



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Powered by Arizona State University

FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LOS
PROCESOS DE PINTURA APLICANDO LA NORMA DE CALIDAD
ISO 9001:2015**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Mecánica Automotriz

AUTORES: Fernández Peñafiel Edgar Fabricio y Salinas Velasco Alex

Santiago

Tutor: Guanuche Larco Denny Javier y Fuertes Iturralde Cristopher Israel

QUITO

2026

Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Yo **Guanuche Larco Denny Javier y Fuertes Iturralde Cristopher Israel**, en calidad de tutores del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Diseño de un sistema de gestión de calidad en los procesos de pintura aplicando la norma de calidad ISO 9001: 2015** realizado por Fernández Peñafiel Edgar Fabricio y Salinas Velasco Alex Santiago, ha sido orientado y revisado en todas sus partes y considero que cumple los requisitos establecidos por la institución. En virtud de ello doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.



Guanuche Larco Denny Javier
Fuertes Iturralde Cristopher Israel
Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Declaración de autoría y cesión de derechos

Nosotros, Edgar Fabricio Fernández Peñafiel y Alex Santiago Salinas Velasco declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.



Autor: Edgar Fabricio Fernández Peñafiel

C.I.: 1717202558



Autor: Alex Santiago Salinas Velasco

C.I.: 1723428379

Dedicatoria

A toda mi familia, con gratitud profunda.

Especialmente a mi mamá y papá, quienes han sido mi apoyo incondicional en los momentos difíciles y también en aquellos menos intensos, acompañándome siempre con paciencia y firmeza.

Gracias por enseñarme a enfrentar la vida con entereza, a no perder la calma ante la adversidad y, sobre todo, a continuar sin rendirme.

Ustedes me han formado con valores sólidos, principios firmes, y una perseverancia que hoy es parte esencial de quien soy.

Todo lo brindado con paciencia, amor incondicional, sin esperar nada a cambio. Este logro también es suyo.

EDGAR

A mis queridos padres. Este logro académico es el resultado del gran esfuerzo que invirtieron para brindarme una buena educación. Su dedicación y compromiso con mi formación, un regalo que valoro más allá de las palabras. Este trabajo pretende honrarlos y agradecerles por cada sacrificio que han hecho. Gracias por inculcarme la importancia del trabajo arduo y la educación.

ALEX

Agradecimiento

Mi mayor agradecimiento a mi tutor me ayudó mucho con su arduo trabajo y calma Me enseñó a obtener una mejor redacción, sin decirlo directamente Estoy muy feliz de tener esta oportunidad Agradezco su ayuda y orientación, siempre recordaré usted y sus sugerencias en mi trabajo

EDGAR

Expreso mi más sincero agradecimiento a nuestros tutores cuyo constante apoyo y experiencia fueron esenciales para la elaboración del presente trabajo. Gracias por su confianza y palabras de aliento que me ayudaron a continuar y superar los desafíos.

ALEX

Índice general

Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular	2
Declaración de autoría y cesión de derechos	3
Acuerdo de Confidencialidad	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas.....	11
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción	14
Tema de investigación.....	14
Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	14
Planteamiento del problema	14
Formulación del Problema	15
Sistematización del problema	15
OBJETIVOS.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Capítulo I.....	17
Marco teórico	17
1.1 Sistema de gestión de calidad	17
1.1.1 Estructura del sistema de gestión de la calidad	18
1.2 Calidad	19
1.3 Etapa de evolución de la calidad.....	19
1.4 Calidad total	20
1.5 Control de calidad	21
1.6 Calidad del producto	21
1.6.1 Calidad del proceso	21
1.6.2 Indicador de NPS.....	22

1.6.3 Mejora de la calidad.....	22
1.6.4 Norma ISO 9001:2015	22
1.6.5 Requisitos de la ISO 9001: 2015.....	23
1.7 Principios la de gestión de calidad	24
1.7.1 Enfoque al cliente	24
1.7.1 Liderazgo.....	24
1.7.2 Compromiso de las personas.....	24
1.7.3 Enfoque basado en procesos.....	25
1.7.4 Mejora.....	25
1.7.5 Toma de decisiones basada en la evidencia.....	25
1.7.6 Gestión de las relaciones	25
1.8 Ciclo Planificar- Hacer- Verificar- Actuar.....	26
1.9 Beneficios de la ISO 9001: 2015.....	27
1.9.1 NTE INEN ISO 9001	28
1.9.2 Norma ISO 9004:2018.....	28
1.10 Gestión de procesos	29
1.11 Diagrama de flujo	29
1.12 Procesos de mejora	30
1.13 Proceso de pintura de vehículos.....	30
1.13.1 Pintura monocapa.....	31
1.13. 2 Pintura bicapa.....	31
1.13.4 Pintura tricapa.....	31
1.13.5 Pintura cuatricapa.....	32
1.13.6 Aplicación de pintura	32
1.13.7 Mejora de la productividad	33
1.13.8 Proceso de repintado.....	34
1.14 Procesos de lijado de superficie para pintar el vehículo	35
1.15 Proceso de secado	36
Capítulo II.....	37
Metodología aplicada.....	37
2.1 Enfoque de la investigación.....	37
2.1.1 Diseño de la investigación.....	37
2.1.2 Métodos utilizados.....	37

2.1.3 Técnicas de recolección de información	37
□ Lápices de dureza (6B–9H) Higrómetro digital	38
□ Termómetro digital e infrarrojo Manómetro para pistolas HVLP	38
□ Copa Ford N.º 4 (control de viscosidad)	38
□ Fichas técnicas del constructor, usadas para referir parámetros de mezcla, condiciones operativas y tiempos de curado.	38
2.2 Diagrama de flujos Aplicación del Imprimante	45
2.3 Diagrama de flujos Secado del Imprimante	46
2.4 Diagrama de flujos Lijado del Imprimante	47
2.5 Diagrama de flujos Aplicación de Pintura Base	46
2.6 Diagrama de flujos Secado de Pintura Base	48
2.7 Diagrama de flujos Aplicación de Acabado (Clear Coat)	49
2.8 Diagrama de flujos Secado final	50
2.9 Mapa de procesos	51
2.10 Resultados del Sistema de Gestión de Calidad aplicando el ciclo PHVA en los procesos de pintura automotriz	53
2.11 Planificar (P): Definición de procesos, responsables y criterios técnicos	54
□ Externos:	54
2.12 Hacer (H): Ejecución y control operacional	55
2.13 Verificar (V): Evaluación del desempeño mediante indicadores	55
Hallazgos del proceso de verificación	56
2.14 Actuar (A): Acciones de mejora continua	56
3. Se aplico un control calibrado semanal de pistolas y manómetros.	56
2.15 Conclusión del apartado	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
Conclusiones	64
Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos	69
Anexo 1: Requisitos para los proveedores externos	69
Anexo 2: Instructivo técnico	69

Índice de figuras

Figura 1 Estructura del sistema para la gestión de calidad	19
Figura 2 Etapas de la evolución de la calidad.....	20
Figura 3 Esquema de los procesos de una empresa.....	26
Figura 4 Estructura de esta Norma Internacional con el ciclo PHVA	27
Figura 5 Proceso de pintura del vehículo	32
Figura 6 Tipos de procesos de pintura.....	34
Figura 7 Pasos para un excelente acabado de pintura.....	36
Figura 8 Diagrama de repintado del vehículo para autopartes metálicas.....	36
Figura 9 Diagrama de flujos y aplicación del imprimante	44
Figura 10 Diagrama de flujos secado del imprimante	46
Figura 11 Diagrama de flujos lijado del imprimante.....	47
Figura 12 Diagrama de flujos aplicación de pintura base.....	48
Figura 13 Diagrama de flujos secado de pintura base.....	49
Figura 14 Diagrama de flujos aplicación de acabado	50
Figura 15 Diagrama de flujos secado final.....	51
Figura 16 Mapa de procesos.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 Formato de preparación de la mezcla	41
Tabla 2 Registro de aplicación	41
Tabla 3 Registro de secado	41
Tabla 4 Registro de lijado.....	42
Tabla 5 Aplicación del Imprimante	42
Tabla 6 Secado del Imprimante	42
Tabla 7 Lijado del Imprimante	43
Tabla 8 Aplicación de Pintura Base	43
Tabla 9 Secado de Pintura Base	43
Tabla 10 Aplicación del Acabado (Clear Coat).....	43
Tabla 11 Secado Final (Curado)	44
Tabla 12 Indicadores empíricos previos a ISO 9001	44
Tabla 13 Indicadores o KPI definidos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14 Resultados principales (primer ciclo PHVA).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15 Ciclo.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16 Resultados medibles del proceso	57
Tabla 17 Salida: Secado del Imprimante	58
Tabla 18 Lijado del Imprimante	58
Tabla 19 Aplicación de Pintura Base	58
Tabla 20 Secado de Pintura Base	58
Tabla 21 Aplicación de Acabado (Clear Coat).....	58
Tabla 22 Secado Final (Curado)	59
Tabla 23 Salidas globales del sistema (Indicadores ISO 9001).....	59
Tabla 24 Aplicación del Imprimante	61
Tabla 25 Secado del Imprimante	61
Tabla 26 Lijado del Imprimante	61
Tabla 27 Aplicación de Pintura Base	61
Tabla 28 Secado de Pintura Base	62
Tabla 29 Aplicación de Acabado (Clear Coat).....	62
Tabla 30 Secado Final y Producto Entregado	62
Tabla 31 Comparación global mediante indicadores (KPI)	62

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para los procesos de pintura automotriz de la empresa Servimotor, aplicando los lineamientos de la norma ISO 9001:2015 y la metodología del ciclo PHVA. En la fase de análisis se identificaron puntos críticos, riesgos operativos y requisitos del cliente que influían en la variabilidad del acabado, evidenciando fallas en viscosidad, secado, condiciones ambientales y falta de estandarización. A partir de ello, se desarrolló una estructura documental que incluyó procedimientos, instructivos, diagramas de flujo y formatos de control orientados a garantizar uniformidad, trazabilidad y consistencia técnica en cada subproceso.

La implementación del sistema permitió evaluar el desempeño mediante indicadores como retrabajos (RDP), tiempo de ciclo (TCP), conformidad del acabado (PCA), consumo de material (CMU) y percepción del cliente (NPS). Los resultados evidenciaron mejoras significativas, reduciendo defectos, tiempos y desperdicios, además de incrementar la conformidad y satisfacción del cliente. Finalmente, se definieron acciones de mejora continua y metas para un nuevo ciclo PHVA, fortaleciendo la calidad, eficiencia y competitividad del proceso.

Palabras clave: Gestión de la calidad, procesos industriales, pintura automotriz, indicadores de desempeño, mejora continua

Abstract

This project aimed to design a Quality Management System (QMS) for the automotive painting processes at Servimotor, applying the guidelines of ISO 9001:2015 and the PDCA cycle methodology. During the analysis phase, critical points, operational risks, and customer requirements influencing finish variability were identified, revealing issues with viscosity, drying time, environmental conditions, and a lack of standardization. Based on this, a documentation structure was developed, including procedures, instructions, flowcharts, and control forms designed to ensure uniformity, traceability, and technical consistency in each subprocess.

The system's implementation allowed for performance evaluation using indicators such as rework (RDP), cycle time (TCP), finish conformity (PCA), material consumption (CMU), and customer satisfaction (NPS). The results demonstrated significant improvements, reducing defects, time, and waste, while also increasing customer satisfaction and compliance. Finally, continuous improvement actions and goals were defined for a new PDCA cycle, strengthening the quality, efficiency, and competitiveness of the process.

Key words: Quality management, industrial processes, automotive painting, performance indicators, continuous improvement

Introducción

Tema de investigación

Diseño de un sistema de gestión de calidad en los procesos de pintura aplicando la norma de calidad ISO 9001: 2015

Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Los talleres de pintura automotriz enfrentaron dificultades vinculados con la falta de estandarización, la variabilidad en los acabados y la limitación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) que resguardara la calidad del servicio. Este entorno generó inconsistencias en la aplicación de pintura, aumento de retrabajos, tiempos prolongados de entrega y, en varios casos, inconformidad por parte de los clientes. Además, la inexistencia de un SGC fundamentado en la ISO 9001:2015 limitó la capacidad de estos talleres para competir frente a empresas certificadas, afectando la fidelidad del cliente y la participación en mercados más estrictos.

