



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y**  
**ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN**  
**DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**“REDISEÑO EN EL SISTEMA DE COLGADO EN LA LÍNEA DE**  
**PRETRATAMIENTO DE PINTURA DE LA COMPAÑÍA ONLY**  
**FACTORY S.A. DE LA CIUDAD DE MONTECRISTI”**

**Autor:**

**Molina Palma Alberto Josué**

**Tutor de Titulación:**

**Ing. Manuel Horacio Hidrovo Macias, Mg.**

**Manta-Manabí- Ecuador**

**2026**

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“REDISEÑO EN EL SISTEMA DE COLGADO EN LA LÍNEA DE  
PRETRATAMIENTO DE PINTURA DE LA COMPAÑÍA ONLY FACTORY S.A.  
DE LA CIUDAD DE MONTECRISTI”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Aprobado por el Tribunal Examinador:

---

DECANO DE LA FACULTAD

---

DIRECTOR

---

JURADO EXAMINADOR

---

JURADO EXAMINADOR

## Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Molina Palma Alberto Josué**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2026-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Rediseño en el sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura de la compañía Only Factory s.a. de la ciudad de Montecristi.”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Manuel Horacio Hidrovo Macías, Mg.

**TUTOR DE TITULACIÓN**

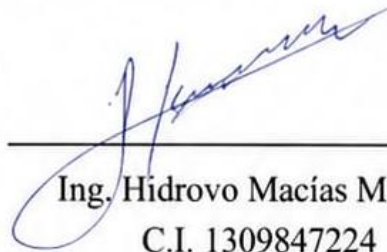
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Molina Palma Alberto Josué, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Rediseño en el sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura de la compañía Only Factory s.a. de la ciudad de Montecristi.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Manuel Horacio Hidrovo Macías y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



---

Molina Palma Alberto Josué  
C.I. 1312380163



---

Ing. Hidrovo Macías Manuel  
C.I. 1309847224

Manta 22 de julio del 2026

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y la perseverancia necesaria para superar cada uno de los desafíos presentados a lo largo de mi formación académica y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida profesional.

A mi familia, mi papá Alberto Molina, mi mamá Mariuxi Palma, y a mis hermanos Brithany y Ronaldo, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor y apoyo incondicional, sus consejos, y motivarme a seguir adelante incluso en los momentos de mayor dificultad. Cada uno de sus esfuerzos y sacrificios ha sido una fuente de inspiración para culminar este importante logro.

A mi pareja, Katherine Pico por acompañarme durante este proceso con paciencia, comprensión y palabras de aliento. Gracias por creer en mí, por brindarme su amor y apoyo incondicional, y por ser mi motivación constante para continuar luchando por mis objetivos. Asimismo, dedico este trabajo a todas aquellas personas que contribuyeron a mi formación académica y personal, brindándome su apoyo, paciencia y dedicación, sus conocimientos y consejos durante el desarrollo de la investigación. Su ayuda fue fundamental para alcanzar esta meta.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, como resultado de mi esfuerzo, disciplina, constancia, tantas noches de desvelo, y el compromiso demostrado durante todos estos años de formación universitaria. Este trabajo representa la culminación de una etapa llena de aprendizajes y el inicio de nuevos desafíos profesionales.

*Alberto Molina Palma.*

## **Reconocimientos**

Expreso mi más sincero reconocimiento a Dios y a mi madre por concederme la vida, la salud y la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa importante de mi formación profesional, guiándome en cada uno de los desafíos presentados durante el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la facultad de ingeniería, Industria y Arquitectura y a la carrera de Ingeniería Industrial, por brindarme una formación académica de calidad. Basada en principios éticos, científicos y profesional que contribuyeron al desarrollo de mis conocimientos y competencias.

Mi especial reconocimiento a mi tutor de tesis, Ing. Hidrovo Macías Manuel Horacio, por su orientación, acompañamiento, conocimiento y valiosas observaciones durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Su experiencia y apoyo fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos planteados.

A la empresa Only Factory S.A. por permitirme desarrollar la presente investigación dentro de sus instalaciones, facilitando el acceso a la información y brindando la colaboración necesaria para la realización de los estudios de tiempos y movimientos los cuales contribuyeron la base para el desarrollo de esta propuesta.

Expreso también mi más profundo agradecimiento a mi familia y a mi pareja, quienes me brindaron su apoyo incondicional, comprensión confianza y motivación durante todo este proceso académico, convirtiéndose en un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

Finalmente, agradezco a todas las personas, docentes, compañeros y colaboradores que aportaron con sus conocimientos, consejos, apoyo y experiencias para hacer posible la culminación satisfactoria de esta investigación.

## Índice de Contenido

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Índice de Contenido .....                                    | vii |
| Resumen Ejecutivo .....                                      | xiv |
| Executive Summary .....                                      | xvi |
| Introducción .....                                           | 18  |
| Planteamiento del problema .....                             | 19  |
| Formulación del problema .....                               | 21  |
| Preguntas directrices.....                                   | 21  |
| Objetivos.....                                               | 22  |
| Objetivo General .....                                       | 22  |
| Objetivos Específicos .....                                  | 22  |
| Justificación .....                                          | 23  |
| Capítulo 1 .....                                             | 24  |
| 1    Fundamentación Teórica .....                            | 24  |
| 1.1    Antecedentes Investigativos .....                     | 24  |
| 1.2    Bases Teóricas .....                                  | 28  |
| 1.2.1    Sistema de colgado .....                            | 28  |
| 1.2.2    Gestión de sistema de colgado .....                 | 29  |
| 1.2.3    Pretratamiento.....                                 | 29  |
| 1.2.4    La pintura industrial .....                         | 30  |
| 1.2.4.1    Pintura Industrial: tipos y características. .... | 31  |
| 1.2.5    Ingeniería Industrial y mejora de procesos .....    | 33  |
| 1.2.5.1    Lean Manufacturing .....                          | 33  |
| 1.2.5.2    Kaizen.....                                       | 34  |
| 1.2.6    Ergonomía y seguridad .....                         | 34  |
| 1.2.7    Estudio de tiempos y movimientos .....              | 34  |

|         |                                                                                      |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.7.1 | Definición de tiempos.....                                                           | 35 |
| 1.2.7.2 | Definición de movimientos .....                                                      | 35 |
| 1.2.7.3 | Importancia del estudio de tiempos y movimientos .....                               | 35 |
| 1.2.7.4 | Ventajas del estudio de tiempos y movimientos .....                                  | 36 |
| 1.2.7.5 | Equipos que se emplean para medir tiempo .....                                       | 37 |
| 1.2.7.6 | Porcentaje (%) de tolerancia .....                                                   | 37 |
| 1.2.7.7 | Tiempo estándar y su cálculo.....                                                    | 37 |
| 1.2.7.8 | Movimientos fundamentales básicos.....                                               | 37 |
| 1.2.8   | Rediseños de sistemas .....                                                          | 40 |
| 1.2.9   | Teorías aplicadas al diseño industrial .....                                         | 41 |
| 1.2.9.1 | Estudios de casos sobre rediseños exitosos .....                                     | 43 |
| 1.2.10  | Perspectiva medioambiental del proceso .....                                         | 43 |
| 1.3     | Marco Legal y Ambiental.....                                                         | 44 |
| 1.3.1   | Constitución de la república del Ecuador .....                                       | 44 |
| 1.3.2   | Código del Trabajo del Ecuador .....                                                 | 44 |
| 1.3.3   | Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo N.º 255, 2024)..... | 45 |
| 1.3.4   | Código orgánico del ambiente .....                                                   | 45 |
| 1.3.5   | Perspectiva ambiental del proyecto .....                                             | 45 |
| 1.4     | Hipótesis y variables .....                                                          | 46 |
| 1.4.1   | Hipótesis .....                                                                      | 46 |
| 1.4.2   | Identificación de las Variables .....                                                | 46 |
| 1.4.3   | Operacionalización de las variables .....                                            | 47 |
| 1.4.4   | Operacionalización de la variable independiente .....                                | 47 |
| 1.4.5   | Operacionalización de la variable dependiente.....                                   | 48 |
| 1.5     | Marco Metodológico.....                                                              | 49 |
| 1.5.1   | Modalidad Básica de la Investigación .....                                           | 49 |

|            |                                                                        |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.2      | Enfoque.....                                                           | 51 |
| 1.5.3      | Nivel de Investigación.....                                            | 51 |
| 1.5.4      | Población de Estudio.....                                              | 52 |
| 1.5.5      | Tamaño de la muestra.....                                              | 52 |
| 1.5.6      | Técnicas de recolección de datos.....                                  | 52 |
| 1.5.7      | Plan de recolección de datos.....                                      | 54 |
| 1.5.8      | Procesamiento de la información.....                                   | 55 |
| Capítulo 2 | .....                                                                  | 56 |
| 2          | Diagnóstico o estudio de campo .....                                   | 56 |
| 2.1        | Caracterización institucional .....                                    | 56 |
| 2.1.1      | Área de pintura (acabado – estructuras metálicas).....                 | 58 |
| 2.1.2      | Flujograma descriptivo del proceso .....                               | 59 |
| 2.1.2.1    | Recepción de productos semi elaborados.....                            | 59 |
| 2.1.2.2    | Preparación de la línea de pretratamiento con fosfato de hierro.<br>59 |    |
| 2.1.2.3    | Preparación del túnel de secado.....                                   | 60 |
| 2.1.2.4    | Preparación de la cabina de aplicación de pintura electrostática<br>60 |    |
| 2.1.2.5    | Preparación del horno curado .....                                     | 60 |
| 2.1.2.6    | Recorrido general de las piezas en la línea de pintura .....           | 61 |
| 2.1.3      | Análisis de tiempos y movimientos del proceso de colgado.....          | 62 |
| 2.1.3.1    | Cursograma analítico del proceso de la silla apilable .....            | 65 |
| 2.1.3.2    | Estudio de tiempo y movimiento de la silla apilable.....               | 66 |
| 2.1.3.3    | Cursograma analítico del proceso del escritorio Rey .....              | 68 |
| 2.1.3.4    | Análisis del cursograma del Escritorio Rey .....                       | 68 |
| 2.1.3.5    | Estudio de tiempos y movimiento del escritorio Rey .....               | 69 |

|         |                                                                          |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3.6 | Cursograma analítico del proceso del archivador de cuatro cajones        | 71 |
| .....   |                                                                          | 71 |
| 2.1.3.7 | Análisis del cursograma del archivador de cuatro cajones. ....           | 71 |
| 2.1.3.8 | Estudio de tiempo del archivador de 4 cajones. ....                      | 72 |
| 2.1.4   | Diagnóstico del estado actual del sistema de colgado .....               | 73 |
| 2.1.4.1 | Caracterización del sistema de colgado actual .....                      | 73 |
| 2.1.4.2 | Caracterización del elemento de sujeción actual.....                     | 74 |
| 2.1.5   | Análisis de la intervención del operario en el sistema de colgado.       | 75 |
| 2.1.6   | Hallazgos generales del diagnóstico operacional .....                    | 80 |
| 3       | Capítulo 3 .....                                                         | 82 |
| 3.1     | Propuesta de mejora.....                                                 | 82 |
| 3.1.1   | Fundamentación de la propuesta .....                                     | 82 |
| 3.1.2   | Criterios de factibilidad para la propuesta.....                         | 83 |
| 3.1.3   | Desarrollo de la propuesta de mejora.....                                | 84 |
| 3.1.3.1 | Rediseño propuesto .....                                                 | 85 |
| 3.1.3.1 | Especificaciones técnicas del rediseño .....                             | 87 |
| 3.1.4   | Estandarización del método de trabajo durante el proceso de colgado..... | 87 |
| 3.1.4.1 | Beneficios esperados.....                                                | 88 |
| 3.1.5   | Programa de capacitación .....                                           | 89 |
| 3.1.6   | Implementación de pausas activas.....                                    | 90 |
| 3.1.7   | Mejora del proceso.....                                                  | 91 |
| 3.1.8   | Comparación del sistema actual y sistema propuesto .....                 | 93 |
| 3.1.8.1 | Cálculo teórico piezas/horas .....                                       | 94 |
| 3.1.8.1 | Cálculo teórico % de reducción.....                                      | 94 |
| 3.1.8.1 | Cálculo teórico incremento de la capacidad .....                         | 95 |

|         |                                      |     |
|---------|--------------------------------------|-----|
| 3.2     | Factibilidad de la propuesta .....   | 96  |
| 3.2.1   | Factibilidad técnica .....           | 96  |
| 3.2.2   | Factibilidad operativa .....         | 96  |
| 3.2.3   | Factibilidad ergonómica .....        | 97  |
| 3.2.4   | Factibilidad económica .....         | 97  |
| 3.2.4.1 | Análisis con valores supuestos ..... | 98  |
|         | Conclusiones .....                   | 100 |
|         | Recomendaciones .....                | 102 |
| 4       | Bibliografía .....                   | 104 |

## Índice de Tablas

|          |                                                                             |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1  | <i>Características ideales de un sistema de colgado</i>                     | 28 |
| Tabla 2  | <i>Finalidad de la pintura industrial</i>                                   | 30 |
| Tabla 3  | <i>Ventajas del estudio de tiempos y movimientos</i>                        | 36 |
| Tabla 4  | <i>Therbligs eficientes</i>                                                 | 38 |
| Tabla 5  | <i>Therbligs ineficientes</i>                                               | 39 |
| Tabla 6  | <i>Finalidad de la teoría aplicada del diseño industrial</i>                | 42 |
| Tabla 7  | <i>Identificación de variables</i>                                          | 47 |
| Tabla 8  | <i>Operacionalización de la variable independiente</i>                      | 47 |
| Tabla 9  | <i>Operacionalización de la variable dependiente</i>                        | 48 |
| Tabla 10 | <i>Plan de recolección de datos</i>                                         | 54 |
| Tabla 11 | <i>Condición actual de sistema de colgado</i>                               | 75 |
| Tabla 12 | <i>Tiempo promedio requerido para el colgado de los productos</i>           | 76 |
| Tabla 13 | <i>Peso aproximado de los productos analizados en el sistema de colgado</i> | 77 |
| Tabla 14 | <i>Criterios de factibilidad</i>                                            | 83 |
| Tabla 15 | <i>Especificaciones técnicas del rediseño</i>                               | 87 |
| Tabla 16 | <i>Procedimiento operativo estandarizado para el sistema de colgado</i>     | 88 |
| Tabla 17 | <i>Distribución propuesta de funciones</i>                                  | 89 |
| Tabla 18 | <i>Programa de capacitación propuesto</i>                                   | 90 |
| Tabla 19 | <i>Programa de pausas activas</i>                                           | 91 |
| Tabla 20 | <i>Cuellos de botellas identificados y propuestas de mejoras</i>            | 92 |
| Tabla 21 | <i>Problemas ergonómicos identificados y propuestas de mejoras</i>          | 93 |
| Tabla 22 | <i>Proyección esperada después del rediseño</i>                             | 94 |
| Tabla 23 | <i>Comparación del sistema actual y sistema propuesto</i>                   | 95 |
| Tabla 24 | <i>Cálculos supuestos</i>                                                   | 98 |

## Índice de Figuras

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 <i>Ubicación de la compañía</i> .....                          | 57 |
| Ilustración 2 <i>Organigrama jerárquico de la empresa</i> .....              | 58 |
| Ilustración 3 <i>Área de pintura</i> .....                                   | 58 |
| Ilustración 4 <i>Flujo de fabricación</i> .....                              | 63 |
| Ilustración 5 <i>Visualización del tipo de gancho empleado</i> .....         | 78 |
| Ilustración 6 <i>Operación de colgado del escritorio rey</i> .....           | 78 |
| Ilustración 7 <i>Simulación de como quedaría el sistema de colgado</i> ..... | 82 |
| Ilustración 8 <i>Vista frontal del rediseño del sistema de colgado</i> ..... | 86 |

## **Resumen Ejecutivo**

La presente investigación se desarrolló en la empresa Only Factory S.A., ubicada en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí, con el fin realizar un rediseño del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura mediante el análisis de tiempos y movimientos para lograr una identificación de oportunidades de mejora que puedan contribuir para optimizar el proceso productivo. El estudio surgió debido a la necesidad de evaluar el desempeño del sistema de colgado, considerando una etapa crítica del proceso de pintura electrostática, ya que constituye el punto de alimentación de la línea de producción y depende directamente de la intervención manual de operarios.

La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental. Para la recolección de información se utilizaron técnicas como la observación directa, estudios de tiempos y movimientos, análisis de procesos y elaboración de diagramas de operaciones y recorridos, aplicados a tres productos representativos con mayor demanda en la empresa: la silla apilable, escritorio Rey y el archivador de cuatro cajones.

Los resultados obtenidos permitieron determinar que las etapas de lavado, secado mediante vapor, aplicación de pintura electrostática y secado en horno representan tiempos de operación estandarizados, por lo que no representan oportunidades de mejora en cuanto a la reducción de tiempos. Sin embargo, se logró identificar que el principal cuello de botella se encuentra en la etapa inicial del sistema de colgado, en la manipulación manual de las piezas, la ausencia de un método de trabajo estandarizado, los movimientos y las condiciones del puesto de trabajo afectan la continuidad del proceso y el desempeño de los operarios.

Según estos hallazgos, se diseñó una propuesta de mejora orientada a optimizar el sistema de colgado mediante su estandarización del método de trabajo, la reorganización del área operativa, un programa de capacitación y la incorporación de pausas activas.

Esta propuesta fue concebida bajo los criterios de mejora continua, ergonomía y factibilidad técnica, económica y operativa siendo una alternativa viable para fortalecer la eficiencia del proceso, mejorar las condiciones de trabajo y contribuir al incremento de la productividad de la empresa.

**Palabras clave:** estudio de tiempos y movimientos, sistema de colgado, pretratamiento de pintura, mejora continua ergonomía, productividad.

## **Executive Summary**

This research was carried out at Only Factory S.A., located in Montecristi, Manabí Province, Ecuador, with the aim of redesigning the hanging system in the paint pretreatment line through a time and motion study to identify improvement opportunities that contribute to optimizing the production process. The study arose from the need to evaluate the performance of the hanging system, as it represents a critical stage of the electrostatic painting process, serving as the feeding point of the production line and relying entirely on manual operator intervention.

The methodology adopted a quantitative approach with a non-experimental research design. Data were collected through direct observation, time and motion studies, process analysis, and the development of operation and flow diagrams. These techniques were applied to the company's three highest-demand products: the stackable chair, the Rey desk, and the four-drawer filing cabinet.

The results showed that the washing, steam drying, electrostatic painting, and oven drying stages have standardized operating times and therefore do not represent opportunities for time reduction. However, the main bottleneck was identified in the initial hanging stage, where manual handling of the parts, the lack of a standardized work method, unnecessary movements, and workstation conditions negatively affect process continuity and operator performance.

Based on these findings, an improvement proposal was developed to optimize the hanging system through the standardization of work methods, reorganization of the work area, implementation of a training program, and incorporation of active breaks.

The proposal was designed according to the principles of continuous improvement, ergonomics, and technical, economic, and operational feasibility, representing a practical alternative to enhance process efficiency, improve working conditions, and increase the productivity of Only Factory S.A.

**Keywords:** time and motion study, hanging system, paint pretreatment, continuous improvement, ergonomics, productivity.

## **Introducción**

En la actualidad, las empresas del sector industrial enfrentan el reto constante de optimizar sus procesos productivos para mantenerse competitivas en un entorno cada vez más exigente. La eficiencia, la calidad del producto y la seguridad laboral son pilares fundamentales que determinan el éxito operativo de una organización. En este contexto, la industria del recubrimiento de superficies mediante pintura juega un papel crucial, ya que no solo mejora la apariencia de los productos, sino que también garantiza su durabilidad y resistencia frente a factores ambientales, físicos y químicos.

