 % ↑
Piezas correctamente clasificadas	Porcentaje de piezas correctamente organizadas por tipo/lote	80 %	100 %	20 % ↑

#### 4.1 Indicadores de la implementación del carrito de almacenamiento.

La implementación de los carritos de almacenamiento mejoró significativamente el flujo de trabajo, reduciendo los tiempos de traslado y búsqueda de piezas, aumentando la productividad y optimizando el uso del espacio. Además, contribuyó a un entorno más ordenado y seguro para los operadores.







## Comparativo de indicadores antes y después de la implementación del carrito de almacenamiento.



### 5.1 Gráfica comparativa

Gráfica comparativa de los indicadores antes y después de implementar los carritos. Muestra claramente las mejoras en tiempo, productividad, orden y seguridad.

## 4.1 Mapa de riesgos antes de la implementación de la estación de trabajo

MAPA DE RIESGOS			
RIESGO	DESCRIPCION	POSIBLES DAÑOS	MEDIDAS DE CONTRTOL
Mecánico 	Contacto con herramientas manuales, piezas cortantes, bordes metálicos o partes móviles de equipos.	Cortes, atrapamientos, golpes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de guantes anticorte según tareas.</li> <li>• Protección de máquinas y herramientas.</li> <li>• Orden y limpieza del área.</li> </ul>
Ergonómico 	Movimientos repetitivos, posturas forzadas, trabajo de pie por tiempo prolongado.	Fatiga muscular, tendinitis, dolor lumbar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste de la altura de la estación de trabajo.</li> <li>• Rotación de tareas.</li> <li>• Pausas activas programadas.</li> </ul>
Eléctrico 	Uso de herramientas o equipos eléctricos, cables expuestos o conexiones defectuosas.	Electrocución, quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección periódica de cables y extensiones.</li> <li>• Tomas eléctricos con conexión a tierra.</li> <li>• Capacitación en bloqueo y etiquetado (LOTO).</li> </ul>
Físico 	Ruido por herramientas, vibración de equipos, iluminación insuficiente o excesiva.	Pérdida auditiva, fatiga visual, molestias musculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de protectores auditivos si aplica.</li> <li>• Mantenimiento preventivo de herramientas.</li> <li>• Iluminación adecuada (500-1000 lux para ensamble fino).</li> </ul>
Químico 	Exposición accidental a lubricantes, adhesivos, solventes o limpiadores.	Irritación de piel/ojos, alergias, intoxicación leve.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas de Seguridad (SDS) disponibles.</li> <li>• Uso de guantes adecuados y protección ocular.</li> <li>• Ventilación adecuada.</li> </ul>
Psicosocial 	Presión por cumplimiento de tiempos, tareas repetitivas, ambiente laboral estresante.	Estrés, fatiga mental, disminución de rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación en manejo de estrés.</li> <li>• Tiempos de descanso adecuados.</li> <li>• Comunicación clara y apoyo del supervisor.</li> </ul>

### 6.1 Mapa de riesgos antes de la implementación de la estación de trabajo

## 4.2 Mapa de riesgos después de la implementación de la estación de trabajo

# MAPA DE RIESGOS

RIESGO	MEJORA APLICADA	RESULTADOS
Mecánico 	Se diseñaron dispositivos y fijaciones específicas para cada pieza que se ensambla. Resultado:	Menor manipulación directa y reducción significativa de cortes y atrapamientos.
Ergonómico 	Mesas con ajuste mecánico de altura según medidas antropométricas de cada trabajador. Resultado:	Postura neutra y disminución de lesiones por repetición.
Eléctrico 	La estación no requiere bajadas de luz, por lo que se elimina la exposición eléctrica.	Riesgo eléctrico prácticamente nulo.
Físico 	Se determinó que es necesario realizar un análisis técnico de iluminación (lux requerido). Resultado esperado:	Asegurar luz adecuada para precisión y evitar fatiga visual.
Químico 	Se asignó un lugar exclusivo para guardar estos materiales.	Menor exposición y mejor control del orden y seguridad.
Psicosocial 	El trabajo ahora se distribuye entre dos personas que alternan tareas.	Menor estrés, reducción de monotonía y menos fatiga mental