La deficiencia de procesos definidos y documentados en las etapas de preparación, aplicación y control del acabado incitó que los resultados dependieran mayormente de la experiencia individual del operador, lo que aumentó la variabilidad del producto final. Esta problemática demostró la necesidad de diseñar un sistema que permitiera asegurar la uniformidad, trazabilidad y mejora continua del proceso de pintura automotriz.

Planteamiento del problema

Los talleres de pintura automotriz presentaron deficiencias en la gestión de sus procesos operativos, principalmente en la preparación de superficies, mezclas, aplicación de pintura y control del acabado final. La carencia de procedimientos estandarizados y mecanismos de control generó defectos recurrentes como piel de naranja, chorreos, variaciones de tono, desprendimientos o baja adherencia. Estos fallos afectaron directamente en la valoración positiva del cliente, en el aumento de retrabajos y en costos adicionales para el taller.

La inexistencia de un SGC alineado con la ISO 9001:2015 frenó garantizar

resultados consistentes, afectó la imagen del servicio y dificultó la satisfacción de requisitos del cliente. En este sentido, se evidenció la necesidad de diseñar un sistema formal de calidad que redujera la variabilidad, aumentara la eficiencia en cada fase del proceso de pintura y fortaleciera la competitividad del taller.

Formulación del Problema

¿Cómo diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad sustentado en la norma ISO 9001:2015 que acceda mejorar la eficiencia y uniformidad de los procesos de pintura automotriz, minimizar la variabilidad del acabado e incrementar la satisfacción del cliente?

Sistematización del problema

- ¿Qué herramientas se debieron utilizar para diseñar el Sistema de Gestión de la Calidad en el proceso de pintura automotriz?
- ¿Cuáles fueron los procesos específicos del área de pintura y qué documentación requirió cada uno según la ISO 9001:2015?
- ¿Qué limitaciones económicas influyeron en el diseño del SGC para pintura automotriz?
- ¿Cómo contribuyó el cumplimiento de los requisitos de la ISO 9001:2015 a mejorar la eficiencia, trazabilidad y productividad del proceso de pintura?

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad para los procesos de pintura automotriz basado en el ciclo PHVA y en las directrices de la norma ISO 9001:2015.

Objetivos específicos

- Analizar los procesos actuales de pintura automotriz para detectar los puntos críticos, riesgos operativos y requisitos del cliente que deben ser tomados en cuenta en el diseño del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Diseñar la estructura de la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad, elaborando los procedimientos, instructivos, formatos y controles necesarios para estandarizar el proceso de pintura de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.

- Establecer indicadores de rendimiento y plantear acciones de mejora continua que permitan evaluar la conformidad del proceso de pintura y fortalecer la eficiencia del sistema diseñado.

La investigación se desarrolló con un enfoque técnico y descriptivo cuyo propósito fue analizar los procesos operativos del área de pintura automotriz según los lineamientos de la ISO 9001:2015. El estudio adoptó un diseño transversal y no experimental, ya que no se manipularon variables y el trabajo se realizó en el entorno real del taller. La metodología se organizó mediante el ciclo PHVA, lo que permitió planificar, observar, verificar y documentar cada subproceso. Para ello se emplearon métodos descriptivo, analítico, documental e inductivo, apoyados en observación directa, entrevistas semiestructuradas y revisión de documentos técnicos, lo que garantizó rigor, validez y trazabilidad en la información obtenida.

El **Capítulo I** desarrolló el marco teórico, describiendo los principios de la norma ISO 9001:2015, la gestión por procesos, el ciclo PHVA y los principios de calidad aplicados al área de pintura, incluyendo conceptos técnicos relacionados con preparación de superficies, aplicación de pintura y control del acabado.

El **Capítulo II** expuso la metodología utilizada, detallando el enfoque, las estrategias de recolección de información, las técnicas empleadas para analizar el proceso y la estructura del ciclo PHVA aplicado al taller.

La investigación tuvo una importancia relevante en varios niveles. Para la empresa, ayudo a tener un sistema estructurado que fortaleció la uniformidad del acabado, redujo retrabajos, optimizó tiempos y aumentó la satisfacción del cliente mediante procesos estandarizados y verificables. Para los usuarios, el sistema facilitó un servicio de mayor calidad, transparencia en los procedimientos y confiabilidad.

En el ámbito institucional, el estudio aportó un caso práctico que enriqueció la formación académica, evidenciando la aplicación real del ciclo PHVA y de la norma ISO 9001:2015 en un contexto técnico. A nivel de sociedad, el diseño del sistema promovió prácticas seguras, reducción de desperdicios, uso responsable de materiales y mejora del servicio dentro del sector de reparación automotriz, aportando al desarrollo económico local y a la competitividad de los talleres de pintura en el mercado.

Capítulo I

Marco teórico

Se efectuó un análisis inicial de procesos de pintura automotriz.

Los talleres artesanales operaban con tiempos variables debido a la falta de estandarización de los procesos. La planificación era empírica y dependía de la experiencia del artesano, lo que generaba demoras en la entrega y baja previsibilidad. El diseño del sistema permitió identificar cuellos de botella y establecer tiempos estándar por tipo de trabajo, mejorando la programación y la eficiencia.

Los costos en estos talleres eran difíciles de controlar debido a la ausencia de registros formales, desperdicio de materiales y reprocesos por errores en la aplicación. La implementación de procedimientos y controles documentados permitió estimar costos reales, reducir desperdicios y optimizar el uso de insumos, lo que se alineó con los principios de la norma ISO 9001:2015.

La calidad del acabado variaba significativamente entre talleres, y no existían criterios uniformes de evaluación. La falta de registros impedía la trazabilidad y el análisis de causas de no conformidades. El diseño del sistema incluyó indicadores de calidad, registros de inspección y criterios técnicos que aseguraron la conformidad del producto con los requisitos del cliente y las normativas aplicables.

1.1 Sistema de gestión de calidad

Un sistema de gestión de la calidad en adelante (SGC) estaba conformada por una serie de procesos diseñados para definir metas, políticas, requerimientos y otros componentes que garantizaban la calidad mediante la administración y supervisión de una organización. Estos sistemas se utilizaban para asegurar la entrega de productos y servicios que satisficieran las necesidades y expectativas de los consumidores o clientes, y también los requisitos legales y regulatorios relevantes, y incentivar la mejora continua de la eficiencia de los procesos (Chávez, 2023, p. 21).

La ejecución de un sistema de administración de calidad puede proporcionó diversas ventajas para las compañías en varios sectores, ya que estructuró los procedimientos requeridos para alcanzar la satisfacción del cliente, que era el objetivo principal de la calidad. Estos beneficios sobre la puesta en marcha de un sistema de

administración de calidad brindando varias ventajas a compañías de otros sectores, puesto que se estructuraron los procedimientos requeridos para lograr la satisfacción del cliente, que era el objetivo principal de la calidad. (Chávez, 2023). Estas ventajas incluían la valoración y administración de resultados, una comunicación flexible entre procesos y perfeccionamiento frecuente. La disposición para desarrollar e implementar este SGC para cualquier tipo de organización ayudo a proveedores, clientes y otras partes dispuestas a formar una imagen más favorable de la empresa, lo que significo mejores oportunidades de negocio e incremento así la competencia y la rentabilidad (Chávez, 2023).

1.1.1 Estructura del sistema de gestión de la calidad

La calidad de la política definía la dirección estratégica de la entidad, mientras que el manual de calidad mostraba nuestro compromiso con la excelencia de los bienes o servicios que se ofrecían a los consumidores. Un manual de procedimientos explicaba cómo realizar el proceso de forma lógica y ordenada. Las directrices y reglamentos detallaban las tareas y obligaciones de la entidad. Las anotaciones ofrecían evidencia de las acciones de cumplimiento (Remache, 2023). Para establecer un sistema eficiente de gestión de calidad, era necesario seguir una estructura que incluya estos componentes

Figura 1

Estructura del sistema para la gestión de calidad



Nota. Adaptado de (Remache, 2023)

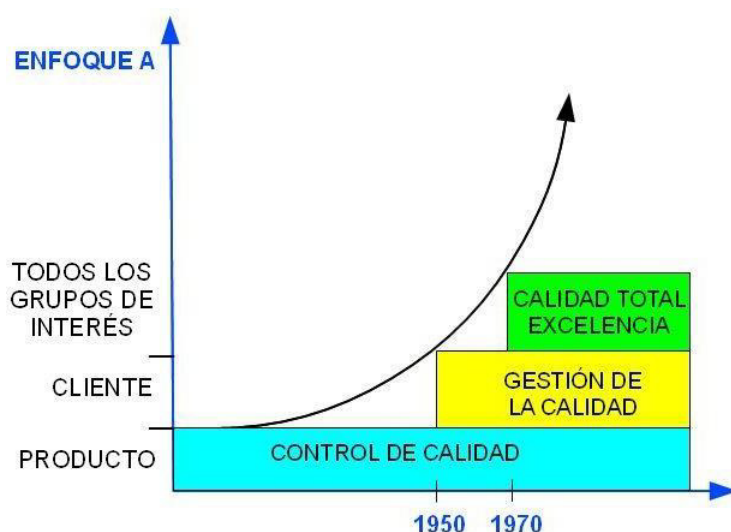
1.2 Calidad

Dentro del ámbito de la calidad, se propuso como objetivo prioritario para lograr ventajas competitivas. Al expandirse las estrategias de marketing y ventas, la calidad se instituyó como una estrategia clave, superando a sus predecesoras en la búsqueda de ventajas competitivas sólidas y desarrolladas. Para alcanzar la calidad, era esencial comprender este concepto en su amplitud, extendiendo su aplicación más allá de los productos o servicios. La calidad implicaba una planificación integral de las medidas y actividades de la organización, además de una gestión eficaz de los recursos humanos y materiales. Desde una perspectiva más coloquial, la calidad podía concebirse como un proceso mental en el cual el cliente evaluaba las peculiaridades del producto o servicio comparándolas con sus expectativas (Letellier, 2019).

1.3 Etapa de evolución de la calidad

Por lo general, la mayoría de las empresas se esforzaba por mejorar sus productos con el objetivo de incrementar la competencia y la eficiencia, fortaleciendo de esa forma la sostenibilidad y crecimiento en el mercado. Para conseguir el objetivo, la herramienta más común y efectiva era la implementación de un modelo de organización orientado en la calidad. El concepto evolucionó en el transcurso del tiempo, incorporando los aportes y logros de varios expertos en la materia, quienes delimitaron las etapas que contribuyeron a mejorar la calidad en las empresas (Campaña, 2019).

La calidad no es solo responsabilidad de un departamento o individuo, sino de toda la compañía. - Investigadores como Juran e Ishikawa en la década de 1960 mostraron que la calidad dependía de qué tan bien la empresa trabaja en conjunto y planea con anticipación para evitar problemas. Esto llevó a la planificación estratégica, una fase llamada garantía de calidad. A mediados de los años 80, surgió una nueva fase llamada "calidad total". Era una forma de utilizar calidad para ganar una ventaja sobre los competidores. Esta idea fue respaldada por algunos cambios que hicieron que la calidad fuera más importante y visible (Campaña, 2019).

Figura 2*Etapas de la evolución de la calidad*

Nota. El primer registro de la gestión de la calidad fue en 1950, como medida correctiva hoy en día a evolucionando la calidad. Tomado de (BIRT, 2020).

1.4 Calidad total

La gestión de calidad incluía tres métodos principales: técnico, recursos humanos y estratégicos. El enfoque de ingeniería se centraba en el desempeño de los productos y procesos de una empresa. Se sustentaba en la idea de que una empresa debía cumplir con unas especificaciones técnicas, inspirándose en diversas figuras y conceptos que se basaban en disciplinas como la ingeniería y la estadística (Medici, 2020).

El enfoque humano del control de calidad se desarrolló en Japón bajo el liderazgo de Ishikawa como reacción al enfoque de ingeniería. Se esforzaba por colocar a los empleados en el centro del proceso de mejora y gestión de la calidad a través de su participación activa en la resolución de problemas (Medici, 2020).