La empresa Only Factory S.A., localizada en la ciudad de Montecristi, se dedica a procesos de manufactura industrial con énfasis en el pretratamiento y pintado de piezas metálicas. Uno de los componentes más importantes en su cadena de producción es el sistema de suspensión, que tiene como función mantener y trasladar las piezas a través de las distintas etapas del proceso de tratamiento de superficies. Sin embargo, se han detectado problemas en su funcionamiento, las cuales inciden negativamente en la productividad, la calidad del acabado y la ergonomía de los trabajadores. Esta realidad resalta la urgencia de implementar mejoras que permitan reducir desperdicios, optimizar el flujo de trabajo y elevar los estándares de seguridad.

El presente anteproyecto propone el rediseño del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura en la compañía, con el propósito de transformar una fase crítica del proceso productivo mediante la aplicación de principios de ingeniería industrial, diseño ergonómico y gestión de calidad. A través de un enfoque metodológico mixto, se analizará el estado actual del sistema, se identificarán sus debilidades y se propondrá una solución técnica factible, que contemple no solo los aspectos funcionales y operativos, sino también incluirá los factores humanos y medioambientales. De esta manera, se espera contribuir al fortalecimiento de la eficacia operativa de la empresa, promoviendo una cultura de mejora continua y sostenibilidad.

## **Planteamiento del problema**

La empresa Only Factory S.A., ubicada en Montecristi, se dedica a la manufactura industrial, con un enfoque específico en los procesos de recubrimiento de piezas mediante pintura. Una etapa crítica en este proceso es la línea de pretratamiento, donde el sistema de colgado desempeña un rol fundamental al permitir que las piezas sean adecuadamente transportadas y expuestas a los tratamientos químicos previos a la pintura.

El proceso de colgado se realizaba en un tiempo aproximado de una hora, con una capacidad de 50 objetos por ciclo de producción.

Problemas técnicos: No obstante, se han detectado diversas ineficiencias en el sistema de colgado actual, tales como una exposición desigual de las piezas al tratamiento químico. Estas deficiencias comprometen el acabado del producto final, generan retrabajos y aumentan el desperdicio de materiales. Asimismo, la ausencia de una gestión visual clara, la falta de indicadores de desempeño y la carencia de herramientas sistemáticas de mejora continua dificultan el monitoreo y control adecuado del proceso.

Problemas operativos: Se identificaron tiempos de espera prolongados, movimientos repetitivos y la utilización ineficiente del espacio dentro de la línea de pretratamiento. Estas situaciones afectan negativamente el rendimiento operativo, disminuyendo la productividad y limitan el flujo continuo del proceso productivo. Adicional, la inexistencia de una cultura organizacional centrada en el buen uso del sistema de colgado representa una barrera importante para el crecimiento sostenible dentro de la empresa.

Problemas ergonómicos: los movimientos repetitivos realizados por el personal durante el procedimiento de colgado conllevan a una sobrecarga física en las actividades operativas. La distribución actual del sistema obliga a llevar a cabo el desplazamiento y manipulaciones constantes de las piezas, aumentando el esfuerzo físico y afectando las condiciones ergonómicas del trabajador.

Ante esta situación, se hace necesario rediseñar el sistema de colgado con el objetivo de eliminar los desperdicios identificados, mejorar la efectividad operativa y garantizar una mayor excelencia en el proceso de pretratamiento.

## **Formulación del problema**

¿Cómo el rediseño del sistema de colgado puede contribuir a mejorar la productividad, la calidad del proceso y las condiciones ergonómicas en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A.?

## **Preguntas directrices**

- ¿Cuáles son las deficiencias técnicas, operativas y ergonómicas del sistema de colgado actualmente utilizado en la línea de pretratamiento de pintura?
- ¿Qué aspectos técnicos, funcionales y de seguridad deben considerarse en el rediseño del sistema de colgado para responder a las necesidades específicas del proceso?
- ¿Cómo debe diseñarse el sistema de colgado para que sea técnicamente viable y compatible con las condiciones actuales de la línea de pretratamiento de pintura?
- ¿Qué mejoras cuantificables podrían lograrse en términos de eficiencia, calidad en el recubrimiento y condiciones laborales tras la implementación del nuevo sistema?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Rediseñar el sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A. para optimizar la productividad, la calidad del proceso y la ergonomía laboral.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual del sistema de colgado, identificando sus limitaciones técnicas, operativas y de seguridad.
- Analizar los tiempos y movimientos involucrados en el proceso de colgado, evaluando su impacto en la productividad y calidad del proceso.
- Diseñar una propuesta técnica de rediseño del sistema de colgado, basada en criterios de eficiencia, ergonomía y adaptabilidad al proceso de pretratamiento de pintura.

## Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de mejorar el sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A., debido a que las deficiencias técnicas y operativas actuales afectan el rendimiento del proceso, el acabado de las piezas y las condiciones ergonómicas del personal.

Resulta puntual señalar un Artículo de la Revista científica APD titulado “El espacio de trabajo gana protagonismo en la Estrategia Corporativa de las empresas” que prescribe que, en los últimos años, el diseño del espacio de trabajo ha cobrado un protagonismo crucial en las empresas, en el ámbito de productividad como de bienestar laboral. Además de indicar que el diseño del espacio de trabajo juega un papel crucial en el desempeño laboral de los empleados. Así pues, un entorno bien diseñado puede fomentar la productividad, la creatividad y el bienestar de los trabajadores, mientras que un espacio inadecuado puede tener efectos negativos en su rendimiento y satisfacción laboral (2024).

El proyecto cuenta con relevancia práctica porque propone una solución técnica orientada a optimizar el flujo dentro del trabajo, reducir tiempos improductivos y mejorar el desempeño del proceso de pintura. Adicional, permitirá aplicar conocimientos de ingeniería industrial y el análisis de procesos en un entorno real, mediante un estudio descriptivo y proyectivo basado en el diagnóstico y rediseño del sistema de colgado. La propuesta beneficiará directamente a la empresa al contribuir en el proceso más confiable y funcional, y a los trabajadores al brindar mejores condiciones de operación y seguridad. Asimismo, el proyecto es factible y pertinente, ya que responde a una necesidad específica de la organización con una alternativa adaptable a su realidad operativa.

# Capítulo 1

## Fundamentación Teórica

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Según Romero (2022) en su tesis de maestría titulada “Mejora de la productividad y rendimiento en el área de pintura líquida de una empresa extrusora de perfiles de aluminio”, El objetivo central fue optimizar el rendimiento del área de pintura líquida, considerando como variables clave la velocidad de aplicación del proceso y sus efectos sobre la producción y el volumen de desperdicio generado. Desarrolló un estudio basado en una metodología de tipo descriptiva, experimental, inductiva y deductiva. Luego de aplicar mejoras operativas y analizar los resultados, se concluyó que el incremento controlado de la velocidad en las operaciones de pintado fue una estrategia adecuada, ya que permitió elevar los niveles de productividad sin comprometer la calidad del acabado ni aumentar de manera significativa los desperdicios. Estos hallazgos respaldan la implementación de técnicas de mejora continua en procesos industriales de acabado superficial.

Por su parte, Naranjo (2025), en su artículo científico titulado “Diseño y simulación de un respaldo trifásico para el transportador aéreo de la línea de colgado en una planta de aves de corral”, El objetivo Diseñar y simular un sistema de respaldo trifásico que garantice el funcionamiento continuo del transportador aéreo de la línea de colgado en una planta avícola, ante posibles interrupciones del suministro eléctrico, con el fin de optimizar la productividad operativa y evitar pérdidas en el proceso productivo, propuso una solución técnica ante los problemas derivados de interrupciones en el suministro eléctrico, específicamente durante la etapa crítica de escaldado de aves. Esta investigación se apoyó en una metodología descriptiva, mediante la cual se diseñó y simuló un sistema de respaldo eléctrico trifásico que garantiza la continuidad operativa del transportador aéreo, elemento clave para el flujo constante a lo largo de la línea de producción. La simulación demostró que el respaldo es una alternativa técnica viable y eficaz frente a las fallas eléctricas,

mejorando la fiabilidad del sistema y previniendo pérdidas de producto o interrupciones críticas en el proceso.

Por su parte, Rios & Cumpa (2023) en su tesis de maestría titulada “Propuesta de mejora de un sistema de pintura en una empresa metalmecánica de fabricación y ensamble de equipos industriales utilizando Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)”, El objetivo del proyecto consiste en mejorar el sistema de pintado aprovechando la utilización de las horas disponibles de producción en un solo turno laborable y mejorar la calidad del producto pintado en adherencia y resistencia a la corrosión. La meta planteada consistirá en llegar del 20% al 26 % de incremento en la eficiencia para acercarnos a la brecha técnica encontrada en el sector maquinaria y equipo del mercado nacional. desarrolló una investigación orientada a optimizar el desempeño del sistema de pintura electrostática aplicado en paneles de grupos electrógenos. La metodología empleada fue de tipo descriptiva, permitiendo realizar un análisis detallado de los factores que inciden en la operatividad del proceso, especialmente en la etapa de tratamiento superficial previo al pintado. Este estudio identifico que existen procesos críticos dentro de la línea de producción que deben ser considerados de mayor prioridad, en particular aquellos vinculados a la preparación de las superficies metálicas mediante productos químicos. Entre estos procesos destaca la zona de decapado, la cual comprende el uso de tinas de desengrase, fosfatado y sellado, etapas fundamentales para asegurar la correcta adherencia y durabilidad del recubrimiento aplicado. Según los resultados obtenidos, se concluye que la eficacia del sistema de pintura está fuertemente influenciada por el estado y el control de estos procesos químicos. Por tanto, se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en el enfoque del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), en el cual se establezcan controles rigurosos sobre las concentraciones de los productos químicos, así como una revisión programada de los equipos asociados a las tinas. Estas acciones permitirán garantizar la estabilidad del proceso, reducir el riesgo de fallas en el recubrimiento y mejorar el rendimiento general de la línea de pintura.

En la misma línea, Posada (2021), en su tesis de maestría titulada “Estudio de viabilidad para la implementación de una cabina de pintura electrostática en la empresa Marcopolo Superpolo S.A.S., Cota (Cundinamarca)”. El objetivo central Determinar la viabilidad para la implementación de una cabina de pintura electrostática en la empresa Marcopolo Superpolo S.A.S incluyó el análisis integral para la posible incorporación de una cabina de pintura electrostática dentro de los procesos productivos de dicha empresa, dedicada al ensamblaje y fabricación de carrocerías de vehículos de transporte. El principal objetivo de esta investigación estuvo orientado a evaluar la viabilidad técnica, económica, operativa y ambiental de este tipo de tecnología, considerando el impacto en la capacidad del proceso y en el cumplimiento de normativas industriales. En la conclusión más relevante, Posada enfatiza que la implementación de una cabina de pintura electrostática, correctamente evaluada bajo criterios normativos y técnicos, pueden ofrecer múltiples beneficios para una organización: entre ellos, la reducción de tiempos de ciclo, ahorro de costos operativos, el aumento en los niveles de producción, y una mayor eficacia ambiental, debido a la disminución en la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) y a una mejor eficiencia de transferencia del material de recubrimiento. Así, el estudio no solo representa una propuesta tecnológica viable, sino también una guía para la toma de decisiones basada en la ingeniería de procesos y la sostenibilidad industrial.

Vera & Magallanes (2022) en su tesis de maestría titulada “Diseño y simulación de la automatización y sistema SCADA, incorporando IoT e Industria 4.0 en un horno utilizado para el curado de piezas tras la aplicación de pintura electrostática”. El objetivo central Digitalizar el proceso del horno para el curado de pintura electrostática en polvo, con una interfaz SCADA que controle el desarrollo del proceso, alarmas y parámetros de interés. El sistema se basará en tecnología IoT para conectarse con los datos del proceso principal en curso. desarrolló una metodología de tipo descriptivo.

Con base a los estudios anteriores muestran un enfoque común hacia la optimización y modernización de procesos industriales, especialmente en áreas de pintura y automatización. Se consta que el incremento controlado de la velocidad en operaciones puede mejorar la productividad sin comprometer la

calidad. También se resalta la importancia de contar con sistemas de respaldo energético para garantizar la continuidad en procesos críticos, evitando pérdidas y fallas. Otro de los aspectos claves es la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad, lo que asegura la estabilidad del proceso y la durabilidad del recubrimiento. Adicional, se identifica la viabilidad técnica, económica y ambiental de implementar tecnologías avanzadas como cabinas de pintura electrostática, que reducen costos y emisiones contaminantes. La incorporación de sistemas SCADA, IoT e Industria 4.0 permite digitalizar y automatizar operaciones, mejorando el control, la eficiencia y la comunicación en tiempo real. En conjunto, estas propuestas reflejan la necesidad de innovación, sostenibilidad y mejora continua para aumentar la competitividad industrial.

## 1.2 Bases Teóricas

### 1.2.1 Sistema de colgado

Según Muñoz (2023), un sistema de colgado eficiente permite que las piezas permanezcan estables, bien conectadas eléctricamente en caso de recubrimientos electrostáticos y facilita su manipulación durante el proceso. Este sistema cumple una función fundamental en las líneas industriales de pintura, ya que sostiene y transporta las piezas durante el tratamiento de superficies.

La elección del sistema de colgado depende del tipo de producto, el volumen de producción y el recubrimiento aplicado. Un diseño adecuado contribuye a mejorar la continuidad operativa, reducir fallas y optimizar el acabado superficial de las piezas, además de disminuir tiempos muertos y riesgos dentro del proceso industrial.

**Tabla 1**

*Características ideales de un sistema de colgado*

| Característica                    | Descripción                                               |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Estabilidad mecánica</i>       | Evita movimientos que alteren el proceso de aplicación.   |
| <i>Conductividad eléctrica</i>    | Fundamental para sistemas de pintura                      |
| <i>Facilidad de uso</i>           | Montaje y desmontaje rápido de las piezas                 |
| <i>Resistencia a la corrosión</i> | El material debe soportar los químicos del pretratamiento |

*Nota:* elaboración propia.

Aquellos criterios técnicos son fundamentales en procesos industriales como la pintura electrostática, donde se exige alta efectividad y calidad. La

estabilidad mecánica asegura que las piezas no se desplacen durante la aplicación, evitando defectos; la conductividad eléctrica es clave para atraer correctamente las partículas de pintura, garantizando una cobertura uniforme; la facilidad de uso permite un montaje y desmontaje ágil, optimizando tiempos de producción y reduciendo errores; y la resistencia a la corrosión asegura la durabilidad de sistema ante los químicos agresivos del pretratamiento. En conjunto, estos factores mejoran el rendimiento del proceso y la vida útil de los componentes.

### **1.2.2 Gestión de sistema de colgado**

La gestión del sistema colgado permite a los usuarios ejecutar aplicaciones importantes para la actividad continuamente mientras mejora la disponibilidad de la aplicación. Se considera que la incorporación de mecanismos de detección y gestión de sistemas colgados es fundamental para garantizar la alta disponibilidad y continuidad operativa de aplicaciones críticas. La capacidad del sistema para alertar al administrador y permitir acciones correctivas oportunas, como el acceso roto o el reinicio controlado, representa un elemento clave en la mejora de la resiliencia y confiabilidad del entorno computacional.

### **1.2.3 Pretratamiento**

Según Gabaldón (2017), el pretratamiento, previo a la pintura industrial, crea una capa que mejora la adhesión y protege contra la corrosión. Aunque el fosfato de zinc y fierro fueron esenciales, nuevas tecnologías como nano cerámicos y tratamientos sin cromo ganan preferencia por ser sostenibles.

El pretratamiento es esencial para lograr acabados duraderos y resistentes en la industria de pintura. La evolución hacia tecnologías más limpias refleja una conciencia ambiental creciente y una necesidad de modernizar los procesos. Soluciones como los nano cerámicos y tratamiento sin cromo representa avances significativos importantes, seguridad y sostenibilidad, reduciendo el impacto ambiental sin comprometer la calidad del recubrimiento. Esto demuestra cómo la innovación tecnológica puede transformar prácticas tradicionales en procesos más responsables y competitivos.

Actualmente, en la industria del pretratamiento destacan fuerzas como la calidad, el costo y el impacto ambiental, aunque no son temas nuevos, se han desarrollado tecnologías específicas para satisfacer estas exigencias del sector del acabado industrial (Giles, 2019). En la industria del pretratamiento, es fundamental que las tecnologías implementadas respondan simultáneamente a los requerimientos de calidad, reducción de costos y respeto ambiental. La integración de soluciones innovadoras y sostenibles contribuyen un factor clave para mejorar la eficiencia operativa y asegurar la competitividad en el mercado actual.

Es considerado un paso crítico porque una superficie mal preparada puede causar fallos prematuros del recubrimiento. Según González y Herrera (2018), los pasos típicos incluyen desengrase, lavado, decapado, fosfatado y secado. Cada etapa está diseñada para remover diferentes tipos de contaminantes y para generar una capa pasivadora que mejore la adherencia de la pintura.

El sistema de colgado incide directamente en la calidad del pretratamiento, debido a que si las piezas están mal posicionadas, pueden generarse zonas sombreadas que no reciben adecuadamente los químicos. Asimismo, materiales no resistentes a la corrosión pueden reaccionar con los baños químicos, contaminando el sistema y generando defectos.

#### **1.2.4 La pintura industrial**

El autor Arias (2017) menciona que técnicamente, la pintura industrial es un producto, presentado en forma líquida, pastosa en polvo, y aplicada por procedimiento adecuado sobre una superficie, se transformará mediante una película sólida, plástica y adherente que protege y/o decora de forma simultánea.

Teniendo en cuenta la finalidad de la pintura industrial en la siguiente tabla a continuación:

**Tabla 2**

*Finalidad de la pintura industrial.*

| Objetivo               | Descripción                                                                                                                        |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Protección</i>      | Protege las superficies de agresiones físicas (impactos), químicas y ambientales (corrosión, clima, etc.).                         |
| <i>Mejora estética</i> | Mejora el aspecto visual de la pieza, Logrando un acabado óptimo y aumentando su valor añadido.                                    |
| <i>Enfoque técnico</i> | Se prioriza garantizar un rendimiento óptimo del sistema de pintado según las condiciones del entorno donde se utilizará la pieza. |

*Nota:* elaboración propia

La pintura industrial protege superficies de agresiones físicas, químicas y ambientales, prolongando su vida útil. Además, mejora la estética del producto, aumentando su valor comercial. Su aplicación debe adaptarse al entorno para garantizar rendimiento, durabilidad y funcionalidad en condiciones exigentes.

Este cumple con una función clave al proteger las superficies contra daños físicos, químicos y ambientales, prolongando su vida útil. Además, aporta valor estético al mejorar el acabado visual de los productos. Su aplicación no es meramente decorativa, sino que responde a criterios técnicos según el entorno de uso. En conjunto, combina funcionalidad, durabilidad y presentación para optimizar el rendimiento de las piezas tratadas.

#### **1.2.4.1 Pintura Industrial: tipos y características.**

Según el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (1998) la gama de productos elaborados por la industria de pinturas es muy amplia, incluyendo pinturas en base agua (látex) y en base a solventes (óleo), barnices, lacas, impermeabilizantes y anticorrosivos, pinturas marinas, automotrices e industriales. A nivel nacional, esta industria sigue el mismo esquema de

procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando etapas similares para ambos tipos de pinturas.