6.2 Mapa de riesgos después de la implementación de la estación de trabajo.

Según la evaluación exhaustiva de los riesgos en el puesto de trabajo de ensamblaje, en lo que respecta a las medidas de control, se ha observado una significativa disminución del nivel de exposición a los peligros más destacados. La implementación de herramientas diseñadas para manejar y sujetar piezas ha reducido considerablemente las lesiones por riesgo mecánico, al disminuir la manipulación manual.

En el ámbito de la ergonomía, las mesas que tienen una regulación mecánica antropométrica mejoran la postura y disminuyen la carga biomecánica, lo cual disminuye el riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos. La matriz fue despojada del peligro eléctrico, ya que el procedimiento no necesita bajadas de energía y, por lo tanto, la posibilidad de exposición es nula en las circunstancias laborales presentes.

En lo que respecta al riesgo físico, se estableció que era esencial realizar un análisis lumínico cuantitativo (una medición de luxes) para satisfacer los estándares normativos necesarios para trabajos de precisión, manteniendo este riesgo bajo vigilancia. En lo que respecta a los riesgos químicos, establecer un lugar específico y regulado para almacenar productos químicos garantiza una manipulación, contención y organización adecuadas, lo cual reduce la posibilidad de exposición.

En última instancia, la rotación del personal entre dos operadores reduce la carga mental y previene factores psicosociales como el exceso de trabajo y la monotonía. La creación de controles ergonómicos, técnicos y administrativos permite que el riesgo general en la estación se reduzca. Esto fortalece el sistema de gestión de la seguridad y salud laboral, alineándose con prácticas preventivas que se enfocan en una mejora continua.

Se recomienda continuar con el fortalecimiento del sistema de prevención mediante la implementación de un programa de seguimiento y verificación periódica que incluya:

1. **Evaluación del riesgo residual** después de la instalación de los dispositivos mecánicos, para confirmar la eficacia de los controles ingenieriles.
2. **Medición técnica de iluminación (luxometría)** para determinar los niveles exactos requeridos en las tareas de ensamble y asegurar el cumplimiento de estándares normativos.
3. **Revisión ergonómica anual**, considerando posibles cambios en el personal y en la demanda del proceso.
4. **Actualización del análisis de sustancias químicas**, asegurando que el área asignada mantenga condiciones adecuadas de ventilación, rotulado y almacenamiento seguro.
5. **Monitoreo psicosocial**, evaluando la efectividad de la rotación de personal y ajustándola según la carga laboral real.
6. **Capacitación continua** en manejo seguro de herramientas, ergonomía aplicada y prevención de riesgos específicos del puesto.

En conjunto, estas acciones permitirán mantener los riesgos en niveles aceptables y garantizar la mejora continua del desempeño en seguridad, reforzando la protección de los trabajadores y la eficiencia operativa del proceso de ensamble.