En la década de 1990, surgió un enfoque estratégico para los desafíos de la globalización, el cambio tecnológico y la creciente demanda. Este enfoque reemplazó el concepto de "control", típico del enfoque de ingeniería por el concepto de 'gestión'

En este contexto, el sistema de gestión evaluaba no solo los procesos y actividades internos de la organización, sino también su impacto en los grupos de interés, como accionistas, empleados, clientes, proveedores y la sociedad en general. La evolución hacia este enfoque estratégico ha llevado a la propuesta de la "Gestión de

la Calidad Total”, que se considera “el enfoque más avanzado en gestión de la calidad” (Medici, 2020, p. 8).

1.5 Control de calidad

Se refería a la implementación de métodos y estrategias para lograr, garantizar y conservar la calidad de un producto o servicio. Este proceso incluía muchas actividades interrelacionadas, como definir requisitos, diseñar según estas especificaciones, fabricar o instalar según dichas especificaciones, realizar pruebas según estándares y efectuar análisis de forma continua durante el uso (Cortés, 2017). Las siguientes tecnologías y actividades interconectadas permitían el control de la calidad:

1. Definición de requisitos del producto o servicio.
2. Desarrollar el producto o servicio según las especificaciones establecidas.
3. Fabricación o instalación que se ajustara plenamente a las especificaciones.
4. Inspeccionar para comprobar el cumplimiento de las especificaciones.
5. Revisar y recopilar información de uso continuo para ajustar las especificaciones según sea necesario.

Hacer estas acciones beneficiaba a los clientes al brindarles productos o servicios de mayor calidad a costos más bajos (Cortés, 2017).

1.6 Calidad del producto

La perspectiva del cliente tenía sobre el producto se enfocaba en identificar las propiedades técnicas apropiadas, lo que abarcaba la normalización de los procesos de producción para cumplir con las demandas particulares del cliente. Estos requisitos de calidad se determinaban según las necesidades y preferencias del cliente. En este sentido, las empresas no sólo debían esforzarse en cumplir los requisitos, sino también superar las expectativas, agregar valor y brindar una experiencia excepcional a sus clientes. Este enfoque en superar las expectativas del cliente no sólo garantizaba la mayor satisfacción del cliente, además promovía la lealtad a largo plazo hacia la empresa (Pacheco, 2021).

1.6.1 Calidad del proceso

Las técnicas y características de cada proceso se adaptaban a las necesidades específicas del cliente. Este ajuste se evaluaba mediante indicadores de gestión, cuya principal medida era la satisfacción del cliente. Para lograr una mejora continua, se

buscaba reducir el tiempo de producción y optimizar los costos de producción. Centrarse en la adaptación precisa a las necesidades del cliente y la eficiencia operativa contribuía al crecimiento y la competitividad de la empresa en el mercado (Pacheco, 2021, p. 26).

1.6.2 Indicador de NPS

El índice de Promotores Netos (NPS) se empleaba para evaluar la fidelidad de los clientes. Se trataba de un índice que podía analizarse fácilmente en el tiempo y aplicarse a cualquier sector empresarial. Al incluir una o más preguntas en su encuesta de satisfacción, esta métrica le permitía evaluar la posibilidad que los clientes recomendaran su marca, producto o servicio a sus amigos y familiares (Ortega, 2024).

Por ejemplo: "Según su experiencia general, ¿qué probabilidad existía de que recomendará nuestro producto o servicio a un amigo o familiar?" La pregunta anterior se calificaba a través de una escala de 0 a 10 y se agrupaba de la siguiente manera:

- Promotores: estos consumidores obtenían una puntuación de entre 9 y 10 y se consideraban fieles entusiastas de su marca.
- Pasivo: obtenían una puntuación de 7 u 8 e incluían clientes que estaban satisfechos con su marca pero que eran sensibles a las ofertas de la competencia.
- Detractores: eran consumidores que daban una calificación del 0 al 6, estaban insatisfechos con tu marca y dejaban comentarios negativos (Ortega, 2024).

1.6.3 Mejora de la calidad

El énfasis en esta dirección es mejorar la eficiencia del proceso para lograr los objetivos marcados con los menores costos organizacionales posibles, asegurando al mismo tiempo la calidad del producto o servicio. La defensa más fuerte de la calidad radicaba en una comprensión profunda de la misión, los objetivos y las posibilidades y consecuencias de cualquier cambio de la empresa. Debía definirse claramente la forma o método requerido para lograr la meta o propósito establecido. La incertidumbre, los cambios injustificados y la improvisación eran los mayores obstáculos para la calidad porque afectaban negativamente la planificación y ejecución de los procesos (Cortés, 2017).

1.6.4 Norma ISO 9001:2015

En el citado del estándar ISO (2015), se indicaba que este era una norma

internacional de sistemas de gestión de calidad adaptables a todas las organizaciones. Asimismo, las pautas señalaban como realizar cada proceso o servicio que se ofrecía a los clientes. Era necesario seguirlas por completo para satisfacer a los clientes externos e internos. Entre sus objetivos se encontraban la mejora de la calidad de los procesos, productos y servicios y la satisfacción de las personas, centrándose en la calidad, la eficiencia y la seguridad, protegiendo a los consumidores y fortaleciendo la confianza en la organización (H. Salazar, 2018).

La normativa internacional respaldaba un enfoque basado en procesos orientados al desarrollo, implementación y mejora de sistemas de gestión de calidad con el objetivo de aumentar la complacencia del comprador cumpliendo con sus requisitos. Sección 4.4. Representaba los requisitos primordiales para implementar este enfoque, comprender y encargarse los procesos interrelacionados como un método que ayudaba a mejorar la eficacia y eficiencia de la ordenación para lograr dichos objetivos deseados. Este enfoque permitía a las organizaciones controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, mejorando así el cometido general de la organización. El estándar se basaba en el ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), cuyo objetivo es comprender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema que contribuía a la eficiencia y eficacia organizacional (Salazar, 2018).

1.6.5 Requisitos de la ISO 9001: 2015

El estándar buscaba garantizar que los productos y servicios fueran mejores y más confiables siguiendo diferentes reglas. También, contribuía a otros aspectos, como asegurar de que todos en la empresa se comunicaran adecuadamente entre sí y supieran lo que están haciendo. La normativa para los servicios de fabricación había modificado desde 2008. Posteriormente, se emplea a todo tipo de organizaciones o empresas que se realizaban productos o servicios para los demás.

- Requisitos generales y requisitos de documentación.
- Requisitos para la gestión de la organización.
- Administración de recursos.
- Gestión de la producción basada en procesos.

- Análisis, medición y mejora de sistemas de gestión

1.7 Principios de gestión de calidad

La norma “ISO 9001:2015” se fundamentaba en siete fundamentos de administración de calidad. La norma explicaba estas ideas de diferentes maneras, como:

- Cómo denominarlas, cómo tienen sentido, qué hacer, qué dicen, por qué son buenas posibles, la siguiente lista de reglas mostraba cómo mejorar la calidad de los productos y servicios. Se basaba en las ocho reglas que se había empleado en la gestión de calidad desde 2000. Los estándares se fundamentaban en estos principios de administración de calidad. Los siete fundamentos de la administración de calidad en “ISO 9001:2015” son los siguientes:

1.7.1 Enfoque al cliente

El principio de orientación al cliente era el pilar de la gestión de la calidad ya que se centraba en los esfuerzos de una organización para superar las expectativas del cliente y lograr su satisfacción cumpliendo sus requisitos. Los clientes eran la base de la supervivencia de una empresa. Por lo tanto, era muy importante para cualquier organización entender las necesidades de sus clientes y brindarles productos y servicios que los satisficieran y les proporcionaran una atención continua (ESGINOVA, 2022).

1.7.1 Liderazgo

El liderazgo implicaba la capacidad de un individuo para crear unidad y dirección en una organización alentando a todos a comprometerse con los objetivos de la compañía. Para lograr las metas establecidas, toda la organización, incluyendo a toda su estructura, debían esforzarse por alcanzar los objetivos establecidos y trabajar en conjunto bajo una dirección clara que la orientara hacia un objetivo común. El liderazgo también incluía apoyar y alentar al equipo para alcanzar los objetivos establecidos.

1.7.2 Compromiso de las personas

El valor creado en una empresa dependía principalmente de las habilidades y el compromiso de sus empleados. Los resultados generales de una organización dependían del esfuerzo conjunto de todos sus miembros. Además de los compromisos, era importante que las personas recibieran capacitación en áreas específicas y sus correspondientes funciones con un enfoque de mejora continua y transparencia, los

resultados alcanzados debían comunicarse de manera efectiva. (ESGINOVA, 2022).

1.7.3 Enfoque basado en procesos

Un enfoque centrado en procesos implicaba que entender los procesos previos conducían a resultados anticipados e intencionados. Un SGC posible era un conjunto de etapas que colaboraban para lograr determinados objetivos. Cuando se sabía cómo funcionaba los procesos en conjunto se podía lograr que consideraran con los objetivos de la organización, lo cual era la forma principal de obtener buenos resultados (ESGINOVA, 2022).

1.7.4 Mejora

La mejora era un elemento clave en el que siempre se centraba las organizaciones exitosas. Se refería a los productos y servicios que ofrecía la entidad. El perfeccionamiento de productos y servicios debía estar encaminada a mejorar la satisfacción del cliente fomentando al mismo tiempo la atracción de nuevos clientes. Este enfoque ayudaba a fortalecer la sostenibilidad de la organización (ESGINOVA, 2022).

1.7.5 Toma de decisiones basada en la evidencia

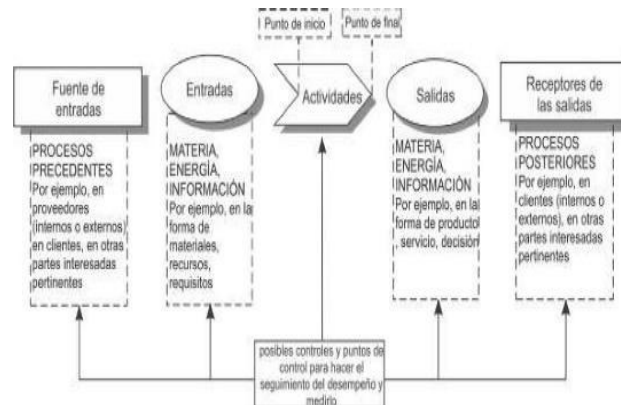
La información y el análisis asistía a las organizaciones en la toma de decisiones acertadas. El proceso de decisión era constante en una organización. La toma de decisiones se volvía más difícil porque hay muchos tipos diferentes de información que podían utilizarse, y que no siempre eran fáciles de encontrar, usar o confiar. Para evitar problemas, era necesario ser muy claros sobre todo lo que se quería decir (ESGINOVA, 2022).

1.7.6 Gestión de las relaciones

El éxito a largo plazo de un negocio dependía de la relación de todos los que formaban parte de la organización y de su adecuada gestión. Después de todo, las organizaciones dependencia unas de otras para garantizar la entrega adecuada de productos y servicios (ESGINOVA, 2022).

Figura 3

Esquema de los procesos de una empresa



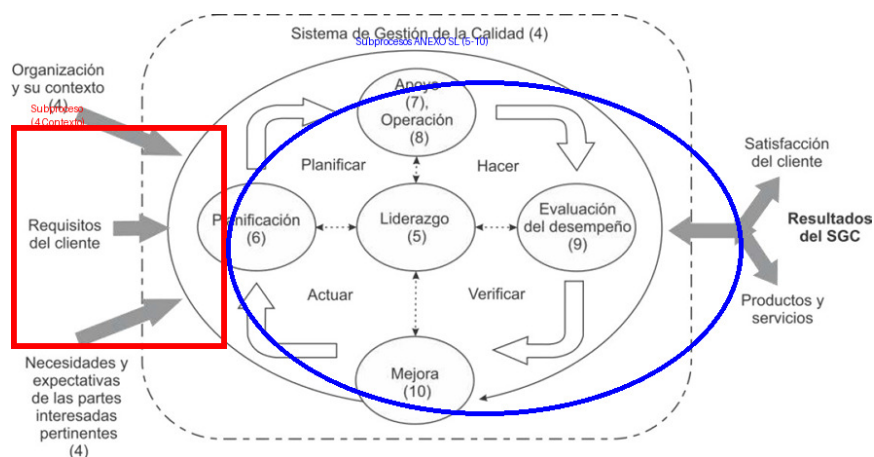
Nota. Tomado de (ISO, 2015)

1.8 Ciclo Planificar- Hacer- Verificar- Actuar

Era una de las estrategias interactivas que servían para resolver problemas y mejorar procesos mediante la implementación de cambios. Este ciclo era una dirección diseñada para incentivar la mejora continua, caracterizado por su naturaleza cíclica e iterativa, en lugar de una ejecución de proceso. Al continuar el ciclo PHVA, los equipos tenían la oportunidad de formular hipótesis, probarlas y perfeccionarlas con el tiempo. El uso del ciclo PHVA había demostrado ser considerablemente beneficioso para el procesamiento, las pruebas y la resolución eficientes de problemas en un entorno productivo. Este ciclo tenía sus raíces en el concepto de progreso continuo, lo que permitía una gran flexibilidad y la capacidad de realizar mejoras iterativas.