### **Pinturas en base agua**

Para las pinturas en base agua, el autor indica que generalmente están compuestas de agua, pigmentos, extensores, agentes dispersantes, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina. La elaboración se inicia con la adición de agua, amoníaco y agentes dispersantes a un estanque de premezcla; posteriormente se adicionan los pigmentos y agentes extensores. Dependiendo del tipo de pigmento, el material pasa a través de un equipo especial de molienda, donde ocurre la dispersión, y luego se transfiere a un estanque de mezclado con agitación, en el cual se incorporan las resinas y los plastificantes, seguidos de preservantes y antiespumantes y finalmente la emulsión de resina. Por último, se agrega el agua necesaria para lograr la consistencia deseada; luego de mezclar todos los ingredientes, el producto obtenido es filtrado para remover pigmentos no dispersos (mayores a 10  $\mu\text{m}$ ), siendo posteriormente envasado en tarros y embalado. Normalmente, solo los esmaltes en base agua pasan por equipos de molienda; los látex y pastas se dispersan y terminan en estanques de mezclado.

### **Pinturas en base a solventes**

En el caso de las pinturas en base a solventes, estas incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes. Los pasos en la elaboración son similares a los descritos anteriormente: inicialmente se mezclan los pigmentos, resinas y agentes secantes en un mezclador de alta velocidad, seguidos de los solventes y agentes plastificantes. Una vez completada la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclado, en donde se adicionan tintes y solventes y una vez que se obtiene la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena. Cabe destacar que, en este proceso también es posible usar un estanque de premezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad. Por otra parte, otros aditivos menores, usados con propósitos especiales en ambos tipos de pinturas, son las

sustancias antibacterianas, estabilizantes, tensoactivos y agentes para ajuste de pH.

En la misma línea de ideas Munayco (2021) indica que las características de las pinturas pueden mostrar comportamiento pseudoplástico no newtoniano ya que su viscosidad disminuye al aumentar su velocidad de corte, según su aplicación optimiza la calidad variando propiedades claves como densidad, viscosidad, porcentaje de sólidos y esfuerzo cortante). Esto se evidenció en la disminución de la viscosidad a medida que se incrementaba la velocidad de corte. Además, se observó el fenómeno de tixotropía, indicando que la viscosidad también disminuye con el tiempo cuando el fluido permanece en reposo.

En esta se aplicó una variación del 25% en la concentración del espesante, analizando el comportamiento en un rango de velocidad de corte entre 1 y 12 rpm. A pesar del aumento de velocidad, no se detectaron cambios significativos en la viscosidad, lo cual refuerza el comportamiento pseudoplástico y tixotrópico de las muestras.

### **1.2.5 Ingeniería Industrial y mejora de procesos**

Según Chiavenato (2013), la mejora continua involucra tanto la implantación de un sistema, como el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión y la participación activa de todo el personal.

#### **1.2.5.1 Lean Manufacturing**

Según Olaya (2024), Lean Manufacturing busca eliminar actividades que no agregan valor y optimizar la eficiencia de los procesos mediante la mejora continua. Asimismo, su integración con tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos en tiempo real permite mejorar el flujo de trabajo, optimizar los recursos y reducir costos. No obstante, el autor señala como una limitación que su implementación puede presentar dificultades para adaptarse a entornos caracterizados por una elevada variabilidad.

#### **1.2.5.2 Kaizen**

Kaizen se fundamenta en la mejora continua mediante la implementación progresiva de pequeños cambios dentro de la organización, promoviendo la participación de los diferentes niveles organizacionales y la incorporación gradual de tecnologías que contribuyan a la innovación. Sin embargo, su implementación puede desarrollarse de manera lenta y fragmentada, lo que puede retrasar la obtención de resultados visibles (Morales, 2020).

#### **1.2.6 Ergonomía y seguridad**

La ergonomía es la disciplina encargada de adaptar las condiciones de trabajo a las capacidades y limitaciones físicas y psicológicas de las personas. Su propósito mejorar la seguridad, comodidad y eficiencia de los trabajadores, reduciendo el riesgo de lesiones y aumentando el desempeño laboral (Terán, 2024).

La ergonomía se especializa según las características que tiene la actividad o trabajo que una o más personas desarrollen en conjunto teniendo especificaciones y mejoras evitando lesiones, retrabajos o disminuya la productividad de la persona (Arriaga, 2004). La ergonomía en el diseño de sistemas de colgado debe priorizar la seguridad y el bienestar del operario, minimizando esfuerzos físicos y riesgos posturales, lo que no solo reduce lesiones laborales, sino que también mejora la productividad y precisión en el proceso.

En el punto de vista de la seguridad industrial, un sistema de colgado debe cumplir normativas técnicas específicas como las establecidas por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y otras regulaciones locales. El material debe resistir las cargas sin deformarse, tener bordes redondeados para evitar cortes y garantizar la estabilidad en el transporte por rieles o cadenas.

#### **1.2.7 Estudio de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempos y movimientos se exhibe como una herramienta eficaz para evaluar y mejorar la productividad. Este enfoque analítico permite

descomponer los procesos de almacenamiento en tareas específicas, medir el tiempo dedicado a cada una de ellas y proponer mejoras que aumenten la eficiencia y la eficacia en la gestión (Moreira & Ramos, 2024).

En la misma línea Niebel & Freivalds (2009) explican que el estudio de los movimientos implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción. Los Gilbreth fueron pioneros en el estudio de los movimientos manuales y desarrollaron leyes básicas de la economía de movimientos que aún se consideran fundamentales.

#### **1.2.7.1 Definición de tiempos**

Para Cuevas et al. (2020) aluden a que, estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo, la cual se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos (pasos a seguir) de una actividad definida, efectuada bajo condiciones determinadas. Los pasos por seguir y los tiempos en que se realiza una actividad determinan el tiempo requerido para efectuar esa tarea

#### **1.2.7.2 Definición de movimientos**

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo de quien realiza una actividad, con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos, agilizar la actividad y realizarla con seguridad e higiene; posteriormente, se establece una secuencia o sucesión de movimientos más apropiados para lograr una eficiencia máxima en tiempo, insumos y energía (Cuevas et al., 2020).

#### **1.2.7.3 Importancia del estudio de tiempos y movimientos**

La importancia de un estudio de tiempos y movimientos (TYM), el cual normalmente se contempla en la rama de la ingeniería industrial, es obtener un

mayor conocimiento que aporte a diversas áreas donde se realice algún proceso que pueda ser mejorado desde el punto de vista del esfuerzo humano, uso de recursos materiales, consumo de energías y calidad del resultado o producto final, cuidando que el desempeño de cada persona y su eficiencia impacten favorablemente en un incremento de la producción sin tener que recurrir a un esfuerzo o tiempo mayor en la obtención del resultado final (Cuevas et al., 2020).

#### 1.2.7.4 Ventajas del estudio de tiempos y movimientos

Así mismo, Cuevas et al. (2020) resumen las ventajas y desventajas del estudio de tiempo y movimiento de la siguiente forma:

**Tabla 3**

*Ventajas del estudio de tiempos y movimientos*

| <b>Ventajas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Desventajas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agiliza la ejecución operativa, disminuyendo los plazos de entrega en cada tarea.</li> <li>• Fomenta el ahorro económico y la conservación de los insumos disponibles.</li> <li>• Mantiene la productividad garantizando el uso responsable de los recursos energéticos.</li> </ul> <p>Asegura la elaboración de productos de alto rendimiento y confianza para el cliente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suprime desplazamientos innecesarios y potencia los movimientos que agregan valor.</li> <li>• Distribuye y balancea equitativamente el volumen de trabajo entre el equipo.</li> <li>• Trata y minimiza los desperdicios generados durante el proceso de producción.</li> </ul> <p>Promueve un entorno de trabajo más seguro, armónico y productivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubica al personal en las posiciones operativas más acordes a sus competencias.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es un esquema común ni aplicable a la totalidad de las organizaciones.</li> <li>• Su implementación se divide en más de una docena de sistemas o variantes distintas.</li> <li>• Exige un adiestramiento continuo para alcanzar un alto nivel de precisión y credibilidad.</li> <li>• Requiere obligatoriamente que la línea de producción esté funcionando en tiempo real.</li> </ul> |

*Nota: Elaboración propia.*

#### **1.2.7.5 Equipos que se emplean para medir tiempo**

El estudio de tiempos con cronómetro de forma tradicional representa la técnica más utilizada como elemento de medición de las tareas, encontrándose más del 89% de los trabajos desarrollados bajo esta técnica (Ovalle & Cárdenas, 2016).

Siendo así, en la presente investigación se usará el cronómetro como principal instrumento de medición.

##### **1.2.7.5.1 Tiempo total normal**

Para Meyers (2000) el tiempo total normal es absolutamente el total de los tiempos de los elementos. Si se tratara de tres elementos, habría tres tiempos de elementos. Estos elementos se suman para obtener el tiempo total normal. El tiempo normal se define como el tiempo necesario para que una persona efectúe una tarea específica a un ritmo normal. Así mismo explica que en el tiempo normal no hay tolerancias.

#### **1.2.7.6 Porcentaje (%) de tolerancia**

Las tolerancias son el tiempo adicional que se concede a cada ciclo para tomar en consideración fatiga, necesidades personales y retrasos inevitables. Aquí se coloca el 10% de la cifra anterior (tiempo normal total).

##### **1.2.7.7 Tiempo estándar y su cálculo**

La definición tradicional del concepto tiempo estándar hace referencia al tiempo necesario para elaborar un producto en una determinada estación de trabajo. Para ello, es necesario cumplir con tres condiciones importantes: a) contar un con operador calificado y bien entrenado, b) trabajando a ritmo normal y c) realizando una tarea específica (Meyers, 2000).

El tiempo estándar es el tiempo normal más las tolerancias:

$$\text{Tiempo estándar: } \text{Tiempo normal} + 10\%$$

#### **1.2.7.8 Movimientos fundamentales básicos**

Como resultado del estudio de los movimientos, los Gilbreth determinaron que cualquier actividad laboral, independientemente de que sea productiva o no,

puede ejecutarse mediante la combinación de 17 movimientos fundamentales, denominados **therbligs**, término obtenido a partir del apellido Gilbreth escrito de manera inversa. Estos movimientos se clasifican en eficientes e ineficientes. Los therbligs eficientes contribuyen directamente al desarrollo del trabajo y, aunque en muchos casos es posible reducir el tiempo empleado en realizarlos, generalmente no pueden eliminarse por completo. Por otro lado, los therbligs ineficientes no aportan al avance de la actividad, por lo que deben ser eliminados mediante la aplicación de los principios de economía de movimientos. Los 17 therbligs, acompañados de sus respectivos símbolos y definiciones, se presentan en las siguientes tablas (Niebel & Freivalds, 2009)

#### **1.2.7.8.1 Therbligs eficientes**

**Tabla 4**

##### *Therbligs eficientes*

| <b>Therblig</b>        | <b>Símbolo</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alcanzar</b>        | RE             | Llevar la mano vacía hacia el objeto o retirarla de este. El tiempo depende de la distancia recorrida; normalmente está precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”.                                                   |
| <b>Mover</b>           | M              | Desplazar la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento. Generalmente es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”.                                             |
| <b>Sujetar o Tomar</b> | G              | Cerrar los dedos alrededor de un objeto. Comienza cuando los dedos entran en contacto con él y termina al obtener el control. Depende del tipo de sujeción; normalmente es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”. |
| <b>Liberar</b>         | RL             | Dejar o soltar el control de un objeto. Generalmente es uno de los therbligs de menor duración.                                                                                                                            |

|                      |    |                                                                                                                                                                                |
|----------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Preposicionar</b> | PP | Colocar un objeto en una ubicación previamente determinada para utilizarlo posteriormente. Por lo general, ocurre junto con “Mover”, como al orientar una pluma para escribir. |
| <b>Utilizar</b>      | U  | Manipular una herramienta para realizar la función para la cual fue diseñada. Es fácilmente identificable conforme avanza el trabajo.                                          |
| <b>Ensamblar</b>     | A  | Unir dos o más partes para formar un conjunto. Generalmente está precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”.                                                 |
| <b>Desensamblar</b>  | DA | Acción contraria a “Ensamblar”, ya que consiste en separar las partes que forman un conjunto. Generalmente es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”.                 |

*Nota: Elaboración propia.*

#### **1.2.7.8.2 Therbligs ineficientes**

**Tabla 5**

*Therbligs ineficientes*

| <b>Therblig</b>    | <b>Símbolo</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                          |
|--------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Buscar</b>      | S              | Los ojos o las manos realizan una búsqueda para encontrar un objeto. Comienza cuando los ojos se desplazan con el propósito de localizarlo. |
| <b>Seleccionar</b> | SE             | Elegir un artículo entre varias opciones. Generalmente ocurre después de “Buscar”.                                                          |
| <b>Posicionar</b>  | P              | Orientar un objeto durante el trabajo. Generalmente es precedido por “Mover” y seguido por “Liberar”. Se diferencia de “Preposicionar”.     |

|                                              |    |                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Inspeccionar</b>                          | I  | Comparar un objeto con un estándar, principalmente mediante la vista, aunque también pueden utilizarse los demás sentidos.                                                                            |
| <b>Planear</b>                               | PL | Realizar una pausa para determinar cuál será la acción siguiente. Generalmente se presenta como un titubeo antes de “Mover”.                                                                          |
| <b>Retraso inevitable</b>                    | UD | Tiempo que se pierde por causas propias de la naturaleza de la operación y que está fuera del control del operario. Por ejemplo, una mano debe esperar mientras la otra termina una tarea prolongada. |
| <b>Retraso evitable</b>                      | AD | Tiempo ocioso que puede ser responsabilidad del operario y que podría evitarse, como cuando se presenta un retraso innecesario.                                                                       |
| <b>Descanso para contrarrestar la fatiga</b> | R  | Se presenta de manera periódica, no necesariamente en cada ciclo, y depende de la carga de trabajo físico.                                                                                            |
| <b>Parar</b>                                 | H  | Una mano sostiene o mantiene el objeto mientras la otra realiza una actividad útil.                                                                                                                   |

---

*Nota: Elaboración propia.*

### 1.2.8 Rediseños de sistemas

Según Párraga (2001) el factor humano es el componente más importante en todo rediseño de sistema de trabajo; su seguridad y comodidad son aspectos que deben tenerse presentes para obtener su óptimo desempeño. El diseño de la estación de trabajo debe permitir una relación adecuada entre el usuario y su tarea, de modo que el operario no se vea perturbado por el equipo que usa, sino que lo encuentre útil y facilite su labor, evitando posturas incorrectas que le causen lesiones. Dado que la motivación es un factor determinante en el comportamiento humano, cualquier sistema de trabajo no podría operar exitosamente si el factor humano no persigue el mismo interés y propósito de la organización.

El rediseño del sistema de colgado no solo responde a una necesidad operativa, sino a una estrategia de mejora continua dentro de la gestión de calidad industrial. Las fallas comunes en líneas de pretratamiento y pintura están relacionadas con el mal posicionamiento de las piezas, contacto inadecuado a tierra o deformación del sistema de colgado con el uso. La empresa Only Factory S.A. ha identificado estos problemas como puntos críticos dentro de su línea de producción, lo cual motiva la necesidad de intervenir y rediseñar el sistema con base en parámetros técnicos, económicos y ergonómicos.

La correcta aplicación de la pintura es muy importante, ya que a partir del proceso depende del ahorro de la materia prima, lo que garantiza un correcto acabado, ahorro de materias primas y ahorro de tiempo en los procesos productivos (Peña Vergara, 2023). Los procesos de pinturas y acabados en los diferentes productos a lo largo del tiempo han sido clave para determinar calidad de los mismos, por ello se han actualizado de acuerdo con los avances tecnológicos de cada país y adaptándose constantemente a estos cambios de tecnología, control y métodos de aplicación.

### **1.2.9 Teorías aplicadas al diseño industrial**

El diseño industrial, nace luego de la revolución industrial. A partir de los cambios en el sistema de producción, genera una división del trabajo en dos etapas características: la concepción o diseño del producto y proceso de producción del mismo (Bellmann, 2022). El diseño industrial no solo surge como respuesta a los cambios productivos de la Revolución Industrial, sino que se consolida como un puente entre la creatividad y la tecnología, permitiendo que las ideas se materialicen en objetos útiles, sostenibles y adaptados a las necesidades sociales y culturales del contexto.

Existe una estrecha relación entre la ergonomía y el diseño que se enseña en la consideración de esta como una ciencia instrumental que sirve al diseño; pero que no debe confundirse con el diseño. El diseño industrial actúa como agente de cambio social, ya que no solo busca resolver problemas funcionales, sino también generar impacto positivo en la vida

de las personas, promoviendo procesos inclusivos, sostenibles y centrados en las verdaderas necesidades del usuario (Arriaga, 2004).

**Tabla 6**

*Finalidad de la teoría aplicada del diseño industrial*

| <b><i>Finalidad</i></b>                | <b><i>Descripción</i></b>                                             |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <i>Optimización del diseño</i>         | Aplicar principios teóricos para mejora el rendimiento del sistema.   |
| <i>Ergonomía y seguridad</i>           | Adaptar el diseño a las condiciones humanas reduciendo riesgos y      |
| <i>Adaptabilidad y estandarización</i> | Crear diseños flexibles que se ajustan a diferentes piezas y procesos |
| <i>Sustentabilidad del proceso</i>     | Favorecer diseños que reduzcan el impacto ambiental y mejoren la      |

*Nota:* Elaboración propia.

La teoría aplicada al diseño industrial en el sistema de colgado de pintura permite optimizar la capacidad del proceso al mejorar la funcionalidad, reducir tiempos de ciclos y minimizar desperdicios. Garantiza una mejor calidad del recubrimiento mediante un contacto eléctrico adecuado. Integra principios de ergonomía y seguridad, protegiendo al operario y mejorando las condiciones de trabajo. También promueve la estandarización y adaptabilidad del sistema para diversos productos. Contribuye a la sostenibilidad y competitividad del proceso productivo. Este enfoque teórico no solo mejora los resultados técnicos, sino que también facilita la implementación de soluciones prácticas y repetible en diferentes industrias. Al aplicar fundamentos del diseño industrial, se logran estructuras más eficientes y funcionales. Así mismo permite anticipar fallas y optimizar recursos desde la etapa de planificación.

#### **1.2.9.1 Estudios de casos sobre rediseños exitosos**

Varios estudios en plantas industriales demuestran los beneficios de rediseñar sistemas de colgados. Por ejemplo, en la empresa Metalcoat S.A., el rediseño redujo en un 35% los tiempos de ciclo y en un 25% los defectos por mal contacto eléctrico (Cevallos, 2022). El rediseño de sistemas de colgado debe considerarse una estrategia clave para optimizar la eficacia productiva y la calidad en procesos de recubrimiento electrostático, ya que impacta directamente en la reducción de tiempos de ciclo, mejora del contacto eléctrico y disminución de defectos, lo cual se traduce en menores costos operativos y mayor competitividad.

Estos casos confirman que el rediseño no solo tiene efectos técnicos, sino también económicos y humanos. Invertir en ingeniería del detalle dentro de estos sistemas puede tener un retorno alto y sostenible.

Los estudios de casos sobre rediseños en sistemas de colgados permiten identificar practicas exitosas que mejoran el desempeño y fomentan la innovación en procesos industriales. Su enfoque integral considera tanto los beneficios productivos como los humanos lo que respalda las decisiones estratégicas con una visión sostenible.

#### **1.2.10 Perspectiva medioambiental del proceso**

El uso de pintura en polvo y sistemas de colgado que permitan una aplicación uniforme contribuye a reducir el desperdicio de material y optimizar el consumo de recursos durante el proceso de pintura industrial (Pérez, 2020). En este contexto, un sistema de colgado adecuado no solo mejora el desempeño operativo, sino que también disminuye pérdidas de pintura y el uso innecesario de productos químicos en el pretratamiento.