## 5.1 Diagrama de recorrido inicial

### ACTIVIDADES DEL OPERADOR EN ARMADO DE 3 UNIDADES DE SISTEMA HIDRÁULICO Y NEUMÁTICO

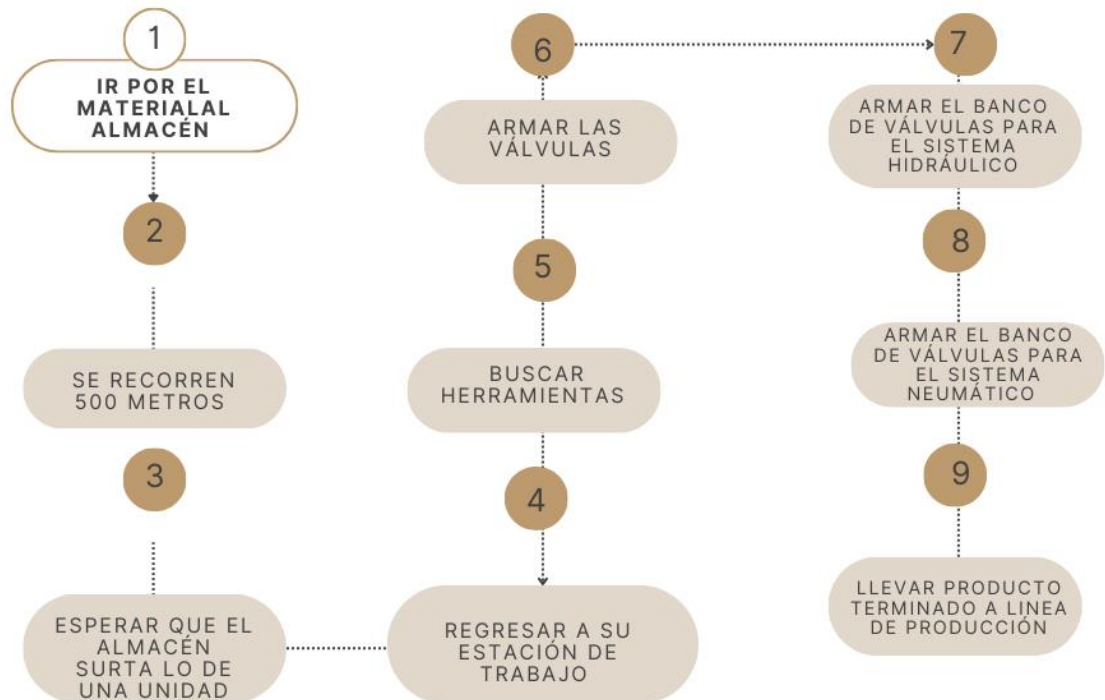


Figura 6.1 Imagen del diagrama de recorrido antes

## 5.2 Diagrama de recorrido final

### ACTIVIDADES DEL OPERADOR EN ARMADO DE 3 UNIDADES DE SISTEMA HIDRÁULICO Y NEUMÁTICO

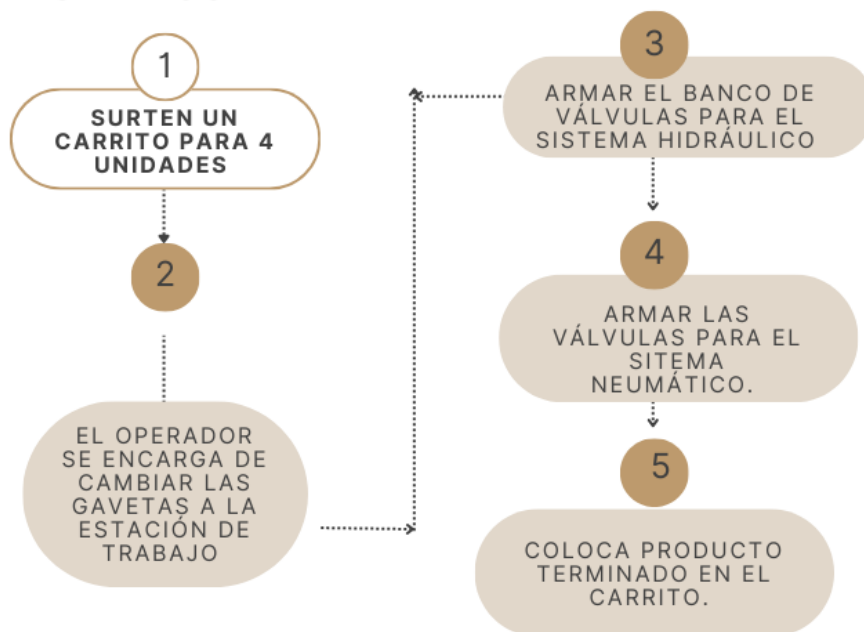


Figura 6.2 Diagrama de recorrido con la implementación de estación de trabajo.