Figura 4

Estructura de esta Norma Internacional con el ciclo PHVA



Nota. Adaptado de (ISO, 2019)

1.9 Beneficios de la ISO 9001: 2015

El Nigel Croft indicó que ISO 9001:2015 se reconocía la importancia de ciertas operaciones específicas para cada organización, incluyendo los tipos de productos y servicios que proporcionaban, así como la importancia de factores tanto internos y externos que influían en sus operaciones. Al imponer dicho enfoque del estándar requirió que cada organización considerara situaciones específicas pertinentes al desarrollar su oportuno SGC, lo que brindó a las organizaciones más flexibilidad para decidir cómo aplicar el estándar y la cantidad y tipo de documentación requerida (A. Torres & Lavayen, 2017).

El anexo SL hizo que los estándares de sistemas de gestión ISO fueran más consistentes y claros en cómo estaban organizados, qué cubrían y lo que utilizaban. Esto fue especialmente considerable en las nuevas versiones de "ISO 9001 e ISO 14001". Este esquema indicó cómo organizar las partes principales de un sistema de gestión para que fuera fácil seguir las reglas de los sistemas de gestión de ISO. Hizo que fuera más simple para varios tipos de sistemas de gestión cumplir con los estándares. Nigel Croft, el presidente del subcomité ISO/TC 176/SC 2, que analizaba diferentes patrones dentro de un único método de gestión, enfatizó la importancia de este enfoque unificado. (A.1.1.1) (Torres y Lavayen, 2017).

1.9.1 NTE INEN ISO 9001

El “NTE INEN ISO 9001” fue un documento que formaba cómo seguir el estándar técnico ecuatoriano (NTE) elaborado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). El NTE se basaba en el estándar internacional ISO 9001, el cual constituía un conjunto de reglas que mostraban cómo administrar la calidad en un negocio. Era un estándar global que se usaba a cualquier empresa que quisiera mejorar su calidad. El estándar ayudaba a las organizaciones a asegurarse de que sus productos y servicios fueran buenos e intentaran mejorar. (NTE INEN-ISO 9001, 2016).

El “NTE INEN ISO 9001:2015” fue la versión ecuatoriana de la norma acomodada a las condiciones nacionales. Esta regla establecía cómo asegurarse de que cualquier grupo que realizara actividades para el público o el sector privado pudiera hacerlo bien. El párrafo refería diferentes aspectos, como cómo ejercer un buen liderazgo, utilizar métodos fundados en procesos, procurar una mejora continua y asegurarse de que los clientes estuvieran satisfechos. Este estándar facilitaba que las organizaciones realizaran su trabajo de manera más rápida, mejor y más eficiente.

. (NTE INEN-ISO 9001, 2016).

A continuación, se describieron los fundamentos de la administración de la calidad:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Compromiso de las personas
- Enfoque a procesos
- Mejora
- Toma de decisiones basado en la evidencia
- Gestión de las relaciones” (NTE INEN-ISO 9001, 2016).

1.9.2 Norma ISO 9004:2018

El primordial objetivo de esta norma fue apoyar a las organizaciones en su búsqueda del éxito, sin enfocarse en objetivos de contrato o certificación. Su intención consistió en contribuir a la mejora continua del desempeño general. La primera edición de la norma ISO 9004 se publicó en 1994 bajo el título "ISO 9004-1:1994. Elementos de

gestión de la calidad y sistemas de calidad. Parte 1: Directrices". Posteriormente, se publicaron nuevas ediciones en 2000, 2009 y 2018. Esta norma proporcionó una hoja de ruta para lograr el triunfo sostenible, destacando la importancia de adaptarse al entorno cambiante de las organizaciones e integrando la gestión de la calidad en la gestión general. Además, introdujo los conceptos de "calidad organizacional" e "identidad organizacional". La norma estuvo compuesta por 11 capítulos y un apéndice (Torrealba, 2020, p. 14).

1.10 Gestión de procesos

Para hacer bien el trabajo, una organización necesitaba conocer cómo realizaba las cosas. Necesitaba saber dónde comenzaba y terminaba, y cómo se conectaba con otras áreas de la organización. Un proceso era un grupo de pasos que utilizaban recursos y reglas para transformar una cosa en otra (Campaña, 2019, p. 33).

1.11 Diagrama de flujo

Las empresas tenían que representar de manera integral todos los procesos y sus interrelaciones en el diagrama de procesos generales de la organización. De esta forma, el mapeo de procesos consentía visualizar cómo las actividades de la empresa se completaban en la cadena de valor y cómo se vinculaban con sus objetivos estratégicos. Al mapear los procesos, la organización lograba una visión clara de cómo generaban valor y cómo se alineaban con su misión y propósito. En un diagrama de procesos, era posible identificar la cadena de valor y los tres tipos de procesos fundamentales:

Los posibles procesos estratégicos se consideraban aquellos que eran liderados por la alta gerencia y que decidían cómo planificar, qué estrategia seguir y cómo mejorar la organización.

Las actividades operativas de la compañía eran los procesos clave. Estaban a cargo de lo que hacía empresa y de cómo lo hacía. Afectaban a los clientes, quienes podían ver y sentir los resultados del trabajo de la empresa. Los procesos clave de la compañía iniciaban con la comprensión de lo que los clientes querían.

Los procesos de apoyo protegen a los procesos importantes y estratégicos, proporcionándoles los recursos y herramientas necesarias para su correcto

funcionamiento. Cuando estos procesos no reciben el soporte apropiado, los demás procesos de la organización también pueden verse afectados y no funcionar de manera eficiente tampoco funcionarán bien (Campaña, 2019, p. 33)

1.12 Procesos de mejora

En el contexto de frecuente cambio político, tecnológico, global y económico, todas las empresas necesitaban comprender sus estructuras y procesos organizacionales para determinar las acciones estratégicas más adecuadas que ayudarían a optimizar la gestión. Se debía diseñar una estrategia administrativa que se centrara en la estructura de la organización, la manera en que se realizaban las tareas y las operaciones internas de la organización. Las actividades y su desempeño debían analizarse para garantizar el cumplimiento de las metas organizacionales, la aplicación de estándares de calidad y la capacidad de producir bienes o servicios satisfactorios (Saltos, 2020).

Para lograrlo, era fundamental crear procedimientos que satisficieran las necesidades de los clientes, incrementar la confianza de los empleados en la organización y hacerlos sentir parte del proceso que consentía brindar un excelente servicio al cliente. Además, era sustancial que los empleados estuvieran familiarizados con el proceso regulatorio y comprendieran las expectativas sobre los resultados finales de cada actividad (Saltos, 2020).

Según Ferrada y Moraga (2014), la mejora de procesos incluía una serie de actividades planificadas, coordinadas e interrelacionadas que aportaban mejoras en la organización, las cuales no solo aseguraban la calidad, sino que también mantenían el desempeño de los servicios prestados (Saltos, 2020).

1.13 Proceso de pintura de vehículos

La pintura se definía como un producto formado por una combinación de elementos, principalmente líquidos con pigmentos, que cuando era esencial se transformaba en una capa sólida y homogénea que se aplicaba sobre el vehículo. Su objetivo principal era ofrecer protección, embellecimiento y decoración para hacer el vehículo más atractivo. Sin embargo, la función principal consistía en evitar que el metal se oxidara (B. Torres & Valdez, 2020, p. 26).

Con el tiempo, el proceso de teñido había sufrido cambios significativos. En el pasado, su objetivo principal era proteger la superficie del vehículo, que solía ser de madera, y así evitar una posible putrefacción. En ese entonces, el proceso de pintura era bastante largo, duraba alrededor de cuatro semanas, debido principalmente al uso de pinceles y al prolongado tiempo de secado. Por el contrario, la pintura en la actualidad estaba diseñada no solo para proteger, sino también para restaurar la imagen original y añadir color al vehículo (B. Torres & Valdez, 2020, p. 27).

Figura 5

Proceso de pintura del vehículo



Nota. Adaptado de (Loctite, 2020)

Existían diversos procesos para pintar los vehículos; los recubrimientos se clasificaban en función de las siguientes características:

1.13.1 Pintura monocapa

Es un color que mantenía siempre su aspecto visual y aportaba durabilidad y brillo. Este tipo de pintura estaba diseñada para colores sólidos y podía utilizarse directamente.

1.13. 2 Pintura bicapa

Este tipo de pintura constaba de dos etapas o capas diferenciadas: la primera estaba compuesta por capas de color sólido, mientras que la segunda consistía en la aplicación de barniz para proporcionarle brillo y durabilidad.

1.13.4 Pintura tricapa

Este proceso de pintura constaba de tres pasos o capas de aplicación. La primera etapa utilizaba un color de fondo (generalmente blanco) para resaltar la segunda

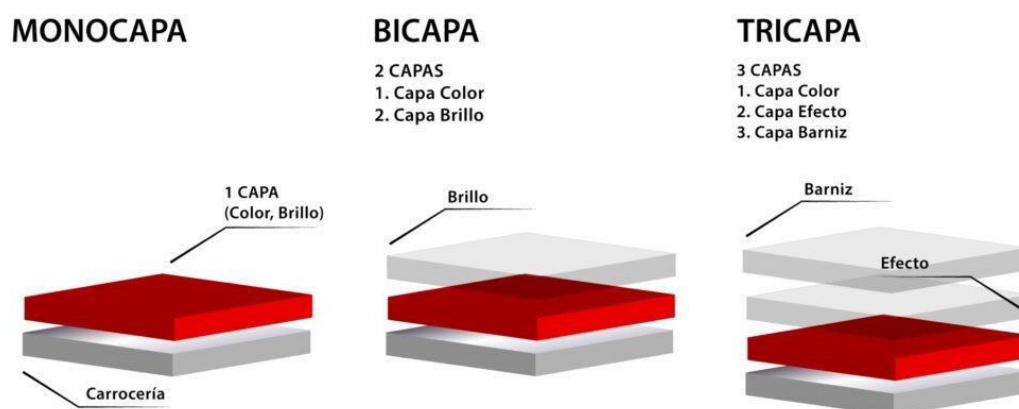
etapa. La segunda fase, llamada capa de efecto, poseía partículas de mica metálicas transparentes que creaban un brillo colorido y reflejos cuando se exponían a la luz solar. La tercera capa consistía en aplicar barniz para aportar brillo y protección (B. Torres & Valdez, 2020, p. 27).

1.13.5 Pintura cuatricapa

Este tipo de decoración se consideraba el más exigente y costoso. Su composición constaba de varias capas que se aplicaban de forma secuencial para lograr el efecto deseado. Primero, se empleaba una capa inicial, generalmente negra, que servía como base oscura para resaltar los detalles metálicos de la siguiente capa. Luego se aplicaba una segunda capa de barniz y se colocaba una lámina de metal, como aluminio, seguida de una tercera capa que consistía en barniz tintado. En la etapa final se aplica una cuarta capa de barniz para protección. En la figura 6 se puede ver la pintura del vehículo (B. Torres & Valdez, 2020).

Figura 6

Tipos de procesos de pintura



Nota. La elección del tratamiento superficial depende de varios factores, como el tipo de vehículo a reparar (Jusacolor, 2023).

1.13.6 Aplicación de pintura

El proceso de pintura automotriz cumplía dos funciones principales: prevenir la corrosión y proporcionar una apariencia estética final. Durante el proceso de fabricación del automóvil, se aplicaban diversos productos de recubrimiento a la carrocería para

lograr estas propiedades. Durante las reparaciones, ya sea por daños o deterioro natural, estas capas de pintura debían ser reemplazadas para brindar protección y el aspecto deseado. Los trabajos de acabado se dividían en dos fases: fase de preparación y fase de acabado. El primero que se desarrollaba en este apartado estaba diseñado para preparar la superficie de piezas reparadas, reemplazadas o cualquier otra zona que debía pintarse para la siguiente etapa de pintura final (Santos, 2015).