El análisis de ciclo de vida permite evaluar los impactos ambientales asociados al proceso, considerando aspectos como consumo de energía, generación de residuos y emisiones durante la producción (Gómez Sánchez de Rojas, 2021). Estas herramientas facilitan la identificación de mejoras aplicables al sistema de colgado y su relación con un proceso industrial más sostenible.

### **1.3 Marco Legal y Ambiental**

El presente proyecto de investigación se desarrolla considerando la normativa legal y ambiental vigente en el Ecuador, debido a que el rediseño del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura involucra aspectos relacionados con la seguridad industrial, la protección de los trabajadores y el manejo responsable de sustancias químicas utilizadas en el proceso productivo.

#### **1.3.1 Constitución de la república del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su artículo 14 el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el buen vivir. Al igual, en el artículo 326 reconoce el derecho al trabajo en condiciones adecuadas que aseguren la salud, integridad y bienestar de los trabajadores.

En este contexto, el rediseño del sistema de colgado contribuye al cumplimiento de estos principios constitucionales al promover mejores condiciones ergonómicas y una reducción de riesgos asociados a las actividades operativas.

#### **1.3.2 Código del Trabajo del Ecuador**

El Código del Trabajo (2024) establece la obligación de los empleadores de garantizar ambientes laborales seguros y saludables para los trabajadores. Además, exige la implementación de medidas preventivas que minimicen accidentes y enfermedades ocupacionales derivadas de las actividades productivas.

El rediseño del sistema de colgado busca disminuir los movimientos repetitivos, mejorar las condiciones de manipulación de piezas y reducir las cargas físicas sobre los operarios, alineándose con las disposiciones legales relacionadas con la seguridad y salud ocupacional.

### **1.3.3 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo N.º 255, 2024)**

El Decreto Ejecutivo N.º 255, establecido el 2 de mayo de 2024, emite el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ecuador. Su finalidad es promover ambientes laborales seguros y saludables mediante la implementación de medidas preventivas, la gestión de riesgos laborales y el fortalecimiento de la cultura de prevención en los centros de trabajo. La normativa es de cumplimiento obligatorio para empleadores y trabajadores tanto del sector público como privado. En el presente proyecto, el rediseño del sistema de colgado se relaciona directamente con los principios establecidos en este reglamento, ya que busca mejorar las condiciones ergonómicas, reducir los riesgos ocupacionales y garantizar un entorno de trabajo más seguro para los operarios de la línea de pretratamiento de pintura.

### **1.3.4 Código orgánico del ambiente**

El Código Orgánico del Ambiente (2017) regula la gestión ambiental en el Ecuador y promueve el uso eficiente de los recursos naturales, la prevención de la contaminación y la implementación de procesos productivos sostenibles.

La propuesta de rediseño considera criterios ambientales que permitan optimizar el uso de materiales, reducir desperdicios de pintura y minimizar posibles impactos asociados al proceso de pretratamiento y recubrimiento industrial.

### **1.3.5 Perspectiva ambiental del proyecto**

Los procesos de pretratamiento y pintura industrial generan impactos ambientales relacionados con el consumo de agua, energía, productos químicos y materiales de recubrimiento. Por ello, el rediseño de sistema de colgado debe contribuir a una distribución más eficiente de las piezas, permitiendo una mejor exposición los tratamientos químicos y una aplicación uniforme de la pintura.

En acuerdo con Pérez (2020), los sistemas de colgados diseñados adecuadamente reducen el desperdicio de pintura y mejora el aprovechamiento de los recursos utilizados. Además, el empleo de materiales resistentes y

reutilizables favorece la sostenibilidad operativa y disminuye la generación de residuos industriales.

## **1.4 Hipótesis y variables**

La presente investigación parte del análisis del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de la empresa Only Factory S.A., con el propósito de determinar si el rediseño del sistema de colgado contribuye a optimizar el proceso. Se plantea la siguiente hipótesis de investigación y podemos identificar las variables que intervienen en el estudio.

### **1.4.1 Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

El rediseño del sistema de colgado permitirá optimizar el proceso de colgado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A.

### **1.4.2 Identificación de las Variables**

Las variables de la presente investigación fueron definidas de acuerdo con el problema planteado, el objetivo general y la propuesta de mejora desarrollada durante el estudio.

La variable independiente corresponde al factor que puede ser modificado con el propósito de generar mejoras en el proceso analizado.

**Variable independiente:** *Propuesta de rediseño del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura.*

La variable dependiente representa el efecto esperado como consecuencia de la aplicación de la variable independiente.

**Variable dependiente:** *Optimización del proceso productivo.*

**Tabla 7***Identificación de variables*

| <b>Variable</b>               | <b>Definición</b>                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Variable independiente</i> | Rediseño del sistema de colgado en la línea de pretratamiento de pintura. |
| <i>Variable dependiente</i>   | Optimización del proceso productivo.                                      |

*Nota:* Elaboración propia.**1.4.3 Operacionalización de las variables****1.4.4 Operacionalización de la variable independiente****Tabla 8***Operacionalización de la variable independiente*

| <b>Variable</b>                        | <b>Dimensión</b>           | <b>Indicadores</b>                                                                                           | <b>Técnica</b>                   | <b>Instrumento</b>            |
|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <i>Rediseño del sistema de colgado</i> | <i>Método de trabajo</i>   | Secuencia de actividades, estandarización del procedimiento, organización del área, asignación de funciones. | Observación directa              | Ficha de observación          |
|                                        | <i>Manipulación manual</i> | Tiempo de colgado, movimientos realizados, coordinación entre operarios.                                     | Estudio de tiempos y movimientos | Cronómetro y hoja de registro |

### 1.4.5 Operacionalización de la variable dependiente

**Tabla 9**

*Operacionalización de la variable dependiente*

| <b>Variable</b>                            | <b>Dimensi</b>           | <b>Indicadores</b>                                                          | <b>Técnica</b>       | <b>Instrumento</b>            |
|--------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <i>Optimización del proceso productivo</i> | Organización del proceso | Distribución del área de trabajo, flujo de materiales.                      | Observación          | Diagrama de recorrido         |
|                                            | Productividad            | Tiempo total del proceso, continuidad de la producción.                     | Estudio de tiempos.  | Cronómetro                    |
|                                            | Eficiencia operativa     | Reducción de movimientos no deseados, disminución de tiempos improductivos. | Observación directa. | Formato de estudio de tiempos |
|                                            | Desempeño del proceso    | Método de trabajo, coordinación, esfuerzo físico                            | Observación          | Hoja registros                |

## **1.5 Marco Metodológico**

### **1.5.1 Modalidad Básica de la Investigación**

La presente investigación adopta una combinación de modalidades que permiten analizar de manera integral el sistema de colgado utilizado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A., que se sitúa en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí. Para ello, se articula el enfoque bibliográfico-documental, de campo, no experimental y de estudio de caso, con el propósito de obtener información relacionada con el proceso productivo, los métodos de trabajo, los tiempos y movimientos y las condiciones en las que se desarrolla la operación de colgado de las piezas.

Se considera bibliográfica-documental debido a que se recurre a fuentes bibliográficas, documentos técnicos, investigaciones previas y literatura especializada relacionada con la Ingeniería Industrial, estudio del trabajo, análisis de tiempos y movimientos, ergonomía, productividad, procesos productivos y métodos de mejora. Según Niño (2011), esta modalidad aprovecha diversas fuentes como documentos escritos, audios, videos, imágenes y recursos electrónicos, siendo recomendable complementarla con técnicas de campo como la observación, la entrevista y la encuesta.

La investigación se caracteriza de campo; la información principal se obtiene directamente del entorno donde se desarrolla el fenómeno o en este caso proceso productivo. Arias (2012) define la investigación de campo como aquella en la que los datos son recolectados directamente de los sujetos o del entorno donde ocurren los hechos, sin manipular las variables objeto de estudio, pudiendo desarrollarse con propósitos exploratorios, descriptivos o explicativos.

El estudio presenta un diseño no experimental, debido a que las condiciones actuales del proceso productivo fueron observadas y analizadas tal como se desarrollan en la empresa, sin realizar una manipulación deliberada de las variables ni alterar inicialmente las condiciones de operación. De acuerdo con Iturralde y Soria (2021), los diseños no experimentales se caracterizan por no

involucrar la manipulación directa de las variables, permitiendo analizar los fenómenos en su contexto natural.

Asimismo, la investigación se desarrolla bajo la modalidad de estudio de caso, al centrarse específicamente en el sistema de colgado de la línea de pretratamiento de pintura de Only Factory S.A., considerado como una unidad particular de análisis. De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2014), el estudio de caso se relaciona con el análisis exhaustivo de una unidad particular, considerando sus características y procesos específicos, lo que permite obtener información detallada sobre el fenómeno estudiado

### **1.5.2 Enfoque**

La investigación parte de la necesidad de mejorar el sistema de colgado utilizado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A., considerando que esta actividad constituye el punto inicial de alimentación de la línea y depende directamente de la manipulación manual de las piezas por parte de los operarios. En este contexto, el estudio adopta un enfoque cuantitativo, orientado a la recolección, medición y análisis de datos relacionados con el desempeño actual de las operaciones de colgado y descuelgue.

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por seguir un proceso secuencial y sistemático, en el cual cada etapa se relaciona con la siguiente y mantiene una estructura lógica. El proceso parte de una idea de investigación que progresivamente se delimita hasta establecer el problema, los objetivos y las preguntas de investigación. Posteriormente, se realiza la revisión de la literatura y se desarrolla el marco teórico que sustenta el estudio. A partir de las preguntas de investigación se determinan las variables de interés y, cuando corresponde, se plantean hipótesis; posteriormente, se define el diseño metodológico para su análisis y se procede a la medición de las variables dentro de lo establecido.

### **1.5.3 Nivel de Investigación**

La presente investigación tiene un nivel descriptivo, debido a que se orienta a caracterizar y analizar las condiciones actuales del sistema de colgado utilizado en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A., considerando las actividades que intervienen en el proceso, los tiempos de operación, los movimientos realizados, el número de operarios requeridos y las condiciones en las que se desarrolla la manipulación de las piezas.

#### **1.5.4 Población de Estudio**

La población es un conjunto finito o infinito de elementos que comparten características comunes y sobre los cuales se pretenden extender las conclusiones del estudio. Esta se delimita de acuerdo con el problema planteado y los objetivos formulados (Arias F. G., 2012).

La población de estudio está constituida por las operaciones de colgado de las piezas que ingresan a la línea de pretratamiento de pintura. De esta manera, el estudio permite caracterizar el comportamiento actual de la operación y establecer los criterios técnicos necesarios para el rediseño del sistema de colgado.

#### **1.5.5 Tamaño de la muestra**

La muestra es una porción representativa de una población o una magnitud que se selecciona con el propósito de facilitar su estudio. En otras palabras, es una parte del conjunto total que busca reflejar las características de toda la población para que, mediante su análisis se puedan obtener conclusiones lícitas y confiadas sobre el grupo completo (Niño, 2011).

Para el estudio de tiempos y movimientos se seleccionaron tres productos representativos de la empresa: silla apilable, escritorio Rey y archivador de cuatro cajones. Para cada producto se realizaron 10 observaciones, considerando lotes de 50 unidades por observación, con el propósito de obtener información suficiente para determinar los tiempos promedio y establecer los tiempos normales y estándares de las actividades analizadas.

#### **1.5.6 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos comprenden los procedimientos empleados para obtener información relacionada con el fenómeno de estudio y generar

evidencia que posteriormente pueda ser analizada para alcanzar los objetivos planteados (Arias F. G., 2012).

En la presente investigación se emplearon técnicas de observación directa, estudio de tiempos, entrevista y revisión documental.

Se empleó la observación directa mediante el seguimiento de las actividades desarrolladas en el área de pretratamiento de pintura, prestando especial atención a la forma en que los trabajadores manipulan los ganchos, colocan los productos, realizan ajustes y trasladan las piezas mediante el sistema de suspensión. La observación permitió identificar características del sistema actual, movimientos innecesarios, dificultades de manipulación, condiciones que pueden contribuir a la fatiga y diferencias existentes entre los productos procesados.

El estudio de tiempo resulta fundamental para determinar la duración de las operaciones relacionadas con el proceso analizado. Para ello, se realizarán observaciones repetidas de las actividades seleccionadas y se obtendrá el tiempo promedio de cada operación.

La entrevista resulta esencial para analizar directamente actividades relacionadas con el sistema de colgado, con la finalidad de conocer su percepción respecto a la manipulación de los ganchos, dificultades durante la colocación de los productos.

La revisión documental comprenderá la consulta de registros y documentos disponibles en la empresa relacionados con el proceso de producción, tipos de productos procesados, volúmenes o niveles de demanda, características de los materiales y demás información técnica pertinente.

### 1.5.7 Plan de recolección de datos

**Tabla 10**

*Plan de recolección de datos*

| N° | Preguntas frecuentes         | Explicación                                                                                                            |
|----|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ¿Para qué?                   | A razón de obtener información y datos precisos para el cumplimiento de los objetivos de estudio.                      |
| 2  | ¿De qué personas?            | Operarios de producción, jefe de planta y personal técnico del área operativa.                                         |
| 3  | ¿Sobre qué aspectos?         | Tiempos de ciclo, flujo de procesos, cuellos de botella, métodos de trabajo y productividad en la línea de producción. |
| 4  | ¿Quién investiga?            | Molina Palma Alberto Josué                                                                                             |
| 5  | ¿Cuándo?                     | Enero-Julio                                                                                                            |
| 6  | ¿Dónde?                      | Empresa “ONLY FACTORY S.A.”, en la ciudad de Montecristi, provincia Manabí.                                            |
| 7  | ¿Cuántas veces?              | Una sola vez                                                                                                           |
| 8  | ¿Qué técnica de recolección? | Entrevista y observación directa, estudio de tiempos.                                                                  |
| 9  | ¿Con qué?                    | Hojas de registro, cronómetro.                                                                                         |
| 10 | ¿En qué situación?           | Instalaciones de la planta, en la jornada operativa, sin afectar flujo de trabajo.                                     |

*Nota:* Elaboración propia.

### **1.5.8 Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información se desarrollará mediante un procedimiento sistemático de análisis cuantitativo de los datos obtenidos a través de la observación directa, el estudio de tiempos y movimientos y el análisis del proceso productivo en la línea de pretratamiento de pintura de la empresa Only Factory S.A. La información recopilada será organizada en tablas para cada uno de los productos seleccionados: silla apilable, escritorio Rey y archivador de cuatro cajones.

Para el tratamiento de los datos se considerarán las mediciones correspondientes a las diferentes actividades del proceso, determinando valores como tiempo promedio, rendimiento, tiempo normal, tolerancia y tiempo estándar, de acuerdo con la metodología empleada en el estudio de tiempos. Asimismo, se analizarán los movimientos y condiciones de manipulación asociados a la operación de colgado, considerando la cantidad de operarios requeridos y las características de cada producto.

Los datos obtenidos serán utilizados para comparar las condiciones actuales con las condiciones proyectadas del sistema propuesto, considerando variables.

## **Capítulo 2**

### **Diagnóstico o estudio de campo**

#### **2.1 Caracterización institucional**

Only Factory S. A es una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación y comercialización de mobiliarios para diferentes sectores. Su origen está vinculado a Indumaster S.A., organización con más de tres décadas de experiencia en el mercado nacional cuyos primeros años se desarrollaron en la ciudad de Esmeraldas

La empresa basa sus actividades a la elaboración de productos destinados a diferentes segmentos, entre los cuales destacan el sector residencial, educativo, médico y corporativo. Entre sus principales líneas de producción se encuentran los muebles para el hogar, mobiliario escolar y de oficina, equipamiento médico y además de butacas para el uso de espacios colectivos.

El nacimiento de Only Factory S.A se remonta en el año 2006 cuando el empresario Cristóbal Simbaña identificó nuevas oportunidades de negocio en la provincia de Manabí. Previamente había participado en la fabricación de cajas fuertes junto con otros socios y posteriormente tras la disolución de dicha sociedad decidió emprender un proyecto independiente enfocado en la producción de mobiliario de alta calidad para diferentes aplicaciones calidad para diferentes aplicaciones.

Actualmente Only Factory S.A continúa fortaleciendo su proceso de fabricación y comercialización con el propósito de mantener altos estándares de calidad, mejorar la satisfacción de sus clientes y ampliar su presencia dentro del mercado nacional.

La empresa Indumaster S. A cuenta con varias sucursales distribuidas en diferentes provincias del país, pero la fabricación de sus productos la hace la compañía Only Factory S. A. Una vez finalizado su proceso productivo, sus artículos son distribuidos a diferentes puntos de comercialización ubicados en ciudades como Portoviejo, Machala, Quevedo, Santo Domingo y Guayaquil.

La planta Matriz de producción se encuentra ubicada en el cantón Montecristi, provincia de Manabí, desde donde se coordinan las actividades de fabricación, almacenamiento y distribución de los productos hacia las diferentes sucursales y mercados atendidos por la empresa a nivel nacional.

Km. 5/2 Vía Manta - Montecristi Frente a La Fabril

## Ilustración 1

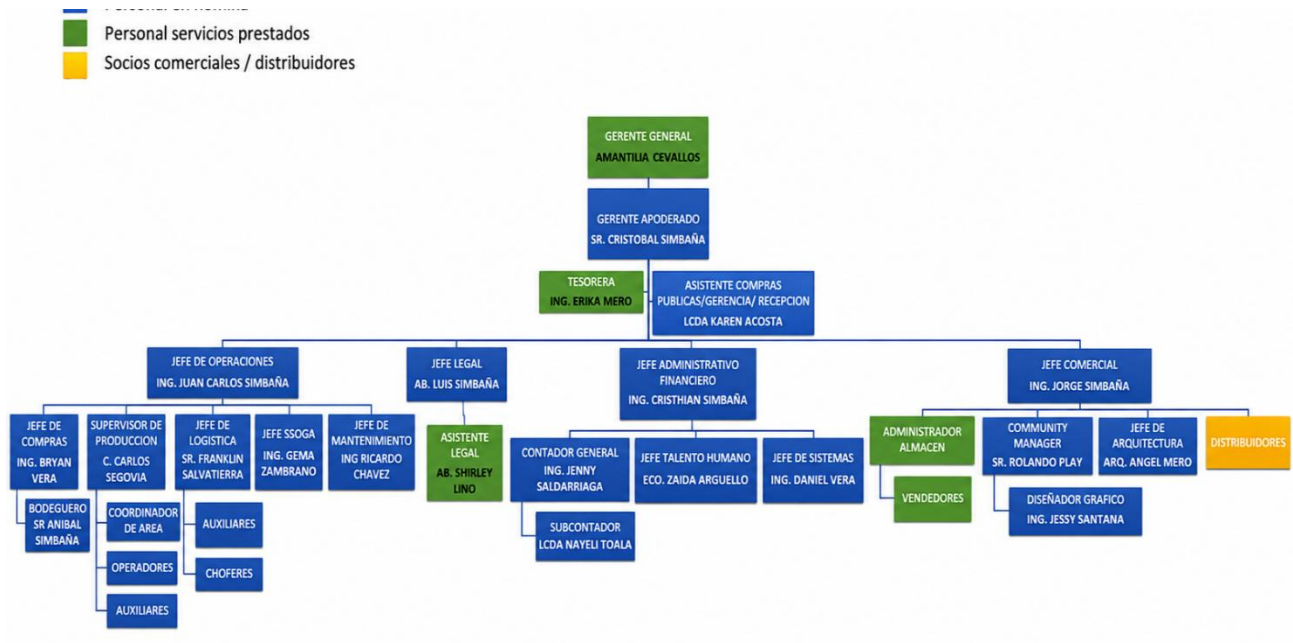
### *Ubicación de la compañía*



*Nota:* Ubicación de la compañía

## Ilustración 2

### Organigrama jerárquico de la empresa



*Nota: Organigrama jerárquico de ONLY FACTORY S.A.*

### 2.1.1 Área de pintura (acabado – estructuras metálicas)

## Ilustración 3

### Área de pintura



*Nota: Área de pintura donde se puede visualizar el sistema de colgado.*

## **2.1.2 Flujograma descriptivo del proceso**

### **2.1.2.1 Recepción de productos semi elaborados**

Todos los productos que han sido ensamblados en el área de soldadura son transferidos a la siguiente etapa del proceso, correspondiente a pintura.