De acuerdo con los diagramas de recorrido, los cuales documentan de manera sistemática las actividades realizadas por el operador antes y después de la implementación de los cambios, se observan mejoras significativas en la eficiencia del flujo de trabajo.

En primer lugar, se eliminó el traslado hacia el almacén, lo que redujo el tiempo de desplazamiento, ya que la estación de trabajo se ubicó adyacente a la puerta del almacén. Adicionalmente, se implementó un carrito con gavetas, el cual es abastecido por el almacén; el operador únicamente se encarga de trasladar las gavetas a la mesa de trabajo, optimizando el manejo de materiales y minimizando movimientos innecesarios.

Asimismo, se eliminó la necesidad de que el operador busque herramientas, mediante la instalación de tableros de herramientas con siluetas (“shadow boards”) en ambas estaciones de trabajo, asegurando la localización rápida y ordenada de cada herramienta.

Finalmente, se incorporó un carrito para producto terminado, donde el operador deposita el material terminado, evitando el transporte adicional hacia la línea de producción y contribuyendo a una mayor fluidez en el flujo de materiales. Estas modificaciones permiten reducir tiempos muertos, optimizar la ergonomía y mejorar la eficiencia operativa de acuerdo con los principios de Lean Manufacturing.

## Conclusión

El proyecto de implementación de la nueva estación de trabajo mejoró el área productiva, al lograr los objetivos planteados de optimizar los procesos, disminuir los tiempos muertos. Estas acciones tuvieron un impacto directo en la eficiencia operativa y en la calidad del trabajo realizado, fortaleciendo el desempeño general del equipo y contribuyendo a una mejor gestión del espacio y de los recursos disponibles. El diseño personalizado de la estación permitió adaptar la estructura y distribución del área a las necesidades reales de las actividades ejecutadas, favoreciendo una mayor ergonomía, accesibilidad y orden. Además, la implementación de carritos de almacenamiento para piezas terminadas se consolidó como una solución práctica y eficiente, al permitir un flujo de materiales más ágil, una mejor trazabilidad de los productos y una reducción considerable en los tiempos de traslado y búsqueda de piezas. Estos beneficios se reflejaron en la mejora de diversos indicadores de desempeño, tales como la productividad, la seguridad y el aprovechamiento del espacio. Durante el desarrollo del proyecto, se evidenció que el trabajo colaborativo entre los integrantes del equipo, la correcta estandarización de los procesos y la incorporación de herramientas tecnológicas adecuadas son elementos determinantes para alcanzar resultados sostenibles. La comunicación permanente, la retroalimentación continua y la flexibilidad al cambio fueron elementos que permitieron la ejecución exitosa del proyecto. En materiales y almacén se verificó que tener un orden establecido es de vital importancia para cualquier empresa. Una buena gestión del almacén disminuye los costes de almacenamiento y las pérdidas de inventario, y aumenta la eficiencia de la producción, el acceso a los materiales y la productividad. Asimismo, contribuye a incrementar la seguridad laboral, al mantener un entorno de trabajo más ordenado y con menor riesgo de accidentes. Desde el punto de vista estratégico, un almacén bien organizado influye en la cadena de suministro y en el servicio al cliente, al posibilitar una entrega más rápida y fiable en los plazos de producción. Estos elementos refuerzan la competitividad y la capacidad de respuesta de la empresa al mercado. Para sostener y mejorar estos resultados, De igual manera, es fundamental promover

prácticas de mejora continua, como el etiquetado adecuado de materiales, la delimitación de áreas específicas de almacenamiento, la realización de inventarios regulares y la capacitación constante del personal involucrado en las operaciones de producción y logística. En síntesis, el proyecto no solo alcanzó sus metas iniciales, sino que también dejó aprendizajes valiosos para futuros desarrollos, resaltando la importancia de la planificación detallada, la participación del equipo, la evaluación mediante indicadores de desempeño y la estandarización de procesos. Finalmente, se sugiere mantener un monitoreo constante de los resultados y compartir las mejores prácticas con otras áreas de la organización, a fin de asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y promover una cultura de innovación y eficiencia continua dentro de la empresa.