Respecto a lo mencionado por el citado autor, era importante destacar que se debía definir y seleccionar un sistema de color apropiado antes de aplicar la pintura. El proceso de pintura se definía como la serie de pasos necesarios para aplicar pintura y cumplir con requisitos predeterminados de calidad, costo, tiempo y seguridad. (Santos, 2015). En el proceso de pintura se aplicaban distintos productos de pintura para el curado de la misma. En el proceso de producción se empleaban varios productos de recubrimiento diferentes, cada uno de los cuales tenía una función específica. Por lo tanto, era importante que durante las reparaciones se utilizaran productos que fueran compatibles con el vehículo original y que mantuvieran la misma funcionalidad que el producto que había sido retirado por daños o reparación (Santos, 2015).

1.13.7 Mejora de la productividad

Mejorar la productividad no se trataba solo de realizar tareas de manera más eficaz; la prioridad radicaba en el desempeño más eficiente de las respectivas tareas. Antes de determinar qué aspectos debían considerarse para mejorar la productividad, era muy importante estudiar los factores que influían en ella. El proceso productivo se configuraba como un sistema social complejo, adaptable y cambiante. La interacción entre el trabajo, el capital y el entorno social y organizacional era esencial, siempre y cuando se encontraran equilibrados y armonizados en un todo único. El crecimiento de la productividad estaba íntimamente relacionado con la capacidad de identificar y utilizar los elementos clave del sistema de producción de la sociedad. En este aspecto, era importante distinguir tres grupos principales de factores de productividad relacionados con el trabajo, los recursos y el medio ambiente. La mejora de la productividad de la empresa dependía de la eficiencia de la gestión, es decir, de una adecuada administración (R. Salazar, 2017).

Por otro lado, una mayor productividad implicaba un proceso de cambio. Por lo tanto, comprender y controlar el cambio era esencial para mejorar la productividad; suponía motivar, provocar y crear cambios. Era relevante planificar y coordinar el alcance y la velocidad del cambio en todos los elementos importantes de la organización, incluida la estructura del personal, las actitudes y valores de los empleados, el conocimiento técnico y teórico, la tecnología y el equipo, así como los productos y mercados (R. Salazar, 2017).

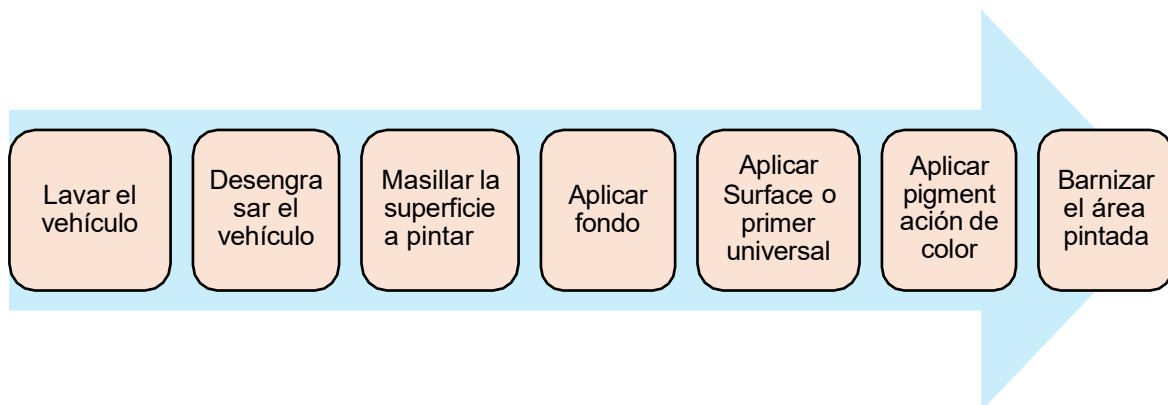
1.13.8 Proceso de repintado

El proceso de repintado de automóviles necesitaba una cuidadosa atención al mezclar, aplicar y corregir pequeñas imperfecciones. Para lograr el mejor resultado al pintar, era importante considerar algunas reglas básicas, que resultaban muy importantes. Estos aspectos incluían el tipo de pistola utilizada, la preparación del producto, la fuerza de aplicación, el número de manos aplicadas y el tiempo de secado, etc. (Escobar, 2020).

Antes de que el automóvil ingresara al taller de pintura, era preciso lavar el vehículo para eliminar suciedad como polvo y grasa. Muchos errores que se producían durante el proceso de repintado se debían a una limpieza insuficiente de la superficie de trabajo. Para garantizar un excelente acabado de pintura, un brillo óptimo y una durabilidad adecuada de la capa de pintura, se requería seguir los siguientes pasos.

Figura 7

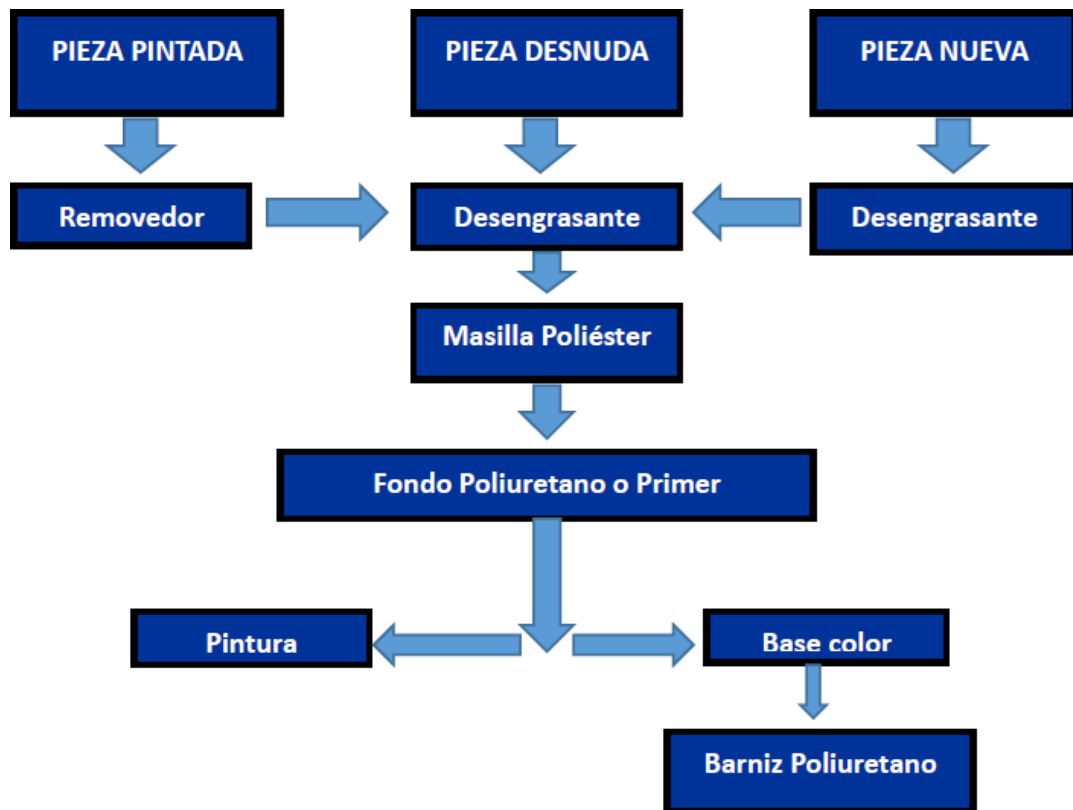
Pasos para un excelente acabado de pintura



Nota: A efectos prácticos, el siguiente diagrama describe las varias etapas del proceso de repintado de un vehículo, adaptado de (Escobar, 2020).

Figura 8

Diagrama de repintado del vehículo para autopartes metálicas



Nota. Adaptado de (Escobar, 2020)

1.14 Procesos de lijado de superficie para pintar el vehículo

El lijado era un paso esencial en el proceso de pintura de un automóvil, ya que implicaba varios pasos de lijado utilizando diferentes tipos de papel de lija. Por ejemplo, si el vehículo estaba oxidado, se debía lijar el metal para eliminar las imperfecciones, utilizando papel de lija fino o grueso, según fuera necesario. La lija gruesa se utilizaba en vehículos con daños en la carrocería, como rayones, mientras que la lija más fina se empleaba para suavizar la superficie y preparar la zona para las siguientes capas de pintura. (32-40) es más abrasiva (Barros & Cedeño, 2023).

Si se cometía un error al aplicar la masilla, podía corregirse con una lija de grano 80, que funcionaba incluso en áreas oxidadas y causaba menos daño que una lija de grano 32-40. Se utilizaba una lija más fina para alisar una superficie previamente lijada con una lija gruesa. Por ejemplo, el grano 150 era ideal para vehículos con capas finas de pintura, ya que podía removerse fácilmente. De acuerdo con Norton (2023), el papel

de lija de grano 150 era popular entre los pintores de automóviles para eliminar pintura y metal de contacto; también podía utilizarse papel de lija incluso más fino, como el de grano 240, cuando no existían daños significativos en el metal, como picaduras o corrosión por impacto (Barros & Cedeño, 2023).

1.15 Proceso de secado

La etapa de secado de la pintura para automóviles implicaba la eliminación de disolventes orgánicos en la mezcla de pintura líquida aplicada a la carrocería mediante la evaporación del calor latente generado por radiación, conducción o convección. Cuando la capa exterior se secaba, actuaba como conductor de calor, transfiriendo calor a la capa interior. La cabina de pintura, típicamente utilizada para pintar, también funcionaba como caja de secado, haciendo circular aire a una temperatura de 60 a 80 °C durante aproximadamente 30 a 45 minutos, período durante el cual el pintor debía permanecer al aire libre. La producción de calor instalada en una cámara de secado típica era aproximadamente de 140 kW o 400 000 BTU/h. En esta etapa de secado, el aire aspirado desde el exterior se recirculaba a través del intercambiador de calor antes de ser impulsado al “plenum” de distribución, con una tasa de recirculación en el rango del 80 al 90 %, lo que permitía utilizar más energía de manera eficiente. (Escobar, 2020).

Capítulo II

Metodología aplicada

2.1 Enfoque de la investigación

El estudio se realizó con un enfoque técnico y descriptivo, el sentido de la búsqueda era determinar específicamente los procesos en el ámbito operativo del sector de pintura automotriz y evidenciar los procedimientos conforme a los lineamientos de la norma ISO 9001:2015. La investigación no manipuló variables, debido a que colocó su atención en la descripción, análisis y sistematización de los subprocesos que se encontraron para luego estandarizarlos.

2.1.1 Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño transversal y no experimental, debido a que la información se seleccionó en un espacio de tiempo al interior del espacio real de trabajo del taller, no se intervino y no se modificó las condiciones operativas. La investigación se organizó a través de la metodología del ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar), que ordenó el identificar, analizar y documentar los procedimientos.

2.1.2 Métodos utilizados

Se garantizó con seriedad técnica, al aplicar la siguiente metodología:

Método descriptivo: se detalló específicamente las acciones desarrolladas en las tareas de pintura automotriz.

Método analítico: se manejó la descomposición de las etapas del proceso en criterios de calidad, variables críticas, controles y actividades.

Método documental: proporcionó facilidades en la revisión de registros del taller, normas ISO aplicables, especificaciones del fabricante y fichas técnicas.

Método inductivo: Estableció lineamientos generales y criterios del sistema de gestión de calidad a partir de la observación directa de los procesos particulares.

2.1.3 Técnicas de recolección de información

Para la obtención de información verificable y precisa de los procesos operativos, se usaron las técnicas siguientes:

Observación directa estructurada:

Por observación sistemática se identifica las fases del proceso de pintura (imprimante,

lijado, aplicación de base, secados y acabado) a través de listas de verificación establecidas con anterioridad.

Entrevistas semiestructuradas al personal técnico:

Se identificaron prácticas usuales, problemas periódicos, inestabilidad de operarios y consideraciones técnicas usadas en cada etapa.

Revisión de documentos técnicos:

Se examinaron manómetros, termómetros, parámetros recomendados para equipos como pistolas HVPL, normas ISO 9001:2015, instructivos del fabricante y fichas técnicas de pintura.

Instrumentos utilizados

Se emplearon instrumentos seleccionados para asegurar trazabilidad del proceso y precisión técnica.