- Se realiza la verificación de la cantidad de productos recibidos, así como la inspección de su estado físico, asegurando que no presenten defectos como abolladuras, fallas de soldadura, o ausencia de componentes. Las piezas que cumplen con los requisitos de calidad son aceptadas, mientras que aquellas que presentan no conformidades son devueltas al área de metalmecánica para su corrección.
- Se procede al desbaste de cordón o puntos de soldadura que presentan exceso de material. Posteriormente, en caso necesario, las piezas son lijadas para su acabado. Si se identifican zonas con presencia de óxido, estas son tratadas con productos desoxidantes para garantizar superficies limpias y adecuadas para el proceso de pintura.
- La preparación de las piezas debe realizarse en volúmenes significativos, ya que esto permite optimizar el rendimiento y la eficiencia de la línea de aplicación de la pintura.

### **2.1.2.2 Preparación de la línea de pretratamiento con fosfato de hierro.**

- Se controla la calidad de agua a utilizar, evaluando parámetros.
- Se procede al llenado de las tinas de almacenamiento, de acuerdo con la capacidad establecida para cada una de ellas.
- Se enciende la caldera, la cual mediante transferencia de calor eleva la pintura del agua hasta el nivel requerido para la posterior dosificación de productos químicos.
- Se realiza la dosificación de químicos en las tinas de desengrase, fosfatado y sellado. Una vez incorporados, se efectúan titulaciones en cada una de las soluciones para asegurar que las concentraciones sean las correctas.

- Se activa el sistema de aspersión.
- Finalizada la preparación del sistema, se pone en marcha la cadena transportadora, dando inicio al colgado de las piezas en la línea. El tiempo de recorrido desde el colgado hasta la cabina de pintura permite la adecuada preparación de la cabina y que el horno de curado alcance la temperatura óptima de operación.

#### **2.1.2.3 Preparación del túnel de secado.**

- Se verifica el nivel de GLP disponible para el proceso.
- Se abre la válvula de suministro de GLP y se enciende el horno.
- Se comprueba el correcto funcionamiento de los quemadores y de las cortinas de aire.

#### **2.1.2.4 Preparación de la cabina de aplicación de pintura electrostática**

- El personal operativo utiliza el equipo de protección personal correspondiente, incluyendo trajes y mascarillas. Se inspecciona el funcionamiento adecuado del sistema de extracción de aire. Se realiza la carga de pintura en los tanques de almacenamiento, respetando su capacidad máxima.
- Se ajustan los niveles de aire y suministro de pintura en las pistolas de aplicación, verificando la correcta adherencia del recubrimiento, lo cual evidencia una adecuada conexión a tierra asociada a la cadena transportadora.
- Una vez completada la preparación, los operarios se ubican estratégicamente para aplicar la pintura a las piezas durante su paso por la cabina.

#### **2.1.2.5 Preparación del horno curado**

- Se revisa el nivel de GLP disponible para la operación.
- Se abre la válvula de suministro y se procede al encendido del horno.

- Se verifica el correcto encendido de los quemadores y el funcionamiento de las cortinas de aire.
- Se monitorea que el horno alcance la temperatura requerida para garantizar un proceso de curado eficiente.

#### **2.1.2.6 Recorrido general de las piezas en la línea de pintura**

- Las piezas son suspendidas en la cadena transportadora, actividad que puede ser realizada por una o dos personas según el tamaño de las mismas.
- Posteriormente, las piezas ingresan al túnel de pretratamiento, donde son sometidas a un sistema de aspersión que realiza el proceso de desengrase, enjuague, fosfatizado, nuevo enjuague y sellado.
- Luego, las piezas continúan hacia el túnel de secado, donde se elimina completamente la humedad mediante la aplicación de temperatura controlada.
- Seguidamente, ingresan a la cabina de pintura, donde se aplica el recubrimiento mediante equipos electrostáticos operados por dos personas.
- Después de la aplicación de la pintura, las piezas avanzan hacia el horno del curado, donde se someten a temperaturas entre 180 °C y 200°C, permitiendo la fusión y adherencia del recubrimiento.
- Finalmente, las piezas salen del horno y son retiradas de la cadena por uno o dos operarios, dependiendo de su tamaño, para ser ubicadas en el área de ensamblaje. Ensamblado e instalación de complementos.
- Se corrigen pequeñas imperfecciones en la pintura que puedan presentarse en zonas de difícil acceso, utilizando pintura líquida como retoque.
- En el área de ensamblaje se integran todas las partes del producto y se instalan los accesorios correspondientes, como cerraduras, rieles,

manijas y niveladores, dejando el producto listo para su despacho a la BPT.

- Finalmente, los productos ensamblados son despachados hacia la BPT, previa inspección de calidad que garantiza que se encuentren en óptimas condiciones.

### **2.1.3 Análisis de tiempos y movimientos del proceso de colgado**

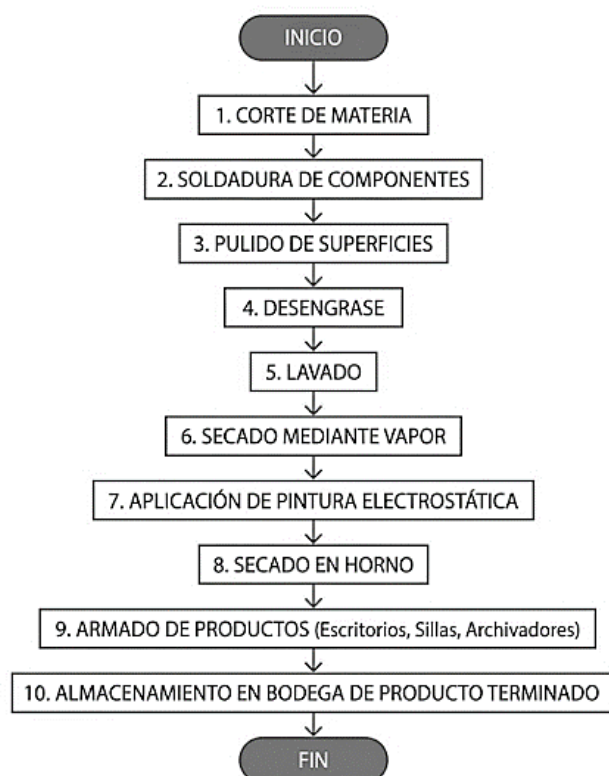
Con la finalidad de evaluar el impacto del sistema de colgado sobre la productividad y la calidad del proceso, se realizó un análisis de los tiempos y movimientos involucrados en la fabricación y tratamiento superficial de las piezas metálicas.

Este estudio refleja el cálculo el tiempo promedio de cada actividad a partir de las 50 observaciones realizadas. Posteriormente, se determinó el tiempo normal mediante la aplicación del factor de calificación del desempeño del operario. Para el presente estudio se consideró un factor de calificación del 100 %, equivalente a un factor de 1,00. Finalmente, se incorporaron los suplementos o tolerancias establecidos para compensar las condiciones inevitables asociadas al desarrollo de las actividades, obteniendo así el tiempo estándar.

De acuerdo con la información proporcionada por el personal de producción, el flujo de fabricación sigue la siguiente secuencia.

## Ilustración 4

### Flujo de fabricación



*Nota: Elaboración propia.*

Durante el desarrollo de la presente investigación se analizó el proceso de pintura utilizado en la empresa Only Factory S.A., dedicada a la fabricación de escritorios, sillas y archivadores metálicos. Aunque la producción de estos artículos comprende varias etapas, entre ellas el corte de materia prima, soldadura, pulido, tratamiento superficial, pintura, ensamble y almacenamiento, el estudio se centró exclusivamente en las operaciones relacionadas con el sistema de colgado de la línea de pintura, debido a que constituye el elemento principal del proyecto de rediseño.

Se determinó que el sistema de colgado cumple una función fundamental dentro del proceso productivo, ya que permite transportar piezas de manera continua a través de las diferentes etapas de tratamiento y acabado superficial. Una vez que los productos son suspendidos mediante ganchos y fijados a la cadena transportadora, permanecen sujetos al mismo mecanismo durante todo el recorrido de la línea de pintura.

Por esta razón, el análisis se inició desde el momento en que las piezas son colocadas en el sistema de colgado para ingresar al proceso de tratamiento superficial. A partir de este punto, los productos atraviesan secuencialmente las operaciones de lavado, secado mediante vapor, aplicación de pintura electrostática y curado en horno. Cada una de estas actividades depende directamente del correcto funcionamiento del sistema de transporte, por lo que cualquier deficiencia en su diseño puede afectar la productividad de la línea, incrementar los tiempos de proceso y comprometer la calidad del acabado final de las piezas.

Para el desarrollo de estudio de tiempos y movimientos, se estableció como límite inicial el colgado de los productos en la cadena de transportadora y como límite final la salida de las piezas del horno de curado. Las actividades posteriores, tales como el retiro de los productos de la línea, el ensamblaje de escritorios, sillas y archivadores, así como su almacenamiento en bodega, quedaron excluidas del alcance la investigación, debido a que se ejecutan fuera de la operación directa del sistema de colgado que se pretende rediseñar.

La investigación se enfoca específicamente en evaluar las condiciones actuales del funcionamiento del sistema de colgado, identificar las causas que generan ineficiencias en el proceso y proponer mejoras que contribuyan a optimizar el desempeño de la línea de pintura.

### 2.1.3.1 Cursograma analítico del proceso de la silla apilable



| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO                                                                                                                                                                                                              |  |  |                                                                                                                                                                                                                                           |            |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|
| Hoja N°: <u>  1  </u> De: <u>  1  </u> Diagrama N°: <u>  1  </u>                                                                                                                                                                              |  |  | <div style="display: flex; justify-content: space-between; border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span>Operar.</span> <span style="background-color: #90EE90; padding: 0 5px;">x</span> <span>Mater.</span> <span>Maqui.</span> </div> |            |                       |
| Proceso: Lavado, secado mediante vapor, pintura electrostática, secado en horno y traslado entre etapas.                                                                                                                                      |  |  | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                   |            |                       |
| Fecha: 28 de junio del 2026                                                                                                                                                                                                                   |  |  | SÍMBOLO                                                                                                                                                                                                                                   | ACTIVIDAD  | Act.    Pro.    Econ. |
| El estudio inicia: Ingreso de materia prima<br>Método: Actual: <u>  x  </u> Propuesto: <u>      </u><br>Producto: Silla apilable<br>Nombre del operario: Varios Operadores<br>Elaborado por: Alberto Josué Molina Palma<br>Tamaño del Lote: 1 |  |  | ●                                                                                                                                                                                                                                         | Operación  | 4    -    -           |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | ➡                                                                                                                                                                                                                                         | Transporte | 1    -    -           |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | ■                                                                                                                                                                                                                                         | Inspección | 0    -    -           |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | ◐                                                                                                                                                                                                                                         | Espera     | 0    -    -           |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | ▼                                                                                                                                                                                                                                         | Almacenaje | 0    -    -           |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | Total de Actividades realizadas                                                                                                                                                                                                           |            | 5                     |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | Distancia total en metros                                                                                                                                                                                                                 |            | 12                    |
|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  | Tiempo min/hombre                                                                                                                                                                                                                         |            | 25,19                 |

| NÚMERO                | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | Cantidad | Distancia (metros) | Tiempo (min) | SÍMBOLOS PROCESOS |   |   |   |   |
|-----------------------|-------------------------|----------|--------------------|--------------|-------------------|---|---|---|---|
|                       |                         |          |                    |              | ●                 | ➡ | ■ | ◐ | ▼ |
| 1                     | Lavado                  | 1        |                    | 1,19         | ●                 |   |   |   |   |
| 2                     | Secado mediante vapor   | 1        |                    | 2,00         | ●                 |   |   |   |   |
| 3                     | Pintura electrostática  | 1        |                    | 1,00         | ●                 |   |   |   |   |
| 4                     | Secado en horno         | 1        |                    | 1,00         | ●                 |   |   |   |   |
| 5                     | Traslado entre etapas   | 1        | 12                 | 20,00        | ●                 | ➡ |   |   |   |
|                       |                         |          |                    |              |                   |   |   |   |   |
|                       |                         |          |                    |              |                   |   |   |   |   |
|                       |                         |          |                    |              |                   |   |   |   |   |
| Tiempo Minutos: 25,19 |                         | m        | 12                 | 25,19        | min               |   |   |   |   |

El análisis del cursograma analítico permitió establecer que el proceso de fabricación de la silla apilable está compuesto por un total de cinco actividades cuatro de operaciones y una de transporte. Durante el estudio no se identificaron actividades de inspección, espera ni almacenamiento, lo que evidencia un flujo del proceso productivo.

Estos resultados evidencian que el transporte entre distintas estaciones constituye el factor que más influye en el desempeño del proceso, por lo que su optimización permitiría reducir tiempos improductivos, mejorar el flujo de producción e incrementar la eficiencia en la fabricación de la silla apilable.

| SÍMBOLO                                                                           | ACTIVIDAD  | Act.  | Pro. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------|
|  | Operación  | 4     |      |
|  | Transporte | 1     |      |
|  | Inspección | 0     |      |
|  | Espera     | 0     |      |
|  | Almacenaje | 0     |      |
| Total de Actividades realizadas                                                   |            | 5     |      |
| Distancia total en metros                                                         |            | 12    |      |
| Tiempo min/hombre                                                                 |            | 25,19 |      |

### 2.1.3.2 Estudio de tiempo y movimiento de la silla apilable

Para medir el tiempo de operación de cada actividad de un proceso se utiliza un cronometro para una exactitud de tiempo de esta manera podemos disminuir el margen de error. Vamos a tomar 10 tiempos por cada operación, vamos a obtener un tiempo estándar con una valoración de rapidez del operador. Vamos a tomar 10 tiempos por cada operación, vamos a obtener tiempo estándar con una valoración de rapidez del operador un tiempo estándar con una valoración de rapidez del operador.

| ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS - SISTEMA DE COLGADO |            |                                        |       |       |        |          |              |               |            |                 |
|-------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|-------|-------|--------|----------|--------------|---------------|------------|-----------------|
| PROCESO: SILLA APILABLE - ONLY FACTORY S.A.           |            |                                        |       |       |        |          |              |               |            |                 |
| Actividad                                             | tiempo/uni | Tiempo / 50 unidades por observaciones |       |       |        |          |              |               |            |                 |
|                                                       |            | 01                                     | 02    | 03    | 04     | 05       | 06           | 07            | 08         | 09              |
| Lavado                                                | 1,19       | 8,16                                   | 8,69  | 7,83  | 7,41   | 7,52     | 8,46         | 8,67          | 8,05       | 7,86            |
| Secado mediante vapor                                 | 2          | 10,09                                  | 9,08  | 9,1   | 9,1    | 9,1      | 9,98         | 10,99         | 10,52      | 10,97           |
| Pintura electrostática                                | 1          | 13,98                                  | 16,45 | 15,09 | 15,36  | 15,19    | 16,43        | 16,33         | 15,97      | 15,16           |
| Secado en horno                                       | 1          | 15,49                                  | 16,03 | 14,37 | 16,45  | 14,5     | 16,28        | 13,85         | 14,43      | 14,54           |
| Traslado entre etapas                                 | 20         | 18,2                                   | 19,13 | 19,73 | 19,35  | 21,72    | 19,11        | 18,4          | 20,69      | 19,27           |
|                                                       |            | 08                                     | 09    | 010   | Suma   | Promedio | Rendimiento% | Tiempo Normal | Tolerancia | Tiempo Estándar |
|                                                       |            | 8,05                                   | 7,86  | 7,6   | 80,25  | 8,03     | 100          | 8,03          | 0,803      | 8,833           |
|                                                       |            | 10,52                                  | 10,97 | 9,81  | 98,74  | 9,87     | 100          | 9,87          | 0,987      | 10,857          |
|                                                       |            | 15,97                                  | 15,16 | 14,03 | 153,99 | 15,4     | 100          | 15,4          | 1,54       | 16,94           |
|                                                       |            | 14,43                                  | 14,54 | 16,05 | 151,99 | 15,2     | 100          | 15,2          | 1,52       | 16,72           |
|                                                       |            | 20,69                                  | 19,27 | 21,59 | 197,19 | 19,72    | 100          | 19,72         | 1,972      | 21,692          |

El estudio de tiempos realizado en el proceso de fabricación de la silla apilable permitió identificar la duración de cada etapa mediante diez observaciones por actividad. Los resultados muestran que el lavado presentó el menor tiempo estándar con 8,83 minutos, seguido del secado mediante vapor con 10,86 minutos.

Las operaciones de pintura electrostática y secado en horno registraron tiempos estándar de 16,94 minutos y 16,72 minutos, respectivamente, evidenciando una alta participación en el tiempo total del proceso productivo.

Por otra parte, la actividad de traslado entre etapas alcanzó el mayor tiempo estándar con 21,69 minutos, convirtiéndose en la operación más crítica del proceso. Este resultado indica que una parte importante del tiempo total se destina al movimiento de materiales, actividad que no agrega valor al producto final.

Los datos obtenidos justifican la necesidad de rediseñar el sistema de colgado en Only Factory S.A., ya que una mejora en este sistema podría reducir los tiempos de traslado, optimizar el flujo de producción e incrementar la eficiencia operativa de la línea de fabricación de sillas apilable.

### 2.1.3.3 Cursograma analítico del proceso del escritorio Rev

[illegible]

#### 2.1.3.4 Análisis del cursograma del Escritorio Rey

El análisis del cursograma analítico permitió determinar que el proceso de fabricación del Escritorio Rey está conformado por cinco actividades, distribuidas en cuatro operaciones y una actividad de transporte, sin evidenciarse actividades de inspección, espera o almacenamiento. De manera que se estableció un tiempo total de 28,30 minutos por unidad, siendo el traslado entre etapas la actividad que presenta la mayor incidencia en el proceso, con un tiempo de 20,00 minutos.