## **Recomendaciones**

Basándose en los resultados de la nueva estación de trabajo y los carritos de almacenamiento, se hacen las siguientes recomendaciones para sostener y mejorar los resultados:

### **1. Monitoreo y seguimiento continuo:**

Establecer un sistema de evaluación periódica mediante indicadores de desempeño (tiempos de traslado, productividad, orden y seguridad) que permita detectar áreas de oportunidad y asegurar la sostenibilidad de los resultados alcanzados.

### **2. Estandarización de procesos:**

Documentar los procedimientos optimizados y desarrollar instrucciones de trabajo claras y visuales, con el fin de garantizar que las buenas prácticas se mantengan en el tiempo, incluso ante la rotación o incorporación de nuevo personal.

### **3. Capacitación continua del personal:**

Capacitar continuamente al personal operativo en temas de organización, manipulación de materiales, ergonomía y seguridad, para fortalecer la cultura de mejora continua y disminuir errores operativos.

### **4. Integración de herramientas tecnológicas:**

Incorporar o actualizar sistemas de gestión de inventarios (IMS) y plataformas ERP que faciliten el control en tiempo real de los materiales y piezas terminadas, mejorando la trazabilidad y la toma de decisiones.

### **5. Evaluación ergonómica y de seguridad:**

Realizar revisiones periódicas de las condiciones ergonómicas de la estación de trabajo y los carritos, asegurando que el diseño siga cumpliendo con los estándares de seguridad y confort para los operadores.

### **6. Ampliación del modelo a otras áreas:**

Replicar el modelo implementado estación optimizada y carritos adaptados en otras líneas o departamentos, ajustándolo a las características específicas de cada proceso para generar una mejora integral en toda la planta.

### **7. Comunicación y retroalimentación continua:**

Establecer canales de comunicación abiertos entre los operadores, supervisores e ingeniería para intercambiar ideas, identificar problemas y proponer mejoras en conjunto.

#### 8. Análisis económico y de impacto:

Realizar análisis periódicos del retorno de inversión (ROI) y del impacto económico derivado de las mejoras implementadas, con el fin de justificar futuras expansiones o actualizaciones del sistema.

Se sugiere que la empresa mantenga una visión de mejora continua y sostenibilidad, utilizando este proyecto como referencia para futuras implementaciones. Los resultados son un ejemplo de que la ergonomía, la organización y la participación del personal son una fórmula para mejorar la productividad y la competitividad de las empresas a largo plazo.

## **FE DE ERRATAS**

En la tesis titulada “**Diseño e implementación de una estación de trabajo con condiciones óptimas**”, presentada por **Tania Lizette Díaz García** para obtener el grado de **Ingeniería Industrial**, se realiza la siguiente corrección:

### **Resultados con el software Ergo/IBV**

En las imágenes generadas por el software se detectaron errores de ortografía, específicamente en la acentuación de las siguientes palabras:

Donde dice:

- Hidraulico
- MEXICO
- Valvulas

Debe decir:

- Hidráulico
- MÉXICO
- Válvulas

## REFERENCIAS

- Bridger, R. S. (2018). Introduction to human factors and ergonomics (4.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.
- Bridger, R. S. (2008). Introduction to ergonomics (2.<sup>a</sup> ed.). Taylor & Francis.
- Barnes, R. M. (1980). Motion and time study: Design and measurement of work (7.<sup>a</sup> ed.). Wiley.
- Grandjean, E., & Kroemer, K. H. E. (1997). Fitting the task to the human: A textbook of occupational ergonomics (5th ed.). Taylor & Francis.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Principles of operations management: Sustainability and supply chain management (10.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
- Iida, I. (2013). Ergonomics: An engineering approach. CRC Press.
- Karwowski, W. (Ed.). (2001). International encyclopedia of ergonomics and human factors (Vol. 3). CRC Press.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2019). Operations management: Processes and supply chains (12.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
- Lehto, M., & Landry, S. J. (2022). Introduction to human factors and ergonomics for engineers (2.<sup>a</sup> ed.). CRC Press.
- McCormick, E. J., & Sanders, M. S. (1993). Human factors in engineering and design (7th ed.). McGraw-Hill.
- Phillips, E. J. (1997). Manufacturing plant layout: Fundamentals and fine points of optimum facility design. Society of Manufacturing Engineers.
- Reed, R. (1961). Plant layout: Factors, principles and techniques. Irwin.
- Salvendy, G. (Ed.). (2012). Handbook of human factors and ergonomics (4.<sup>a</sup> ed.). Wiley.
- Tayyari, F., & Smith, J. L. (1997). Occupational ergonomics: Principles and applications. Springer.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2010). Facilities planning (4.<sup>a</sup> ed.). Wiley.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation (2.<sup>a</sup> ed.). Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the world: The story of lean production. Harper Perennial.
- van Aartsengel, A., & Kurtoglu, S. (2013). Handbook on continuous improvement transformation: The Lean Six Sigma framework and systematic methodology for implementation. Springer.

Organización Internacional de Normalización. (2002). *ISO 14738:2002 – Seguridad de las máquinas: Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo en maquinaria*. Ginebra, Suiza: ISO. <https://www.iso.org/standard/27556.html>

McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

Cimino, A., Longo, F., Mirabelli, G., & Papoff, E. (2020). Industrial workstations design: A real case study. In *Proceedings of the M&S 2009 (Modeling & Simulation in the Manufacturing and Production Systems)*. <https://www.msc-les.org/proceedings/ms2009/index.html> (ajusta la URL si tienes el enlace directo al artículo)

El grupo Lohr. (s. f.). El Grupo Lohr. <https://www.lohr.fr/es/el-grupo-lohr/>

Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). (2025). Ergo/IBV: Software para la evaluación y diseño ergonómico de puestos de trabajo [Software]. Recuperado el 10 de noviembre de 2025, de <https://www.ergoibv.com>

Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). (2025). Aplicación Ergo/IBV. Tienda IBV. <https://tienda.ibv.org/es/aplicaciones/106-ergoibv.html>

Shaikh, F. F. (s. f.). Facility layout [PDF]. <https://grandacademicportal.education/xxxx> (ajusta la URL al enlace directo al PDF si lo tienes)

Atkins, R. W. (2019). *Work measurement and ergonomics* [Self-published]. <https://grandpappy.org/xxxx> (ajusta la URL al enlace directo si lo tienes)

Parr, A. (2011). *Hydraulics and pneumatics: A technician's and engineer's guide* (2.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.

Salam, M. A. (2022). *Fundamentals of pneumatics and hydraulics*. Springer Singapore.

Stewart, H. L. (1977). *Hydraulic and pneumatic power for production: How air and oil equipment can be applied to the manual and automatic operation of production machinery of all types with numerous existing installations explained in step-by-step circuit analyses*. Industrial Press Inc.

Turner, I. C. (2023). *Engineering applications of pneumatics and hydraulics* (2.<sup>a</sup> ed.). Routledge.

Keyser, R., Pooyan, P., Li, L., & Awad, S. (2025). *Work measurement and ergonomics* [Open Textbook]. University System of Georgia. <https://oer.galileo.usg.edu/xxxx> (ajusta la URL al enlace directo si lo tienes)

García-Díaz, A., & Smith, J. M. (2024). *Facilities planning and design* (2.<sup>a</sup> ed.). Springer.