Para cada subproceso se utilizaron listas de verificación: aplicación de imprimante, lijado, base color, acabado y secados.

Formatos de registro para control de variables críticas (viscosidad, presión de aire, tiempo de secado, temperatura y humedad).

Instrumentos de medición:

- Lápices de dureza (6B–9H) Higrómetro digital
- Termómetro digital e infrarrojo Manómetro para pistolas HVLP
- Copa Ford N.º 4 (control de viscosidad)
- Fichas técnicas del constructor, usadas para referir parámetros de mezcla, condiciones operativas y tiempos de curado.

Procedimiento para el estudio

La metodología se elaboró en cinco fases, diligentemente delimitadas:

1. Identificación de las tareas

Se observaron las fases fundamentales del proceso de pintura automotriz:

- Aplicación del imprimante
- Secado del imprimante Lijado
- Aplicación de pintura base Secado de pintura base

- Aplicación de acabado (Clear Coat) Secado final.

Cada tarea fue analizada en criterios de evaluación, variables críticas y actividades.

2. Observación técnica del proceso

Observación sistemática de cada actividad usando listas de verificación diseñadas con anterioridad. Los análisis incluyeron:

- Cumplimiento de fichas técnicas.
- Secuencias técnicas.
- Uso de equipos.
- Parámetros de aplicación.
- Condiciones ambientales

3. Registro y análisis de variables críticas

- Para cada fase se reconocieron:
- Viscosidad de mezclas
- Presión de aplicación
- Temperatura y humedad
- Grado de dureza en pruebas de curado
- Tiempo de secado

Se identificó desviaciones para la definición de rangos operativos correctos.

4. Criterios técnicos para la evaluación

- Los criterios de calidad usados se fundamentaron en:
- Acabado brillante sin zonas opacas
- Ausencia de partículas adheridas
- Color homogéneo y sin diferencias de tono
- Curado adecuado según dureza táctil o instrumental
- Superficie sin escurrimientos ni burbujas
- Buenas prácticas del sector
- Requisitos de la norma ISO 9001:2015
- Especificaciones del fabricante

5. Elaboración del sistema documental Se elaboró con la información técnica:

- Indicadores asociados a cada subproceso Criterios de calidad verificables
- Diagramas de flujo basados en pensamiento de riesgos Formatos de registro
- Instructivos técnicos por etapa Procedimientos estandarizados (POE)
- Todo ello conforme a lo establecido ISO 9001:2015 y a la estructura del ciclo
- PHVA.
- Criterios de rigor metodológico
- Para certificar la validez de la investigación se aplicó parámetros técnicos como: Validez técnica:
- Todos los parámetros se contrastaron con fichas del fabricante y normas ISO. Confiabilidad:
- Se utilizaron instrumentos calibrados y procedimientos replicables. Trazabilidad:
- Se generaron registros de cada medición y observación realizada. Reproducibilidad:

Las actividades se documentaron paso a paso para permitir su repetición en condiciones similares.

Se presento los siguientes cambios en los diagramas de acuerdo con la norma ISO 9001-2015.

En el diagrama de aplicación del imprimante, actualizado con mejoras basadas en ISO 9001:2015, se añadió del subproceso la documentación y trazabilidad, para el control preventivo se incorporaron inspecciones intermedias y se establecieron criterios de calidad. Asimismo, los controles y las decisiones se definieron de acuerdo con el pensamiento basado en riesgos.

El secado de la pintura base, mejorado según ISO 9001:2015, incluyó un subproceso de documentación y trazabilidad. Asimismo, se incorporó un indicador clave de desempeño,

como el control de temperatura y humedad. Se delimitó un criterio de calidad: obtener pintura sin marcas ni contaminación. Asimismo, se estableció un parámetro de decisión: si cumplía, el proceso pasaba a la aplicación del acabado (Clear Coat); de no estar conforme, se repite el proceso, y se aplicaba un control preventivo de las condiciones ambientales de acuerdo con el pensamiento basado en riesgos.

Se presenta a continuación los documentos de los subprocesos:

Tabla 1

Formato de preparación de la mezcla

FORMATO DE PREPARACIÓN DE MEZCLA
FECHA:
RESPONSABLE:
PROPORCIONES UTILIZADAS:
VISCOSIDAD MEDIDA:
FIRMA O SELLO DEL RESPONSABLE:

Nota: Elaboración propia

Tabla 2

Registro de aplicación

REGISTRO DE APLICACIÓN
NOMBRE DEL APLICADOR:
PRESIÓN DE AIRE UTILIZADA:
COBERTURA VISUAL (SI/NO HOMOGÉNEA):
FIRMA O SELLO DEL RESPONSABLE:

Nota: Elaboración propia

Tabla 3

Registro de secado

REGISTRO DE SECADO
TIPO DE SECADO (CABINA/NATURAL):
TEMPERATURA REGISTRADA:
TIEMPO DE SECADO:
RESULTADO DE INSPECCIÓN DE DUREZA:
FIRMA O SELLO DEL RESPONSABLE:

Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Registro de lijado

REGISTRO DE LIJADO
TIPO DE LIJA UTILIZADA:
RESPONSABLE DE LIJADO:
RESULTADO DE INSPECCIÓN VISUAL Y TÁCTIL:
FIRMA O SELLO DEL RESPONSABLE:

Nota: Elaboración

Datos de entrada cuantitativos del proceso de pintura automotriz

Tabla 5

Aplicación del Imprimante

Variable	Valor típico (antes ISO)	Sustento técnico
Proporción mezcla	4:1 (imprimante: endurecedor)	Aplicado según ficha del fabricante, pero medido "al ojo" o con vasos graduados simples
Viscosidad	18 – 22 segundos (copa Ford #4)	No se usaba viscosímetro; se evaluaba por fluidez de la pintura
Presión de aire	25 – 30 psi	Ajustada manualmente según experiencia del operario
Espesor de capa	25 – 40 micrones	No medido; se lograba por 1–2 manos cruzadas
Tiempo de aplicación	10 – 15 minutos por pieza	Dependía del tamaño y habilidad del pintor

Nota: El control era visual antes de ISO ya que no existían registros escritos ni medición instrumental.

Tabla 6

Secado del Imprimante

Variable	Valor típico	Sustento
Tiempo de secado natural	2 – 4 horas	Influenciado por clima frío-húmedo de Quito
Temperatura ambiente	18 – 22 °C	Temperatura promedio en talleres abiertos
Humedad relativa	60 – 80 %	No controlada, afectaba adherencia
Tipo de secado	Natural / cabina rústica	Cabinas sin control digital

Nota: El criterio antes de USO era seco al tacto, sin pruebas de dureza ni control.

Tabla 7
Lijado del Imprimante

Variable	Valor típico	Sustento
Tipo de lija	P400 – P600	Práctica estándar artesanal
Método	Manual (70 %) / orbital básica (30 %)	Limitada mecanización
Tiempo de lijado	15 – 30 minutos por pieza	Depende del defecto superficial
Consumo de lija	1 – 2 hojas por pieza	Uso intensivo por imperfecciones

Nota: La inspección visual y táctil antes de la ISO era sin criterios de aceptación.

Tabla 8
Aplicación de Pintura Base

Variable	Valor típico	Sustento
Proporción mezcla	2:1 + diluyente	Según ficha, pero sin registro
Presión de aire	28 – 32 psi	Ajuste empírico
Número de capas	2 – 3 capas cruzadas	Para lograr cubrimiento
Tiempo entre capas	10 – 15 min	Estimado por experiencia
Consumo de pintura	0,8 – 1,2 litros por vehículo	Mayor desperdicio por retrabajos

Nota: Antes de ISO el control del color era visual, sin espectrofotómetro ni prueba.

Tabla 9
Secado de Pintura Base

Variable	Valor típico	Sustento
Tiempo	30 – 60 minutos	Dependía del clima
Temperatura	Ambiente (18–22 °C)	Sin control térmico
Defectos comunes	Mancha, contaminación por polvo	Taller abierto

Nota: Existía alta variabilidad y posibilidad de retrabajo antes de ISO.

Tabla 10
Aplicación del Acabado (Clear Coat)

Variable	Valor típico	Sustento
Proporción mezcla	2:1 barniz: endurecedor	Preparación manual
Presión	28 – 30 psi	Regulada por el pintor
Capas aplicadas	2 capas	Sin control de espesor
Espesor estimado	40 – 60 micrones	No medido instrumentalmente

Nota: Valores típicos de la aplicación artesanal del acabado (Clear Coat) previos a la implementación de la norma ISO 9001:2015. Elaboración propia.

Tabla 11
Secado Final (Curado)

Variable	Valor típico	Sustento
Tiempo de curado	12 – 24 horas	Secado natural
Manipulación	Después de 24 h	Para evitar marcas
Inspección final	Visual y al tacto	Sin pruebas formales

Nota: No existía criterio de dureza antes de ISO ni adhesión o brillo.

Tabla 12

Indicadores empíricos previos a ISO 9001

Indicador	Valor aproximado
Retrabajos	20 – 30 % de trabajos
Variación de calidad	Alta
Desperdicio de pintura	15 – 25 %
Reclamos de clientes	Frecuentes
Dependencia del operario	Muy alta (conocimiento tácito)

Nota: Indicadores empíricos previos a la implementación de la norma ISO 9001. Elaboración propia

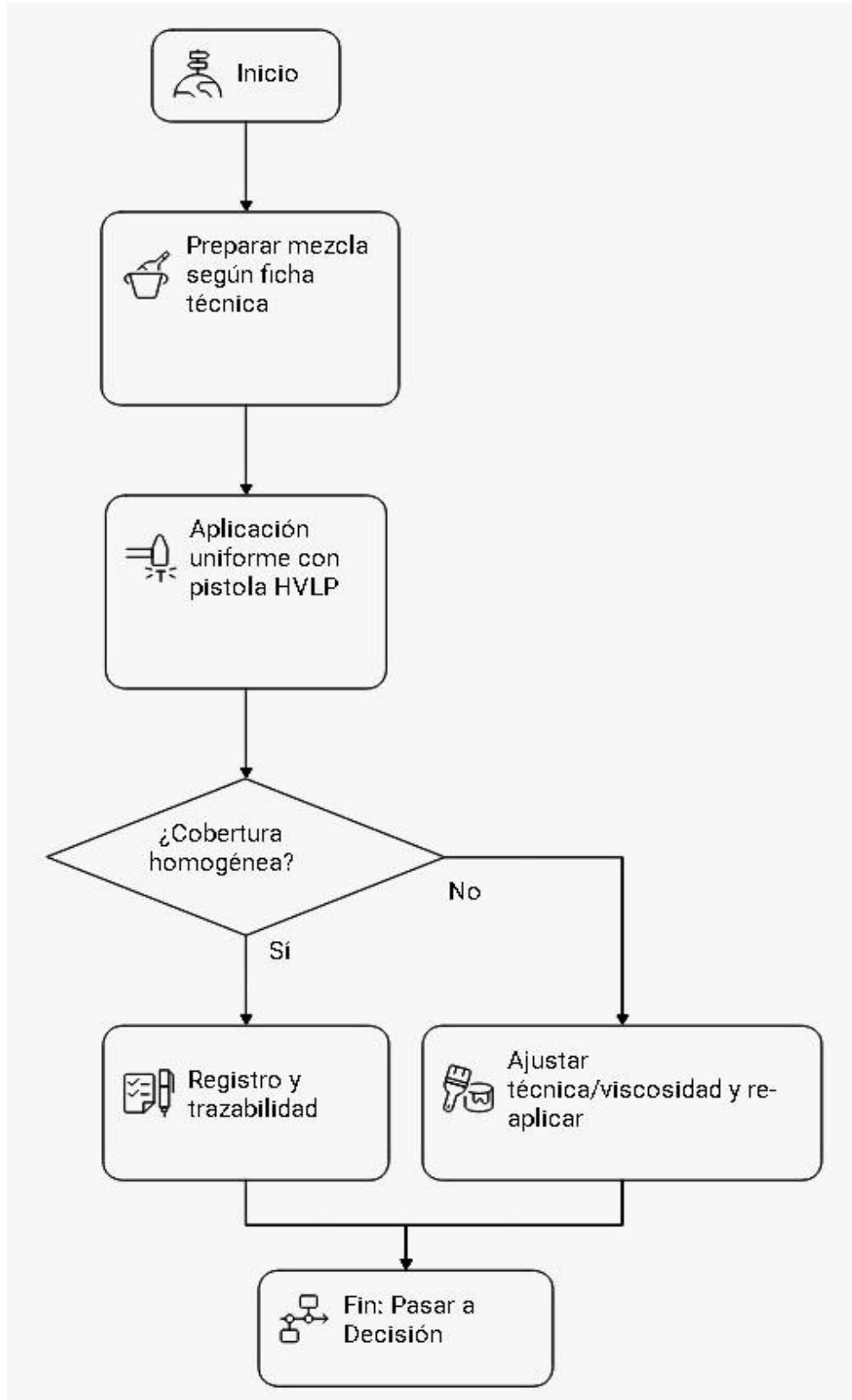
Justificación global

Antes de la ejecución de la norma ISO 9001, el proceso indicado se caracterizaba por la falta de mediciones objetivas, la ausencia de registros sistemáticos y de trazabilidad, así como por un control de calidad fundado en criterios principalmente subjetivos. En este marco, la experiencia del operario representaba la variable esencial para la toma de decisiones, lo que permitía el cumplimiento funcional del proceso, aunque sin un enfoque sistemático ni estandarizado. Estas condiciones iniciales tienen relevancia, ya que establecen una línea base que evidencia la variabilidad del proceso y justifican la necesidad de introducir un sistema de gestión de la calidad. A partir de esta base, es posible demostrar de forma comparativa las mejoras obtenidas con la aplicación de ISO 9001, reflejadas en la reducción de retrabajos y desechos, así como en el fortalecimiento de la documentación, el control y la mejora continua del proceso.