Estos resultados evidencian que el transporte entre las diferentes etapas representa el principal factor que influye en la eficiencia del proceso, por lo que

su optimización permitiría mejorar el flujo de producción y reducir el tiempo total de fabricación.

| SÍMBOLO                                                                           | ACTIVIDAD  | Act.  | Pro. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------|
|  | Operación  | 4     |      |
|  | Transporte | 1     |      |
|  | Inspección | 0     |      |
|  | Espera     | 0     |      |
|  | Almacenaje | 0     |      |
| Total de Actividades realizadas                                                   |            | 5     |      |
| Distancia total en metros                                                         |            | 12    |      |
| Tiempo min/hombre                                                                 |            | 28,30 |      |

#### 2.1.3.5 Estudio de tiempos y movimiento del escritorio Rey

| ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS - SISTEMA DE COLGADO |            |                                        |       |          |               |               |                |                 |       |       |
|-------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|-------|----------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-------|-------|
| PROCESO: ESCRITORIO REY - ONLY FACTORY S.A.           |            |                                        |       |          |               |               |                |                 |       |       |
| Actividad                                             | tiempo/uni | Tiempo / 25 unidades por observaciones |       |          |               |               |                |                 |       |       |
|                                                       |            | 01                                     | 02    | 03       | 04            | 05            | 06             | 07              | 08    | 09    |
| Lavado                                                | 1,3        | 7,25                                   | 7     | 6,89     | 6,87          | 7,31          | 7,26           | 7,09            | 7,32  | 7,07  |
| Secado mediante vapor                                 | 2          | 7,79                                   | 8,21  | 7,92     | 7,63          | 8,37          | 7,66           | 8,36            | 7,9   | 7,97  |
| Pintura electrostática                                | 2          | 20,14                                  | 19,39 | 19,5     | 19,77         | 20,48         | 19,16          | 19,32           | 20,4  | 19,9  |
| Secado en horno                                       | 3          | 19,02                                  | 20,11 | 20,83    | 20,43         | 20,75         | 20,18          | 20,11           | 19,46 | 19,03 |
| Traslado entre etapas                                 | 20         | 20,88                                  | 20,67 | 20,16    | 20,02         | 19,03         | 19,73          | 20,8            | 19,69 | 19,13 |
|                                                       |            | 010                                    | Suma  | Promedio | Rendimiento % | Tiempo Normal | Tolerancia 10% | Tiempo Estándar |       |       |
|                                                       |            |                                        | 6,93  | 70,99    | 7,1           | 100           | 7,1            | 0,71            | 7,81  |       |
|                                                       |            |                                        | 8,04  | 79,85    | 7,98          | 100           | 7,98           | 0,8             | 8,78  |       |
|                                                       |            |                                        | 20,97 | 199,03   | 19,9          | 100           | 19,9           | 1,99            | 21,89 |       |
|                                                       |            |                                        | 20,26 | 200,18   | 20,02         | 100           | 20,02          | 2               | 22,02 |       |
|                                                       |            |                                        | 19,25 | 199,36   | 19,94         | 100           | 19,94          | 1,99            | 21,93 |       |

Para el desarrollo del presente estudio se empleó un cronometro digital, permitiendo registrar con precisión el tiempo de ejecución de las operaciones y disminuir el margen de error durante la toma de datos. Con el propósito de

obtener resultados confiables, se realizaron diez observaciones consecutivas para cada una de las actividades realizadas, correspondientes al sistema de colgado del proceso de pintura del escritorio Rey.

El estudio de tiempos realizado en el proceso de fabricación del Escritorio Rey permitió determinar la duración estándar de las principales actividades correspondientes al sistema de colgado durante la etapa de pintura, mediante el registro de diez observaciones por cada operación.

Los resultados obtenidos en el estudio de tiempo y movimiento muestran que las operaciones de lavado (7,81 minutos) y secado mediante vapor (8,78 minutos) requieren el menor tiempo de ejecución. Mientras que la aplicación de pintura (21,93 minutos), el secado en horno (22,02 minutos) y el traslado entre etapas (21,93) representan las actividades con mayor duración dentro del proceso productivo.

### 2.1.3.6 Cursograma analítico del proceso del archivador de cuatro cajones



### 2.1.3.7 Análisis del cursograma del archivador de cuatro cajones.

El análisis del cursograma analítico permitió establecer que el proceso de fabricación del archivador de cuatro cajones está conformado por cinco actividades, distribuidas en cuatro operaciones y una actividad de transporte. Durante el estudio no se evidenciaron actividades de inspección, espera ni almacenamiento, lo que refleja un flujo continuo en el proceso productivo.

| SÍMBOLO                                                                           | ACTIVIDAD  | Act.  | Pro. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------|
|  | Operación  | 4     |      |
|  | Transporte | 1     |      |
|  | Inspección | 0     |      |
|  | Espera     | 0     |      |
|  | Almacenaje | 0     |      |
| Total de Actividades realizadas                                                   |            | 5     |      |
| Distancia total en metros                                                         |            | 12    |      |
| Tiempo min/hombre                                                                 |            | 29,00 |      |

#### 2.1.3.8 Estudio de tiempo del archivador de 4 cajones.

| ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS - SISTEMA DE COLGADO |            |                                        |          |               |             |               |                 |       |       |       |
|-------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|----------|---------------|-------------|---------------|-----------------|-------|-------|-------|
| PROCESO: ARCHIVADOR DE 4 CAJONES - ONLY FACTORY S.A.  |            |                                        |          |               |             |               |                 |       |       |       |
| Actividad                                             | tiempo/uni | Tiempo / 25 unidades por observaciones |          |               |             |               |                 |       |       |       |
|                                                       |            | 01                                     | 02       | 03            | 04          | 05            | 06              | 07    | 08    | 09    |
| Lavado                                                | 2          | 9,88                                   | 9,62     | 9,52          | 10,11       | 10,43         | 10,23           | 9,55  | 10,17 | 10    |
| Secado mediante vapor                                 | 2          | 13,47                                  | 14,2     | 14,66         | 13,8        | 13,46         | 14,08           | 14,59 | 13,36 | 13,45 |
| Pintura electrostática                                | 2          | 19,44                                  | 19,93    | 19,26         | 20,83       | 19,22         | 19,5            | 19,83 | 20,56 | 20,05 |
| Secado en horno                                       | 3          | 20,29                                  | 20,31    | 19,8          | 19,19       | 20,5          | 19,56           | 19,93 | 19,85 | 19,9  |
| Q10                                                   |            | Suma                                   | Promedio | Rendimiento % | Tiempo Norm | Tolerancia 10 | Tiempo Estándar |       |       |       |
|                                                       |            | 10,05                                  | 99,56    | 9,96          | 100         | 9,96          | 1               | 10,96 |       |       |
|                                                       |            | 14,04                                  | 139,11   | 13,91         | 100         | 13,91         | 1,39            | 15,3  |       |       |
|                                                       |            | 20,6                                   | 199,22   | 19,92         | 100         | 19,92         | 1,99            | 21,91 |       |       |
|                                                       |            | 20,99                                  | 200,32   | 20,03         | 100         | 20,03         | 2               | 22,03 |       |       |

El estudio de tiempos se desarrolló con la finalidad de establecer el tiempo estándar requerido para la ejecución de las principales actividades del sistema de colgado durante el proceso de fabricación del Archivador de cuatro cajones. Para ello se utilizó un cronometro digital que permitió registrar con precisión la duración de cada operación y reducir su margen de error

Para garantizar la efectividad de los resultados se realizaron diez observaciones consecutivas por cada actividad registrando posteriormente el tiempo correspondiente.

El estudio de tiempo y movimiento permitió determinar la duración estándar de las principales actividades del sistema de colgado del archivador de cuatro cajones. Se identificó que el lavado presentó el menor tiempo estándar (10,96 minutos) mientras que la aplicación de pintura (21,91 minutos) y el secado en horno (22,03 minutos) fueron las actividades con mayor duración.

Estos resultados evidencian que la optimización del sistema de colgado puede mejorar el flujo del proceso, reducir tiempos improductivos e incrementar eficiencia operativa.

#### **2.1.4 Diagnóstico del estado actual del sistema de colgado**

La empresa trabaja principalmente con tres productos de alta demanda: las sillas apilables, escritorio Rey, y los archivadores de cuatro gavetas. Debido a los costos operativos asociados al funcionamiento de la línea de pintura, la producción se realiza en lotes mínimos de cincuenta y veinticinco unidades dependiendo del producto.

El sistema de colgado forma parte de una secuencia productiva compuesta por las etapas de corte, soldadura, pulido, desengrase, lavado, secado y pintura electrostática. Durante el recorrido por la línea de pretratamiento, las piezas permanecen suspendidas en el sistema de colgado mientras reciben los tratamientos necesarios para garantizar una adecuada adherencia de la pintura.

##### **2.1.4.1 Caracterización del sistema de colgado actual**

El sistema de colgado utilizado en la línea de pintura está conformado por elementos de sujeción convencionales suspendidos desde el sistema de transporte existente. Estos elementos permiten mantener las piezas metálicas

suspendidas durante su desplazamiento a través de las etapas de pretratamiento, secado, aplicación de pintura electrostática y curado.

Durante la observación directa del proceso se identificó que la colocación de las piezas se realiza manualmente y requiere la participación de dos operarios para los productos analizados. La operación consiste en manipular la pieza, posicionarla respecto al elemento de sujeción y asegurar su estabilidad antes de iniciar el recorrido por la línea.

El sistema de transporte y la infraestructura principal de la línea se mantienen como elementos existentes del proceso, por lo que el diagnóstico se concentra en las condiciones de operación del sistema de colgado y, particularmente, en la interacción entre el operario, la pieza y el elemento de sujeción.

#### **2.1.4.2 Caracterización del elemento de sujeción actual**

El sistema actual utiliza elementos de sujeción convencionales suspendidos individualmente desde el sistema de transporte. Estos elementos cumplen la función de sostener las piezas durante el desplazamiento por la línea; sin embargo, su configuración no incorpora un mecanismo específico que facilite la orientación de las piezas una vez suspendidas.

Esta característica adquiere mayor relevancia en productos de dimensiones superiores, debido a que su manipulación requiere coordinación entre los operarios para posicionar adecuadamente la pieza y garantizar su estabilidad antes y durante el recorrido.

**Tabla 11***Condición actual de sistema de colgado*

| <b>Característica</b>               | <b>Condición actual</b>                 |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Tipo de sujeción</i>             | Gancho convencional                     |
| <i>Conexión</i>                     | Suspensión al sistema de transporte     |
| <i>Manipulación</i>                 | Manual                                  |
| <i>Orientación de la pieza</i>      | Manual                                  |
| <i>Infraestructura utilizada</i>    | Riel y ganchos existentes               |
| <i>Productos analizados</i>         | Silla, escritorio Rey y archivador      |
| <i>Operarios durante el colgado</i> | 2                                       |
| <i>Mecanismo de giro</i>            | No dispone                              |
| <i>Adaptabilidad</i>                | Dependiente de la geometría de la pieza |
| <i>Intervención estructural</i>     | No aplica                               |

*Nota: Elaboración propia.*

### **2.1.5 Análisis de la intervención del operario en el sistema de colgado.**

El sistema de colgado constituye una de las etapas más importantes dentro de la línea de pretratamiento y pintura electrostática de la empresa Only Factory S.A, debido a que representa el punto inicial en el recorrido de las piezas mediante las diferentes fases del proceso productivo, aunque el sistema de transporte se encuentre estandarizado de manera continua, la colocación de las piezas depende de la intervención de los operarios encargados del área. La participación del operario resulta determinante para garantizar la continuidad del flujo productivo, debido a que una colocación incorrecta de los productos puede generar retrasos, afectaciones en el acabado de pintura y en la calidad. De manera que la manipulación constante de los productos con diferentes dimensiones y pesos implica la realización de movimientos repetitivos y esfuerzos físicos que pueden influir en el desempeño general de la operación.

Con el propósito de cuantificar la participación del personal dentro del sistema de colgado se realizó una estimación de los tiempos promedios requeridos para efectuar la actividad de levantamiento y colocación de los productos analizados en la presente investigación.

**Tabla 12**

*Tiempo promedio requerido para el colgado de los productos*

| <b>Producto</b>                     | <b>Num. de operarios</b> | <b>Tiempo prom. colgado (s)</b> | <b>Observación</b>                                              |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Silla apilable</i>               | 2                        | 7                               | Manipulación rápida debido a sus dimensiones reducidas          |
| <i>Escritorio Rey</i>               | 2                        | 12                              | Requiere coordinación entre dos operarios por su tamaño.        |
| <i>Archivador de cuatro cajones</i> | 2                        | 10                              | Necesita levantamiento en conjunto para facilitar su colocación |

*Nota:* Elaboración propia mediante observación directa del proceso productivo.

La operación de colgado requiere actualmente la participación de dos operarios para los tres productos analizados, independientemente de las diferencias existentes en sus características dimensionales y de manipulación. Los resultados obtenidos muestran que el tiempo requerido para realizar el colgado aumenta debido a las dimensiones o el tamaño de las piezas. La silla apilable presenta un menor tiempo de manipulación debido a que puede ser levantada y colocada por un solo operario sin presentar alguna dificultad. Por otro lado, el escritorio rey y el archivador de cuatro cajones requiere la participación de dos operarios debido a su tamaño y dimensiones y la necesidad

de mantener la estabilidad de la estructura durante su debido posicionamiento sobre el sistema de colgado.

Además del tiempo requerido para realizar dicha actividad, es importante considerar el esfuerzo físico relacionado con la manipulación manual de los productos. Para ello, se realizó una estimación de los pesos promedio correspondientes a cada uno de los productos analizados.

**Tabla 13**

*Peso aproximado de los productos analizados en el sistema de colgado*

| <b>Producto</b>                     | <b>Peso aproximado (Kg)</b> | <b>Tipo de manipulación</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <i>Silla apilable</i>               | 3,3                         | Individual                  |
| <i>Escritorio Rey</i>               | 30,0                        | Dos operarios               |
| <i>Archivador de cuatro cajones</i> | 35,0                        | Dos operarios               |

*Nota:* Los pesos corresponden a valores obtenidos de especificaciones técnicas de mobiliario metálico de características similares que se utilizaron con fines de análisis de manipulación manual.

Los datos presentados nos permiten evidenciar que el incremento del peso y dimensiones afectan directamente en el tiempo requerido para realizar el colgado y en el esfuerzo físico de los operarios. Esto justifica la necesidad de implementar acciones de mejoras orientadas a optimizar el método de trabajo, mejorar las condiciones para la ejecución de la actividad.

## **Ilustración 5**

*Visualización del tipo de gancho empleado*



*Nota:* Presenta el elemento de sujeción convencional empleado actualmente.

## **Ilustración 6**

*Operación de colgado del escritorio rey*



*Nota:* Muestra la operación de colgado del escritorio Rey

### **Limitaciones técnicas identificadas**

Durante el diagnóstico se determinó que el proceso completo de traslado de las piezas por la línea de pretratamiento requiere aproximadamente una o dos horas. En este periodo se ejecutan las etapas de lavado, secado mediante vapor y aplicación de pintura electrostática.

El funcionamiento de la línea implica elevados costos de operación, ya que el encendido del sistema representa una inversión aproximada de 600 dólares por ciclo de producción. Esta situación obliga a trabajar con lotes grandes para distribuir los costos entre una mayor cantidad de unidades producidas.

Al igual, se observó que el sistema actual fue diseñado para operar con cantidades elevadas de productos, lo que limita su flexibilidad para procesar lotes pequeños o pedidos especiales. Esta condición puede afectar la capacidad de respuesta de la empresa frente a requerimientos específicos de los clientes.

### **Limitaciones operativas identificadas**

Desde el punto de vista operativo, se evidenció que el proceso productivo involucra múltiples etapas consecutivas que dependen unas de otras. Cualquier retraso en una fase afecta directamente al flujo de producción completo.

La necesidad de producir un mínimo de cincuenta unidades genera periodos de espera hasta completar la cantidad requerida para iniciar el proceso de pintura. Esta situación puede ocasionar acumulación de inventarios en proceso y aumentar los tiempos de producción.

La duración del recorrido dentro de la línea de pretratamiento representa un factor que influye directamente en la productividad general del sistema, ya que cualquier ineficiencia en el colgado o distribución de las piezas repercute en el tiempo total del procesamiento.

## **Limitaciones relacionadas con la seguridad y ergonomía**

La observación del proceso permitió identificar que las actividades de manipulación, colocación y retiro de piezas requieren una participación constante de los operarios. Debido al peso y dimensiones de algunos productos metálicos, estas actividades pueden generar esfuerzos físicos repetitivos y posturas de trabajo pocos favorables.

La ausencia de un mecanismo giratorio en el elemento de suspensión puede generar la necesidad de manipular manualmente la pieza para modificar su orientación, situación que puede incrementar los esfuerzos físicos y los movimientos requeridos durante la operación.

El rediseño deberá considerar criterios ergonómicos orientados a reducir movimientos innecesarios y facilitar la orientación de las piezas durante su manipulación, especialmente en aquellos productos que presentan mayores dimensiones.

### **2.1.6 Hallazgos generales del diagnóstico operacional**

El estudio de tiempos y movimientos realizado en la empresa Only Factory S.A. permitió analizar que las etapas de lavado, secado mediante vapor, aplicación de pintura electrostática y secado en horno presentan tiempos estandarizados, por lo que no representan oportunidades de mejora. Por lo tanto, se identificó que el principal cuello de botella se encuentra en el sistema de colgado, donde la manipulación de las piezas o productos depende del desempeño de los operarios.

La utilización de un mismo concepto de gancho para productos con características geométricas y pesos diferentes constituye un aspecto que requiere ser analizado. Las condiciones de manipulación no son equivalentes entre una silla apilable de aproximadamente 3,3 kg y productos de mayor masa, como escritorios o archivadores, cuyo peso puede alcanzar aproximadamente 30 y 35 kg, respectivamente. Siendo así, debido al esquema y manejo de producción por lotes y la falta de un método estandarizado incrementan el

esfuerzo físico, el cansancio y las variaciones en los tiempos de la alimentación de la línea.

En base a los resultados obtenidos, la propuesta de mejora se orienta en optimizar el método de trabajo de los operarios mediante el rediseño del gancho dependiendo del tipo de producto a colgar para su pretratamiento. Debido a que la infraestructura principal de la línea constituye un sistema existente y su modificación implicaría mayores requerimientos técnicos y económicos, se considera de forma técnica orientar la alternativa de mejora hacia el elemento de suspensión.

## Capítulo 3

### 3.1 Propuesta de mejora

#### 3.1.1 Fundamentación de la propuesta

La propuesta de mejora se basa en el diagnóstico del sistema de colgado y en los estudios de tiempos y movimientos realizados en la empresa Only Factory S.A. En consecuencia, las oportunidades de mejora las podemos encontrar en la etapa de colgado, donde pudimos identificar el principal cuello de botella debido a la manipulación manual de las piezas. Con base a estos resultados, la propuesta plantea el rediseño del sistema de colgado mediante la incorporación de un elemento giratorio tipo ocho entre el sistema de transporte y el gancho de sujeción lo que permitirá a la pieza suspendida pueda orientarse mediante un movimiento de giro.

El rediseño se plantea considerando las condiciones existentes en la empresa y la necesidad de mantener operativa la infraestructura existente. Como valor agregado de la propuesta se complementa con la estandarización del método de trabajo, la reorganización del área, la distribución de funciones, la capacitación del personal y la implementación de pausas activas, como acciones viables para mejorar las condiciones ergonómicas, reducir esfuerzos, incrementar la eficiencia del sistema de colgado sin modificar la infraestructura.

#### Ilustración 7

*Simulación de como quedaría el sistema de colgado.*



*Nota: Simulación de como quedarían instalados los ganchos tipo ocho en conjunto con los ganchos convencionales en forma de S.*

### 3.1.2 Criterios de factibilidad para la propuesta

**Tabla 14**

*Criterios de factibilidad*

| <b>Criterio</b>                | <b>Condicionantes</b>                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Factibilidad técnica</i>    | Debe integrarse al sistema existente                     |
| <i>Factibilidad económica</i>  | Debe representar una intervención de bajo costo relativo |
| <i>Compatibilidad</i>          | No debe requerir modificación del riel ni cadena         |
| <i>Operación</i>               | Debe facilitar la orientación de las piezas              |
| <i>Ergonomía</i>               | Debe reducir la necesidad de manipulación directa        |
| <i>Seguridad</i>               | Debe garantizar sujeción estable                         |
| <i>Mantenimiento</i>           | Debe permitir inspección y sustitución                   |
| <i>Fabricación/adquisición</i> | Debe ser viable para la empresa                          |
| <i>Proceso de pintura</i>      | No debe interferir con el recorrido de las piezas        |

*Nota: Elaboración propia.*

Considerando que la modificación de los elementos estructurales de la línea representaría una intervención de mayor complejidad técnica y económica, el diagnóstico orienta la propuesta hacia una modificación localizada en el sistema de suspensión, manteniendo la infraestructura existente.