2.2 Diagrama de flujos Aplicación del Imprimante

Figura 9

Diagrama de flujos y aplicación del imprimante

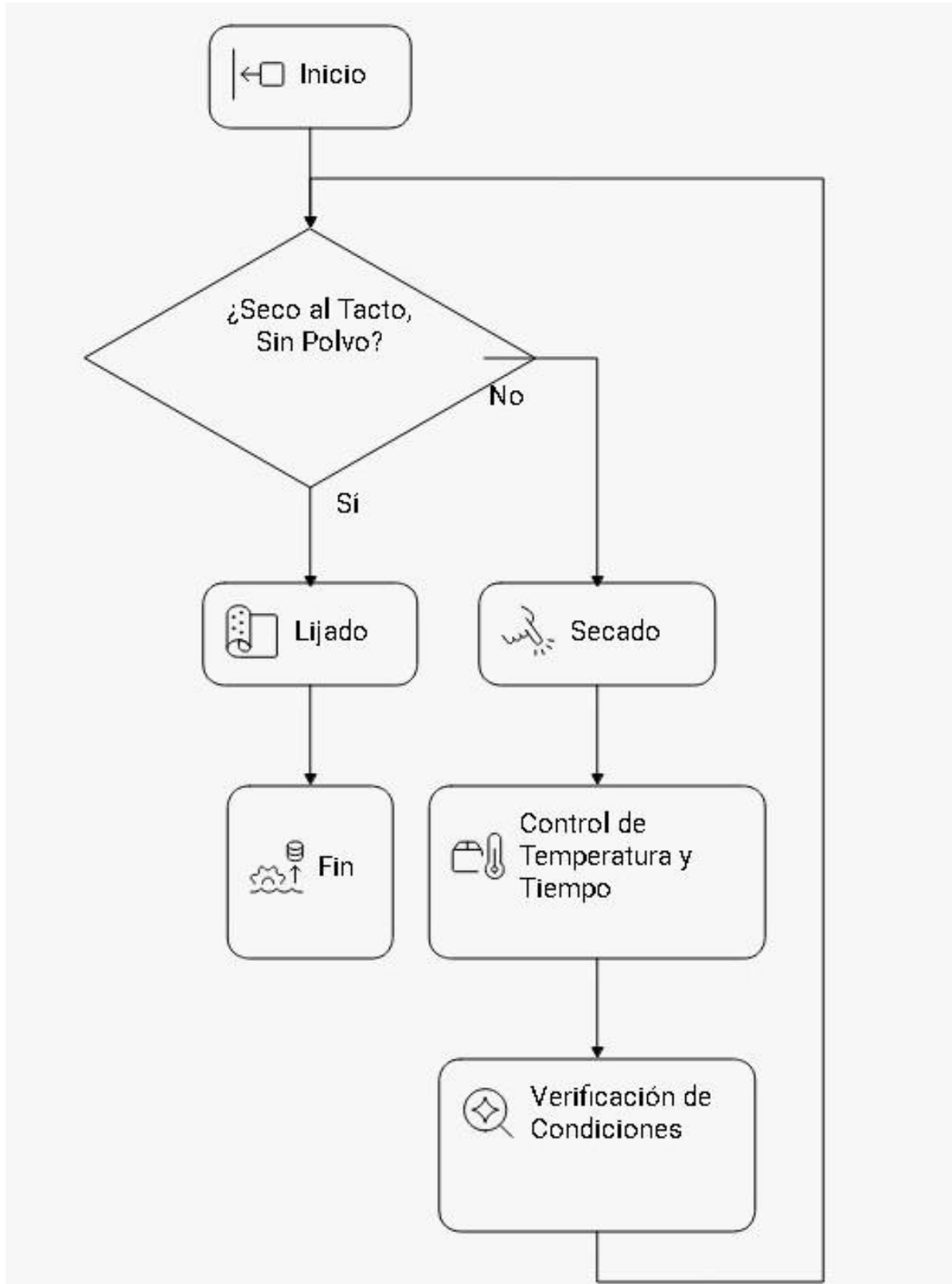


Nota: Elaboración propia

2.3 Diagrama de flujos Secado del Imprimante

Figura 10

Diagrama de flujos secado del imprimante

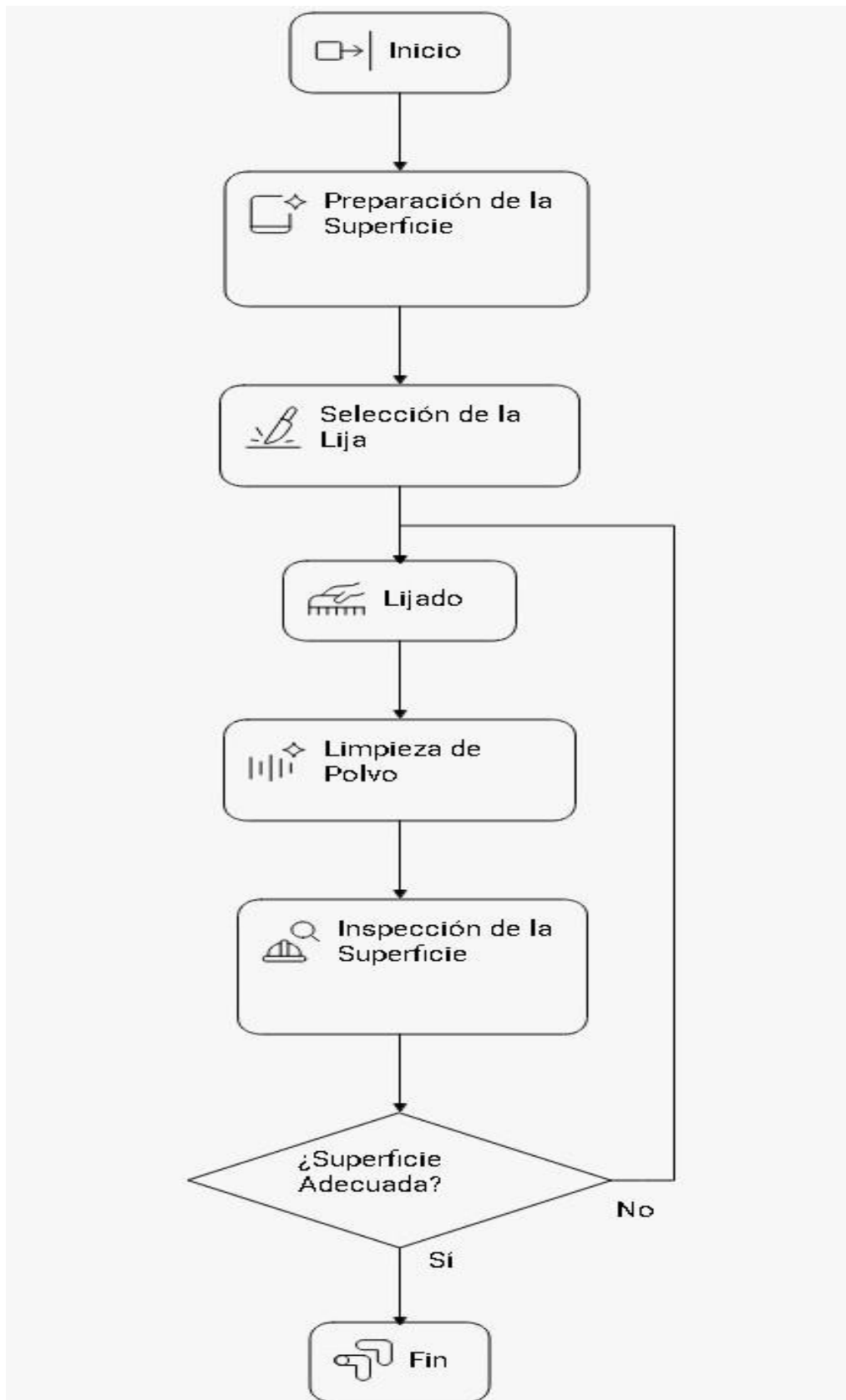


Nota: Elaboración propia

2.4 Diagrama de flujos Lijado del Imprimante

Figura 11

Diagrama de flujos lijado del imprimante

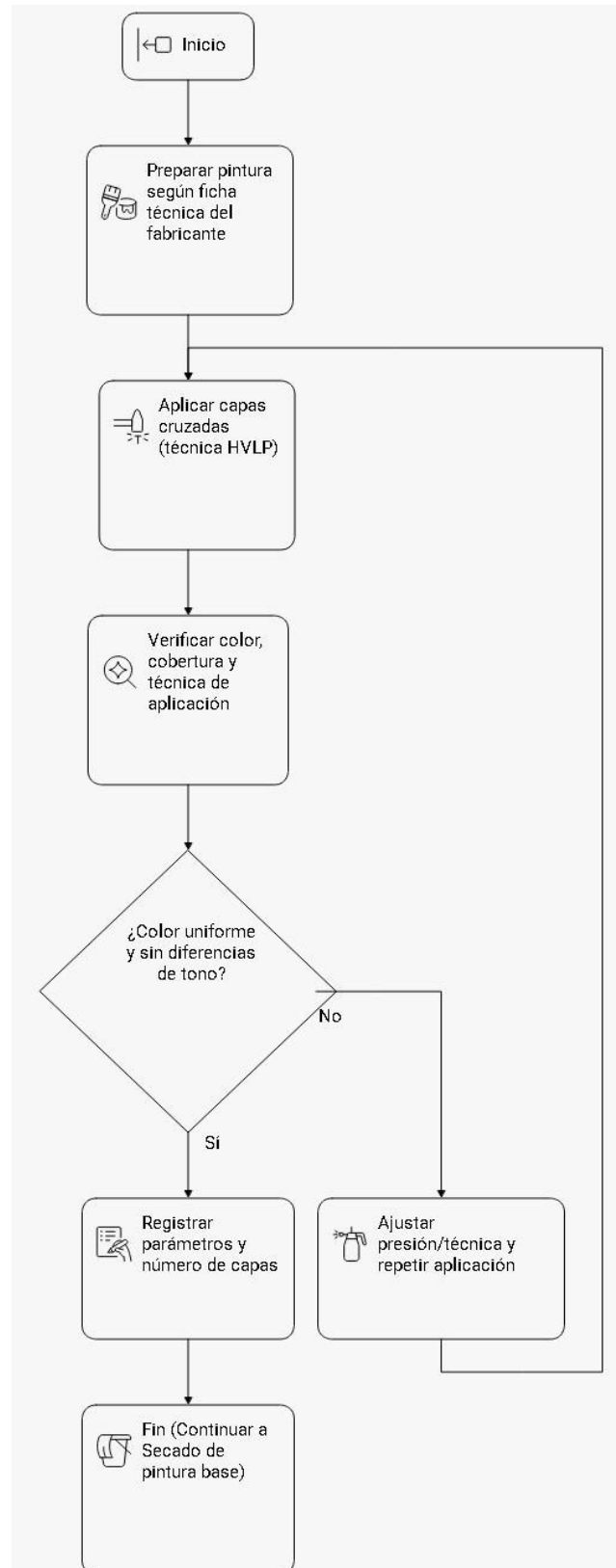


Nota: Elaboración propia

2.5 Diagrama de flujos Aplicación de Pintura Base