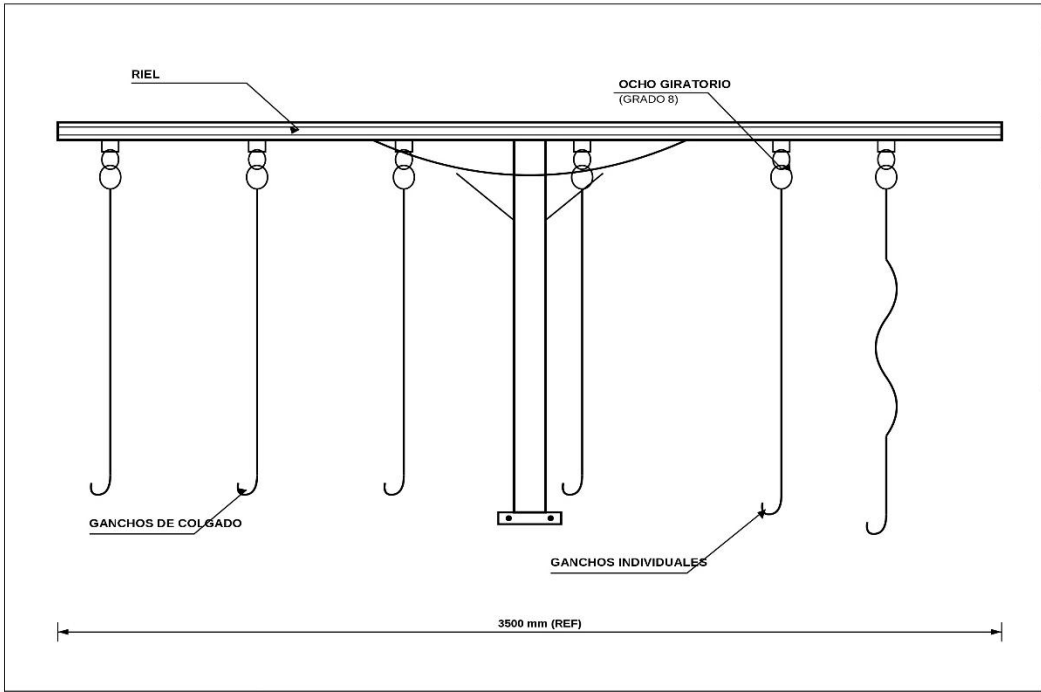
### **3.1.3 Desarrollo de la propuesta de mejora**

Con el objetivo de solucionar las problemáticas identificadas durante su diagnóstico, la propuesta se estructura en un rediseño en conjunto con acciones complementarias. Cada una responde a las causas que originan el cuello de botella identificado durante el proceso busca optimizar el desempeño de los operarios sin intervenir en la configuración técnica de la línea de producción, su implementación conjunta permitirá mejorar las condiciones de trabajo del personal, reducir movimientos, favorecer la continuidad del proceso y fortalecer la productividad del sistema de colgado.

3.1.3.1 Rediseño propuesto

REDISEÑO SISTEMA DE COLGADO DE ONLY FACTORY S.A.

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA



| ITEM | CANT.   | DESCRIPCIÓN DE COMPONENTE             | MATERIAL       |
|------|---------|---------------------------------------|----------------|
| 01   | 1 TRAMO | RIEL ESTRUCTURAL (PERFIL C/I)         | ACERO A36      |
| 02   | 1 EST.  | COLUMNA CENTRAL DE SOPORTE CON BASE   | ASTM A500      |
| 03   | 12 PZAS | OCHO GIRATORIO DE ALTA RESISTENCIA    | GRADO 8        |
| 04   | VAR.    | GANCHOS DE COLGADO ESTÁNDAR (VARILLA) | ACERO SAE 1020 |
| 05   | VAR.    | GANCHOS INDIVIDUALES Y ESPECIALES     | ACERO INOX 304 |

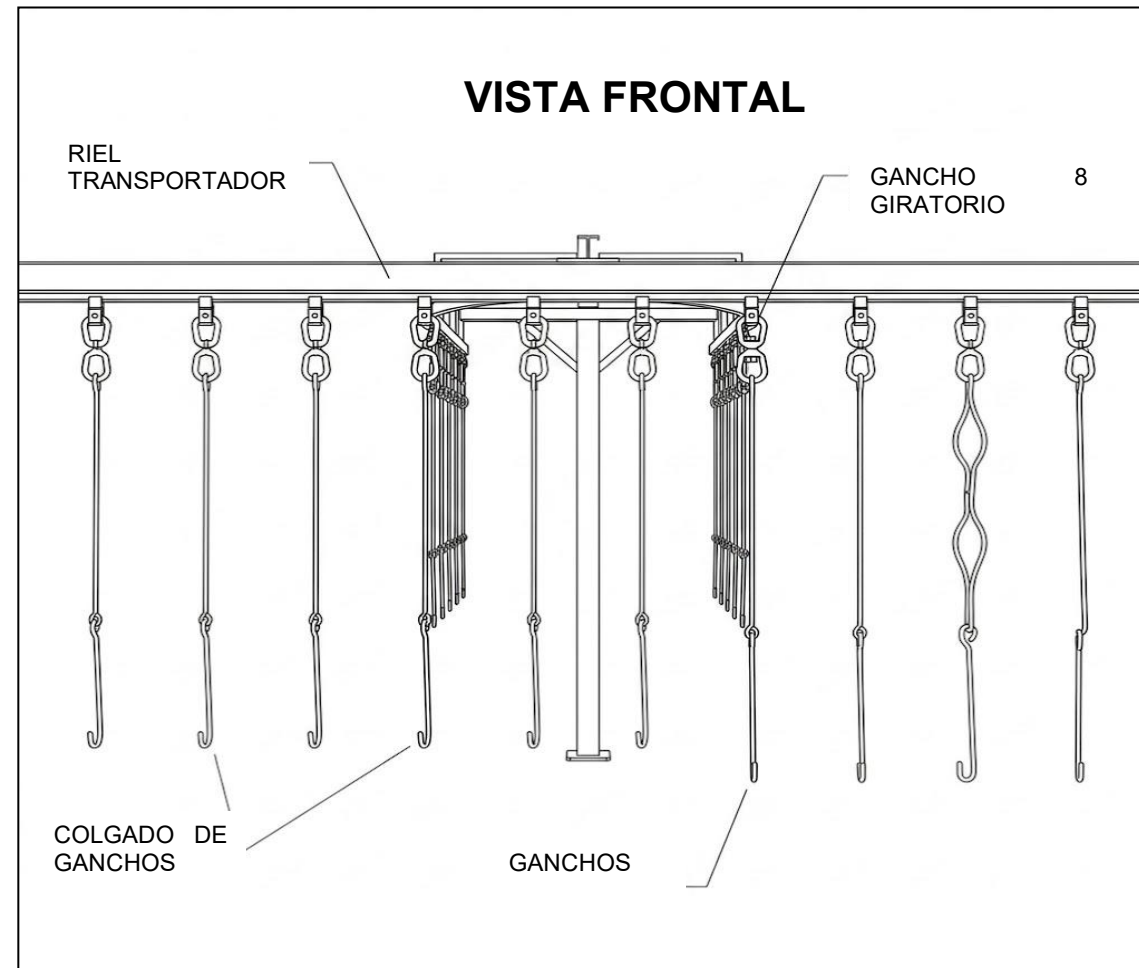
NOTAS TÉCNICAS Y DE FABRICACIÓN:

1. ACABADO SUPERFICIAL: LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA (SSPC-SP6) Y PINTURA EPÓXICA INDUSTRIAL.
2. LOS OCHOS GIRATORIOS DEBEN GARANTIZAR ROTACIÓN DE 360° SIN RESTRICCIÓN BAJO CARGA NOMINAL.
3. CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA POR GANCHO: 50 KG.
4. UNIDADES DE MEDIDA EXPRESADAS EN MILÍMETROS (mm) SALVO OTRA INDICACIÓN.

|                                                    |                                                                                |                                            |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| EMPRESA / DEPARTAMENTO<br><b>ONLY FACTORY S.A.</b> | TÍTULO DEL PROYECTO<br><b>REDISEÑO SISTEMA DE COLGADO DE ONLY FACTORY S.A.</b> | NÚMERO DE PLANO<br><b>PLN-MEC-2026-001</b> |
| DISEÑADO POR<br><b>MOLINA PALMA ALBERTO JOSUE</b>  | REVISADO POR                                                                   | APROBADO POR<br><b>GERENCIA DE PLANTA</b>  |
| FECHA<br><b>15/07/2026</b>                         | ESCALA<br><b>1:10</b>                                                          | FORMATO<br><b>A3</b>                       |

## Ilustración 8

*Vista frontal del rediseño del sistema de colgado*



*Nota: Sistema de colgado con la implementación del tipo de gancho giratorio*

### 3.1.3.1 Especificaciones técnicas del rediseño

**Tabla 15**

*Especificaciones técnicas del rediseño*

| <b>Parámetro</b>              | <b>Sistema actual</b> | <b>Propuesta</b>                     |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| <i>Elemento de suspensión</i> | Gancho convencional   | Gancho con elemento giratorio tipo 8 |
| <i>Giro</i>                   | No disponible         | Disponible                           |
| <i>Infraestructura</i>        | Existente             | Se conserva                          |
| <i>Manipulación</i>           | Manual                | Manual + orientación mediante giro   |
| <i>Aplicación</i>             | Todos los productos   | Prioridad productos grandes          |

*Nota:* Elaboración propia.

Como acciones complementarias al rediseño y lograr una correcta optimización se propone lo siguiente:

### 3.1.4 Estandarización del método de trabajo durante el proceso de colgado

Se propone elaborar un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE) para la actividad de colgado de piezas metálicas. El procedimiento deberá describir detalladamente la secuencia que los operarios deberán seguir antes, durante y después del colgado de cada producto, con el propósito de mejorar la ejecución de la actividad y eliminar movimientos inapropiados.

El procedimiento deberá describir detalladamente la secuencia que los operarios deberán seguir antes, durante y después del colgado de cada producto, con el propósito de mejorar la ejecución de la actividad y eliminar movimientos inapropiados.

El procedimiento deberá contemplar como mínimo las siguientes etapas:

**Tabla 16**

*Procedimiento operativo estandarizado para el sistema de colgado*

| <b>Etapas</b> | <b>Actividad</b>                                            | <b>Responsable</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1             | Recepción de la limpieza proveniente del área de soldadura. | Operario 1         |
| 2             | Inspección visual del producto                              | Operario 1         |
| 3             | Posicionamiento de ambos operarios en los puntos de agarre. | Operarios 1 y 2    |
| 4             | Levantamiento sincronizado de la estructura.                | Operarios 1 y 2    |
| 5             | Colocación de la pieza sobre el gancho correspondiente.     | Operario 2         |
| 6             | Verificación de estabilidad antes el ingreso a la línea.    | Operario 1         |
| 7             | Liberación de la pieza e inicio del recorrido               | Ambos              |

*Nota:* Elaboración propia

La implementación de este procedimiento permitirá que todos los trabajadores ejecuten la actividad utilizando la misma secuencia de trabajo, disminuyendo la variabilidad existente entre trabajadores y facilitando la capacitación de nuevo personal.

#### **3.1.4.1 Beneficios esperados**

La implementación del procedimiento operativo permitirá obtener los siguientes beneficios:

1. Uniformidad en la ejecución del proceso
2. Disminución de movimientos
3. Mejor coordinación entre los operarios.
4. Mayor facilidad para capacitar al nuevo personal

5. Reducción de errores durante el colgado

6. Mejor continuidad en la alimentación de la línea de pintura.

Así mismo, con el propósito de mejorar la coordinación entre ambos trabajadores, se propone establecer funciones específicas para cada operario durante el proceso de colgado.

**Tabla 17**

*Distribución propuesta de funciones*

| <b>Operario</b>   | <b>Funciones asignadas</b>                                                                                        |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Operario 1</i> | Recepción de la pieza, inspección visual, levantamiento inicial y posicionamiento                                 |
| <i>Operario 2</i> | Apoyo durante el levantamiento, colocación sobre el gancho, verificación de estabilidad y liberación de la pieza. |

*Nota:* Elaboración propia

La asignación de responsabilidades permitirá reducir tiempos improductivos derivados de la falta de coordinación y favorecerá un trabajo sincronizado durante la manipulación de los productos de mayor tamaño.

También facilitará la capacitación del personal nuevo y permitirá un procedimiento uniforme del trabajador que ocupe el cargo.

### **3.1.5 Programa de capacitación**

La capacitación constituye una herramienta fundamental para garantizar la correcta aplicación del procedimiento estandarizado propuesto.

Se plantea desarrollar un programa de formación dirigido al personal encargado del sistema de colgado, con el propósito de fortalecer los conocimientos relacionados con la manipulación manual de cargas, la coordinación operativa y la prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Dicho programa contempla sesiones teóricas prácticas desarrolladas dentro de la empresa, aprovechando las instalaciones existentes y evitando interrupciones prolongadas del proceso productivo.

**Tabla 18**

*Programa de capacitación propuesto*

| <b>Tema</b>                                    | <b>Objetivo</b>                                                | <b>Duración</b> |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Manipulación de cargas</i>                  | Reducir el esfuerzo físico durante el levantamiento de piezas. | 2 horas         |
| <i>Posturas ergonómicas</i>                    | Favorecer posiciones posturales.                               | 2 horas         |
| <i>Procedimiento estandarizado del colgado</i> | Uniformar la ejecución de actividades.                         | 3 horas         |
| <i>Coordinación entre operarios</i>            | Mejora de comunicación y sincronización del trabajo.           | 2 horas         |
| <i>Seguridad Industrial</i>                    | Apaciguar riesgos de accidentes e incidentes laborales.        | 2 horas         |

*Nota:* Elaboración propia.

La capacitación se debe ejecutar antes de implementar la propuesta y posteriormente realizar jornadas de actualización semestrales para reforzar los procedimientos establecidos.

### **3.1.6 Implementación de pausas activas**

La manipulación continua de estructuras metálicas genera una importante carga física sobre el sistema musculoesquelético de los trabajadores. Esta condición puede contraer la aparición de fatiga muscular cuando las actividades son ejecutadas durante largas jornadas de producción.

Como medida de prevención se propone implementar un programa de pausas activas dirigido al personal del sistema de colgado.

Estas pausas activas consistirán en ejercicios de movilidad articular, estiramientos y relajación muscular con una duración aproximada de ocho minutos cada dos horas de trabajo continuo.

**Tabla 19**

*Programa de pausas activas*

| <b>Actividad</b>                        | <b>Duración</b> |
|-----------------------------------------|-----------------|
| <i>Estiramiento de cuello y hombros</i> | 2 minutos       |
| <i>Movilidad de brazos y muñecas</i>    | 1 minuto        |
| <i>Estiramiento de espalda</i>          | 1minuto         |
| <i>Estiramientos de piernas</i>         | 2 minutos       |
| <i>Respiración y relajación</i>         | 2 minutos       |

*Nota:* Elaboración propia

La implementación de esta actividad nos permitirá reducir la fatiga física, mejorar el bienestar del trabajador y mantener un rendimiento constante durante la jornada laboral.

De forma general, se estima reducción de los movimientos inapropiados, una mejor coordinación entre los operarios y un incremento de la eficiencia de la etapa de colgado, contribuyendo al mantenimiento de un flujo continuo en la línea de producción.

### **3.1.7 Mejora del proceso**

Con base en los resultados obtenidos durante el estudio de tiempos y movimientos y en el diagnóstico realizado en el sistema de colgado, se identificó que la principal situación de mejora se centra en las actividades realizadas por el operario en el levantamiento manipulación y colocación de las piezas sobre la cadena transportadora. En las siguientes tablas podremos observar la relación de los cuellos botellas identificados, problemas ergonómicos, y las propuestas de mejora para optimizar el proceso.

**Tabla 20***Cuellos de botellas identificados y propuestas de mejoras*

| <b>Cuello de botella identificado</b>                                                                                                                                    | <b>Propuesta de mejora</b>                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manejo a mano de los elementos durante el proceso de suspensión, enfocándose especialmente en artículos más pesados como el escritorio rey y el archivador de 4 cajones. | Uniformizar el proceso laboral mediante la adopción de un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE), definir un orden consistente para la recogida y colocación de los componentes. |
| Inadecuada sincronización al elevar y situar estructuras de dimensiones más grandes.                                                                                     | Estableces tareas específicas a cada uno de los operarios para mejorar la coordinación durante el levantamiento, posicionamiento y colocación de las piezas sobre la                  |
| Escasa capacitación en los procedimientos de trabajo en cuanto al proceso.                                                                                               | Implementar un programa de Capacitación centrada en estandarización del método de trabajo, coordinación entre operarios y cumplimiento de los procesos establecidos.                  |

*Nota:* Elaboración propia.

**Tabla 21**

*Problemas ergonómicos identificados y propuestas de mejoras*

| <b>Problema ergonómico asociado</b>                                                                                                          | <b>Propuesta de mejora</b>                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sobreesfuerzo físico por el levantamiento manual de cargas, generando fatiga muscular en espalda, hombros y extremidades superiores          | Estandarizar el método de trabajo mediante un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE), incorporando técnicas adecuadas para la manipulación manual de piezas. |
| Manipulación repetitiva de las piezas durante la jornada laboral, acumulativa y riesgo de trastornos musculoesqueléticos                     | Implementar un programa de pausa activas con ejercicios de movilidad y estiramiento cada 2 horas de jornada laboral continua.                                     |
| Aplicación de técnicas inadecuadas para la manipulación manual de cargas.                                                                    | Desarrollar un programa de capacitación sobre manipulación con un periodo de frecuencia trimestral.                                                               |
| Condiciones de iluminación y ventilación mejorables en el área de colgado, que afectan el confort del trabajador durante la jornada laboral. | Mejorar progresivamente las condiciones de ventilación del área de trabajo para proporcionar un ambiente más seguro y confortable.                                |

---

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.1.8 Comparación del sistema actual y sistema propuesto**

Con la finalidad de determinar el efecto esperado de la incorporación del elemento giratorio tipo ocho, se establece una comparación entre las condiciones actuales del sistema de colgado y las condiciones esperadas después de la implementación del rediseño. La comparación considera el tiempo

de colgado, la capacidad teórica de procesamiento y las condiciones de manipulación de los productos analizados.

**Tabla 22**

**Proyección esperada después del rediseño**

| <b>Producto</b>             | <b>Tiempo actual</b> | <b>Tiempo proyectado</b> | <b>Reducción</b> | <b>Mejora</b> |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------|---------------|
| <i>Silla apilable</i>       | 7 s                  | 6 s                      | 1 s              | 14,29 %       |
| <i>Escritorio Rey</i>       | 12 s                 | 9 s                      | 3 s              | 25,00 %       |
| <i>Archivador 4 cajones</i> | 10 s                 | 8 s                      | 2 s              | 20,00 %       |

*Nota:* Elaboración propia.

La reducción proyectada proviene de:

- Menor necesidad de reposicionar la pieza;
- Facilidad para orientar el conjunto suspendido;
- Reducción de movimientos complementarios;
- Menor necesidad de coordinación para corregir la orientación;
- Estandarización del método.

Cálculo del % de mejora

$$Mejora (\%) = \frac{Tiempo\ actual - Tiempo\ proyectado}{Tiempo\ actual} \times 100$$

### **3.1.8.1 Cálculo teórico piezas/horas**

$$Capacidad = \frac{3600 (s)}{Tiempo\ de\ ciclo (s)}$$

### **3.1.8.1 Cálculo teórico % de reducción**

$$\% Reducción = \frac{T_{antes} - T_{despu\acute{e}s}}{T_{antes}} \times 100$$

### 3.1.8.1 Cálculo teórico incremento de la capacidad

$$\% Capacidad = \frac{C_{despu\acute{e}s} - C_{antes}}{C_{antes}} \times 100$$

**Tabla 23**

Comparación del sistema actual y sistema propuesto

| Producto                    | Tiempo actual (s) | Tiempo proyectado (s) | Reducción (s) | Reducción (%) | Cap. actual (piezas/h) | Cap. proyectada (piezas/h) | Incremento (%) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|---------------|------------------------|----------------------------|----------------|
| <i>Silla apilable</i>       | 7                 | 6                     | 1             | 14,29 %       | 514,29                 | 600,00                     | 16,67 %        |
| <i>Escritorio Rey</i>       | 12                | 9                     | 3             | 25,00 %       | 300,00                 | 400,00                     | 33,33 %        |
| <i>Archivador 4 cajones</i> | 10                | 8                     | 2             | 20,00 %       | 360,00                 | 450,00                     | 25,00 %        |

*Nota:* Elaboración propia a partir de los tiempos observados y escenario proyectado del sistema rediseñado.

Los resultados proyectados muestran una reducción del tiempo de colgado para los tres productos analizados. La mayor reducción se presenta en el escritorio Rey, pasando de 12 a 9 segundos, equivalente al 25,00 %, mientras que la silla apilable presenta una reducción de 14,29 % y el archivador de cuatro cajones de 20,00 %.

En términos de capacidad teórica de la operación de colgado, el escritorio Rey presenta el mayor incremento porcentual, pasando de 300 a 400 piezas por hora, equivalente a un incremento del 33,33 %. Para el archivador, la capacidad aumenta de 360 a 450 piezas por hora, mientras que para la silla apilable pasa de 514,29 a 600 piezas por hora.

Estos resultados corresponden a una proyección del comportamiento esperado del sistema rediseñado y deberán ser validados mediante una prueba piloto posterior a su implementación.

## **3.2 Factibilidad de la propuesta**

### **3.2.1 Factibilidad técnica**

La propuesta de rediseño del sistema de colgado presenta factibilidad técnica debido a que la modificación se concentra en el elemento de suspensión de las piezas, mediante la incorporación de un elemento giratorio tipo ocho, sin requerir modificaciones en la infraestructura principal de la línea de pintura.

La alternativa resulta técnicamente compatible con las condiciones actuales del proceso, particularmente porque responde a la necesidad identificada durante el diagnóstico de facilitar la manipulación de productos de mayores dimensiones, como el escritorio Rey y el archivador de cuatro cajones. Asimismo, antes de su implementación deberá verificarse que el elemento giratorio seleccionado presente una capacidad de carga adecuada para las piezas a transportar, además de condiciones de resistencia y seguridad compatibles con el funcionamiento de la línea.

### **3.2.2 Factibilidad operativa**

La propuesta presenta factibilidad operativa debido a que su implementación no modifica la secuencia general del proceso productivo ni los parámetros establecidos para las etapas de pretratamiento y pintura. La incorporación del elemento giratorio se realiza en el punto de suspensión de las piezas, por lo que las actividades posteriores continúan desarrollándose bajo las condiciones actuales de operación.

El sistema propuesto permite mantener el método general de colgado, incorporando la posibilidad de orientar las piezas mediante el giro del elemento de suspensión.

La instalación o sustitución de los elementos de suspensión podrá programarse durante períodos de mantenimiento o baja carga productiva, reduciendo la posibilidad de interrupciones en las actividades de la empresa. Posteriormente, se deberá capacitar al personal encargado del colgado sobre el funcionamiento y uso adecuado del nuevo sistema.

### **3.2.3 Factibilidad ergonómica**

Desde el punto de vista ergonómico, el rediseño presenta una oportunidad de mejora debido a que el elemento giratorio permite facilitar la orientación de las piezas una vez suspendidas, reduciendo la necesidad de realizar manualmente determinados movimientos de giro o reposicionamiento, especialmente en productos de mayores dimensiones.

La propuesta no elimina la manipulación manual requerida para colocar las piezas en el sistema de colgado; sin embargo, busca disminuir las exigencias asociadas a la orientación posterior de las estructuras, favoreciendo una ejecución más controlada de la actividad.

Esta mejora deberá complementarse con la estandarización del método de trabajo y la capacitación de los operarios en técnicas adecuadas de manipulación, de manera que el nuevo sistema contribuya tanto a las condiciones ergonómicas como a la continuidad de la operación.

### **3.2.4 Factibilidad económica**

La propuesta presenta una alternativa de intervención de bajo impacto sobre la infraestructura existente, debido a que no requiere la sustitución o modificación del riel, cadena transportadora ni de los equipos principales de la línea de pintura.

La inversión se concentraría principalmente en la adquisición o fabricación de los elementos giratorios tipo ocho y, de ser necesario, en los accesorios requeridos para su instalación y adaptación al sistema de colgado existente. Esta condición permite plantear el rediseño como una alternativa económicamente más accesible frente a una modificación estructural de la línea.

A continuación, se realizará cálculos con valores supuestos para contrastar la factibilidad económica:

**Tabla 24**

*Cálculos supuestos*

| <b>Concepto</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Costo unitario</b> | <b>Costo total</b> |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <i>Elemento giratorio tipo ocho</i> | 10              | \$18,00               | \$180,00           |
| <i>Adaptadores/accesorios</i>       | 10              | \$5,00                | \$50,00            |
| <i>Fabricación/adaptación</i>       | 1               | \$60,00               | \$60,00            |
| <i>Instalación</i>                  | 1               | \$40,00               | \$40,00            |
| <i>Capacitación</i>                 | 1               | \$30,00               | \$30,00            |
| <b><i>Inversión total</i></b>       |                 |                       | <b>\$360,00</b>    |

*Nota:* Los valores aplican a un escenario referencial *con la instalación de 10 elementos.*

#### **3.2.4.1 Análisis con valores supuestos**

Debido a la reducción del tiempo, se aprovecha 1 hora adicional de capacidad productiva al mes.

Esa hora representa un beneficio de \$50.

*Beneficio mensual* = \$50

*Beneficio anual:*  $50 \times 12 = \$600$

$$B/C = \frac{\text{Beneficio anual}}{\text{inversión}}$$

$$B/C = \frac{600}{360} = 1,66$$

Por cada \$1 invertido, se obtendrían aproximadamente \$1,66 de beneficio anual bajo ese escenario.

*El período de recuperación:*

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{beneficio mensual}} = \frac{360}{50} = 7,2 \text{ meses}$$

La propuesta requiere una inversión inicial hipotética estimada de \$360. Bajo el escenario económico planteado, se proyecta un beneficio mensual de \$50, equivalente a \$600 anuales. La relación beneficio/costo obtenido es de 1,66, lo que indica que los beneficios económicos proyectados superan la inversión requerida. Asimismo, el periodo estimado de recuperación de la inversión es de aproximadamente 7,2 meses, por lo que la propuesta presenta una factibilidad económica favorable.

## Conclusiones

Culminado el trabajo de investigación se resalta las siguientes conclusiones:

La investigación de forma integral se orientó principalmente a un estudio de campo en la empresa Only Factory S.A., ubicada en la ciudad de Montecristi, provincia de Manabí. El estudio permitió caracterizar las condiciones actuales de operación mediante la observación directa y el estudio de tiempos y movimientos aplicado a tres productos representativos de la empresa: silla apilable, escritorio Rey y archivador de cuatro cajones.

Respecto al objetivo general, su ejecución fue oportuna debido al cumplimiento previo de los objetivos específicos, a razón de que se realizó el diagnóstico del sistema de colgado, se analizaron los tiempos y movimientos asociados a la manipulación de las piezas y, posteriormente, se establecieron criterios técnicos para el desarrollo de una propuesta de rediseño compatible con las condiciones actuales de la línea de pretratamiento de pintura.

El diagnóstico se divergió desde varias perspectivas, respondiendo a un análisis de las condiciones técnicas, operativas y ergonómicas relacionadas con la actividad de colgado. En relación con los resultados obtenidos mediante el estudio de tiempos y movimientos, se estableció una referencia cuantitativa del comportamiento actual del proceso para los tres productos seleccionados. Las mediciones permitieron evidenciar que las características dimensionales de las piezas influyen sobre las condiciones de manipulación, particularmente en productos de mayores dimensiones como el escritorio Rey y el archivador de cuatro cajones, donde se requiere una mayor participación y coordinación de los operarios para efectuar el colgado. Estos resultados guardan relación con lo planteado por Romero (2022), quien sostiene que el análisis de las condiciones operativas de los procesos de pintura permite identificar oportunidades de mejora orientadas al incremento del desempeño productivo sin afectar las condiciones propias del proceso.

Por otra parte, el análisis del sistema de colgado permitió establecer que la operación constituye un punto relevante dentro de la alimentación de la línea de pretratamiento, debido a que cualquier dificultad en la manipulación inicial puede repercutir sobre la continuidad del flujo productivo. Este resultado presenta correspondencia con lo señalado por Naranjo (2025), quien determinó que el sistema de transporte asociado a una línea de colgado constituye un elemento crítico para garantizar la continuidad del proceso productivo. Si bien dicha investigación se orientó a la continuidad eléctrica del transportador y la presente investigación se concentra en la manipulación de las piezas, ambas coinciden en reconocer la importancia del sistema de colgado como elemento fundamental para mantener el flujo adecuado de producción.

En relación con la problemática expuesta, el análisis permitió determinar que las oportunidades de mejora no requieren una modificación integral de la infraestructura de la línea, debido a las condiciones económicas y operativas de la empresa. Se planteó el rediseño del elemento de suspensión mediante la incorporación de un gancho giratorio tipo ocho, conservando la infraestructura principal existente. Esta decisión guarda relación con Posada (2021), que hace hincapié en la importancia de valorar la viabilidad técnica, económica y operativa antes de implementar modificaciones en procesos industriales.

Finalmente, la propuesta de rediseño del sistema de colgado se consolida como una alternativa técnicamente viable para Only Factory S.A., debido a que concentra la intervención en el elemento de suspensión y mantiene la infraestructura principal de la línea de pretratamiento.

## **Recomendaciones**

En el sentido de la investigación, implementar el rediseño del sistema de colgado mediante la incorporación del gancho giratorio tipo ocho, considerando previamente las especificaciones técnicas definidas en la propuesta y verificando su adecuada adaptación al sistema de transporte existente. Se recomienda realizar una prueba inicial con los productos de mayores dimensiones, particularmente el escritorio Rey y el archivador de cuatro cajones, debido a que en estos productos se requiere una mayor intervención de los operarios durante las actividades de manipulación y orientación.

Capacitar al personal encargado de la operación de colgado sobre el método de trabajo establecido y el uso adecuado del gancho giratorio tipo ocho, haciendo énfasis en la correcta manipulación de las piezas y en la reducción de movimientos innecesarios durante su posicionamiento.

Realizar un seguimiento periódico de los tiempos de operación posteriores a la implementación, aplicando nuevamente el estudio de tiempos y movimientos bajo condiciones comparables a las utilizadas durante el diagnóstico. Esto permitirá verificar objetivamente el comportamiento del sistema rediseñado y determinar si se producen mejoras en los tiempos de manipulación y en la continuidad de la operación.

Mantener la infraestructura principal de la línea de pretratamiento sin modificaciones estructurales innecesarias, priorizando intervenciones puntuales sobre los elementos que presenten oportunidades de mejora. Esta medida permitirá que futuras acciones de optimización sean evaluadas bajo criterios de factibilidad técnica, operativa y económica, evitando inversiones que no representen una mejora proporcional para el proceso.

Realizar evaluaciones ergonómicas periódicas de la operación de colgado, especialmente en aquellos productos que por sus dimensiones o características requieren la participación de dos operarios.

Promover una cultura de mejora continua en la línea de pretratamiento de pintura, incentivando al personal operativo a comunicar dificultades, movimientos innecesarios o condiciones que puedan afectar el desarrollo de la actividad de colgado.

Considerar la realización de futuras investigaciones relacionadas con productividad, ergonomía y optimización del sistema de transporte, incorporando variables que no fueron abordadas directamente en la presente investigación, tales como el comportamiento del sistema a largo plazo, costos de mantenimiento de los elementos de suspensión, vida útil de los ganchos y evaluación ergonómica mediante métodos específicos.

## Bibliografía

- Alban, G. P., Arguello, A. E., & Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación acción). *Recimundo*, 163-173. Obtenido de <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Arias, F. (2017). *Qué es la pintura industrial*. BERNARDO ECENARRO. Obtenido de [https://www.academia.edu/31120930/QU%C3%89\\_ES\\_LA\\_PINTURA\\_INDUSTRIAL](https://www.academia.edu/31120930/QU%C3%89_ES_LA_PINTURA_INDUSTRIAL)
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica 6ta Edición*. Caracas: EDITORIAL EPISTEME C.A. Recuperado el 6 de Junio de 2025, de [https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)
- Arriaga, F. (2004). *La ergonomía y el diseño*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/397517279\\_Ergonomics\\_in\\_Industrial\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/397517279_Ergonomics_in_Industrial_Design)
- Chiavenato, I. (2013). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. McGraw Hill. Obtenido de <https://esmirnasite.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/07/i-admon-chiavenato.pdf>
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE DE CHILE . (1998). Obtenido de GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL : [https://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-39925\\_recurso\\_1.pdf](https://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-39925_recurso_1.pdf)
- Cuevas, C., González, Y., Torres, M. d., & Valladares, M. (2020). *Importancia de un estudio de tiempos y movimientos*. *Inventio*. doi:10.30973/inventio/2020.16.39/7

- Gabaldón, J. (2017). *Manual Básico de Tecnologías de pinturas* (Vol. 2).  
Obtenido de [https://www.academia.edu/36034080/M\\_A\\_N\\_U\\_A\\_L\\_BASICO\\_DE\\_PIN  
TURAS\\_VOLUMEN\\_II\\_docx](https://www.academia.edu/36034080/M_A_N_U_A_L_BASICO_DE_PIN_TURAS_VOLUMEN_II_docx)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de [https://www.esup.edu.pe/wp-  
content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Bap  
tista-  
metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf](https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf)
- Iturralde Durán, C., & Soria Freire, C. (2021). *Metodología de la Investigación*.  
Guayaquil: Editorial e Imprenta de la Universidad de Guayaquil. Obtenido  
de <https://libros.ug.edu.ec/index.php/editorial/catalog/view/47/47/189>
- Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*.  
México: Pearson educación. Obtenido de [https://pdfcoffee.com/fe-  
meyers-2000-estudios-de-tiempos-y-movimientos-para-la-manufactura-  
agil-mexico-pearson-educacion-prentice-hall-pdf-free.html](https://pdfcoffee.com/fe-meyers-2000-estudios-de-tiempos-y-movimientos-para-la-manufactura-agil-mexico-pearson-educacion-prentice-hall-pdf-free.html)
- Morales, R. (2020). *Mejora Continua en Acción*. Market-Ing. Obtenido de [https://www.academia.edu/54053444/KAIZEN\\_Mejora\\_Continua\\_en\\_Acc  
i%C3%B3n](https://www.academia.edu/54053444/KAIZEN_Mejora_Continua_en_Acci%C3%B3n)
- Moreira, J., & Ramos, A. (2024). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE UNA COMERCIALIZADORA AVÍCOLA*.  
Revista Científica "INGENIAR".  
doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v7i13edespab.0183>
- Munayco, K. (2021). *Comportamiento reológico de una pintura industrial*.  
Obtenido de Repositorio Uiversidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión:  
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7339?show=full>

- Naranjo, W. (2025). *Diseño y simulación de un respaldo trifásico para el transportadoraéreo de la línea de colgado en una plana de aves de corral*. Obtenido de Repositorio Universidad de Llanos: <https://repositorio.unillanos.edu.co/entities/publication/4d3437ea-3998-4248-b7f6-e110c497d59e>
- Niebel, N., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México: Mc Graw Hill Educación. Obtenido de <https://fdiazca.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/06/metodos-tiempos-y-movimientos.pdf>
- Niño, V. (2011). *Metodología de la la Investigación: Diseño y ejecución*. Colombia: Pearson Educación. Obtenido de [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24802w/Nino-Rojas-Victor-Miguel\\_Metodologia-de-la-Investigacion\\_Disenoy-ejecucion\\_2011.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24802w/Nino-Rojas-Victor-Miguel_Metodologia-de-la-Investigacion_Disenoy-ejecucion_2011.pdf)
- Olaya, P. (2024). *Lean Manufacturing: Aplicaciones en entornos tecnológicos avanzados*. Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial.
- Ovalle, A., & Cárdenas, D. (2016). *¿Qué ha pasado con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en las últimas dos décadas?: Revisión de la literatura*. Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo.
- Párraga, M. d. (2001). *IMPORTANCIA DEL DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO*. Obtenido de SISBIB: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/publicaciones/indata/v04\\_n1/imagen\\_importancia.htm#Cuadro1](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/publicaciones/indata/v04_n1/imagen_importancia.htm#Cuadro1)
- Peña Vergara, P. F. (2023). *Diseño y automatización del sistema de aplicadores de cabina de pintura en la empresa Tecnero S.A*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24469>
- Posada, D. E. (2021). *Estudio de viabilidad para la implementación de una cabina de pintura electrostática en la empresa Marcapolo Superpolo S.A.S Cota (Cundinamarca) para el año 2021*. Obtenido de

[https://redcol.minciencias.gov.co/Record/Uceva2\\_5bbbe945c1bd4d214ca1143769c5c367](https://redcol.minciencias.gov.co/Record/Uceva2_5bbbe945c1bd4d214ca1143769c5c367)

Revista APD. (Octubre de 2024). *El espacio de trabajo gana protagonismo en la Estrategia Corporativa de las empresas*. Obtenido de <https://www.apd.es/espacio-de-trabajo-gana-protagonismo-estrategia-corporativa-empresas/>

Rios, L. A., & Cumpa, R. (2023). *Propuesta de mejora de la eficiencia de un sistema de pintura en una empresa metalmecánica de fabricación y ensamble de equipos industriales utilizando Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)*. Obtenido de Repositorio Académico UPC: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC\\_99dbce883c75673ed0b62f47076da000/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_99dbce883c75673ed0b62f47076da000/Details)

Romero, C. A. (2022). *Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador*. Obtenido de Mejora de la productividad y eficiencia del área de pintura líquida en una empresa extrusora de perfiles de aluminio: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23978>

Tamayo y Tamayo, M. (2014). *El proceso de la Investigación Científica* (5a edición ed.). LIMUSA S.A. Obtenido de [https://www.academia.edu/120612419/EL\\_PROCESO\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_CIENTIFICA\\_5\\_Tamayo](https://www.academia.edu/120612419/EL_PROCESO_DE_LA_INVESTIGACION_CIENTIFICA_5_Tamayo)

Vera, K., & Magallanes, J. (2022). Diseño y simulación de la automatización y sistema SCADA, incorporando IoT industria 4.0 de un horno utilizado para el curado de piezas luego de la aplicación de pintura electrostática. *Repositorio ESPOL*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57090>