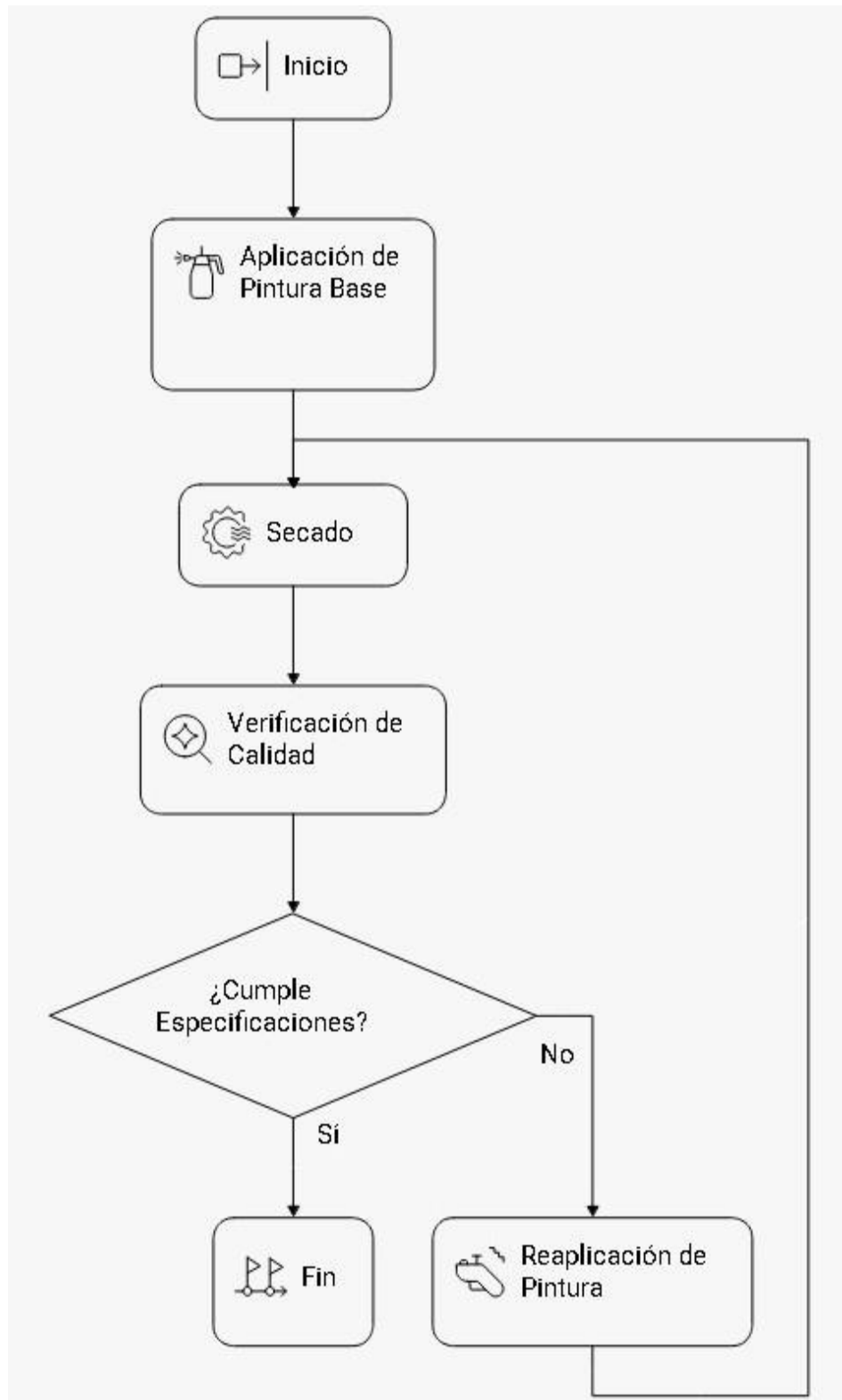
Figura 12

Diagrama de flujos aplicación de pintura base



Nota: Elaboración propia

2.6 Diagrama de flujos Secado de Pintura Base

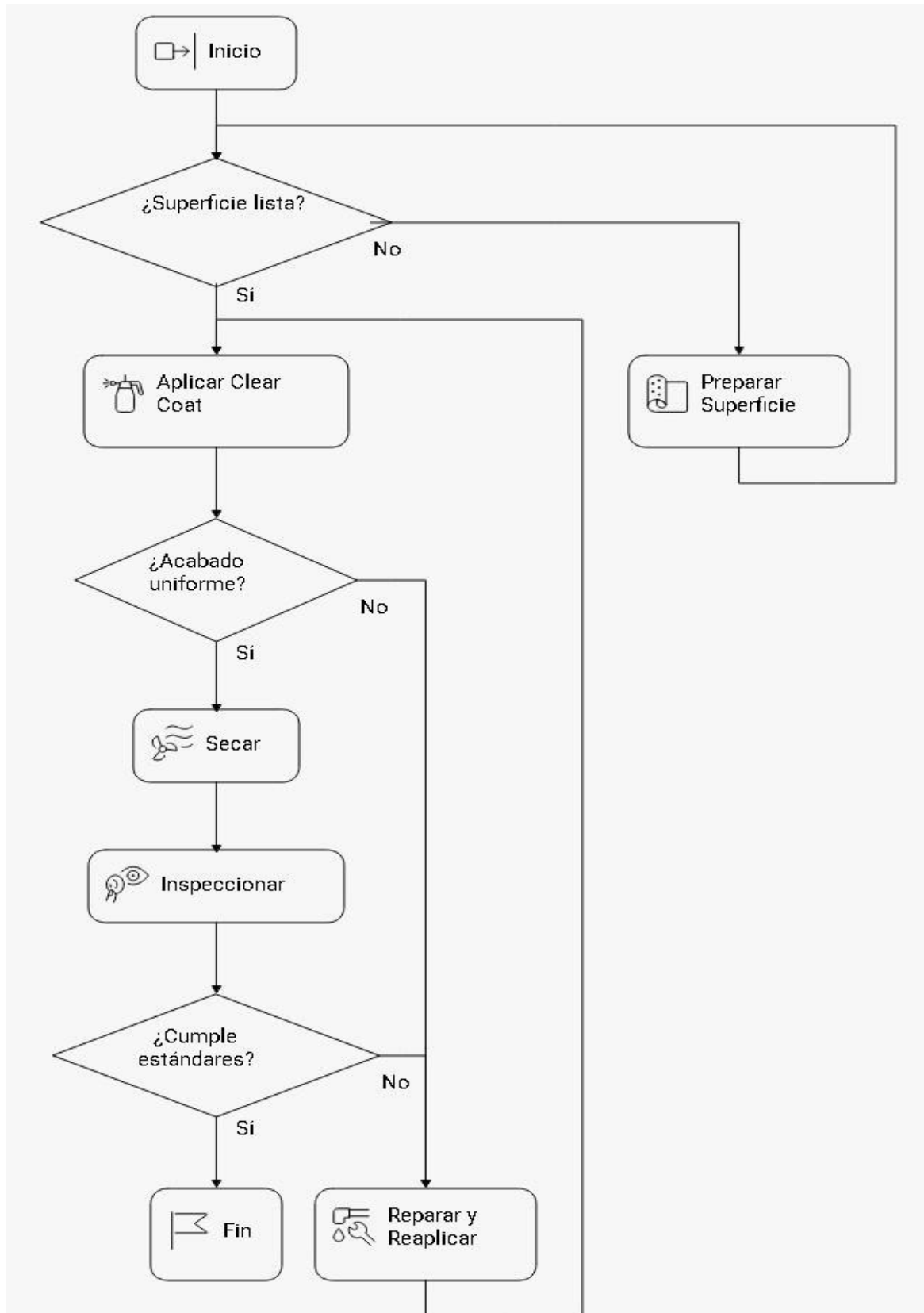
Figura 13*Diagrama de flujos secado de pintura base*

Nota: Elaboración propia

2.7 Diagrama de flujos Aplicación de Acabado (Clear Coat)

Figura 14

Diagrama de flujos aplicación de acabado

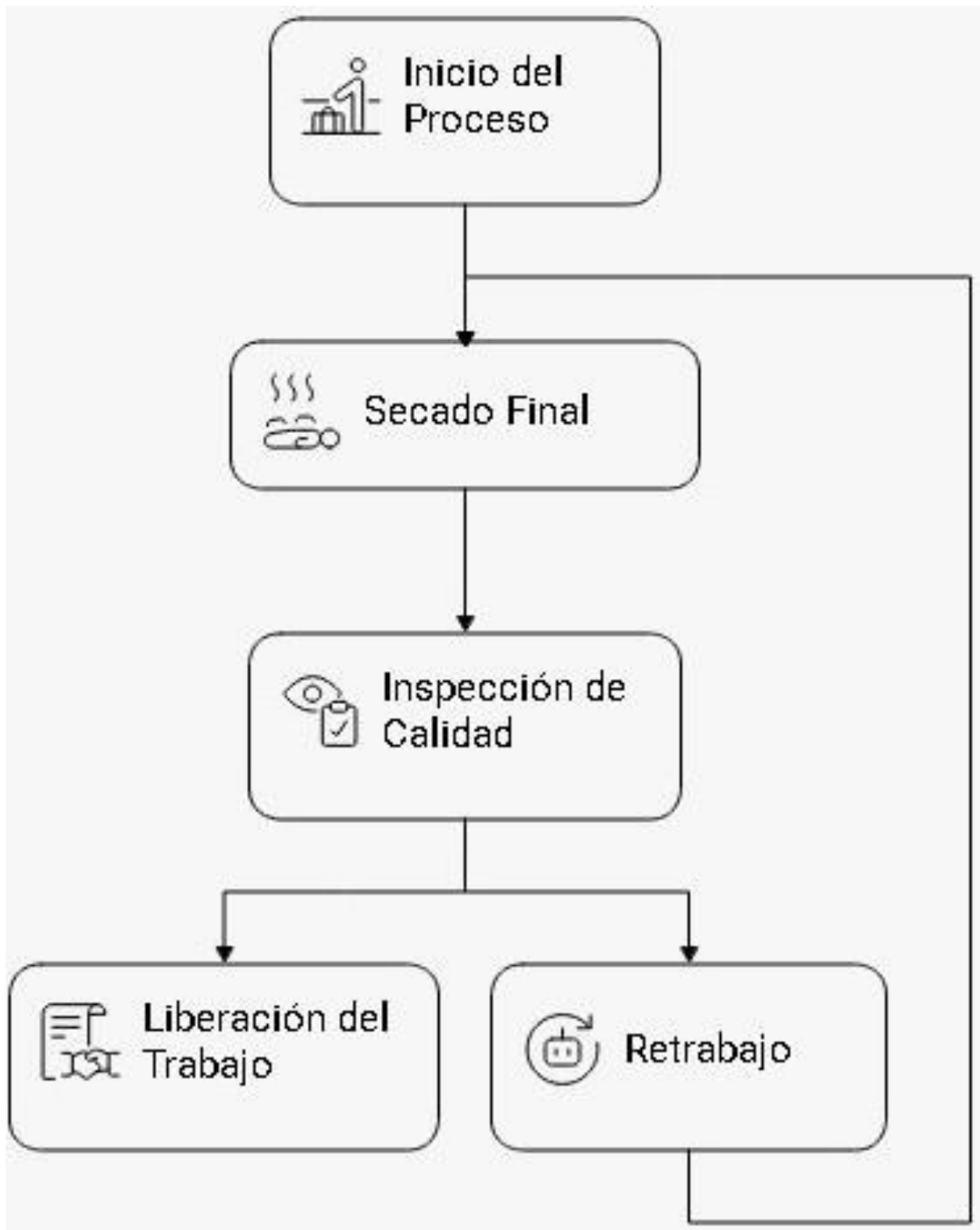


Nota: elaboración propia

2.8 Diagrama de flujos Secado final

Figura 15

Diagrama de flujos secado final

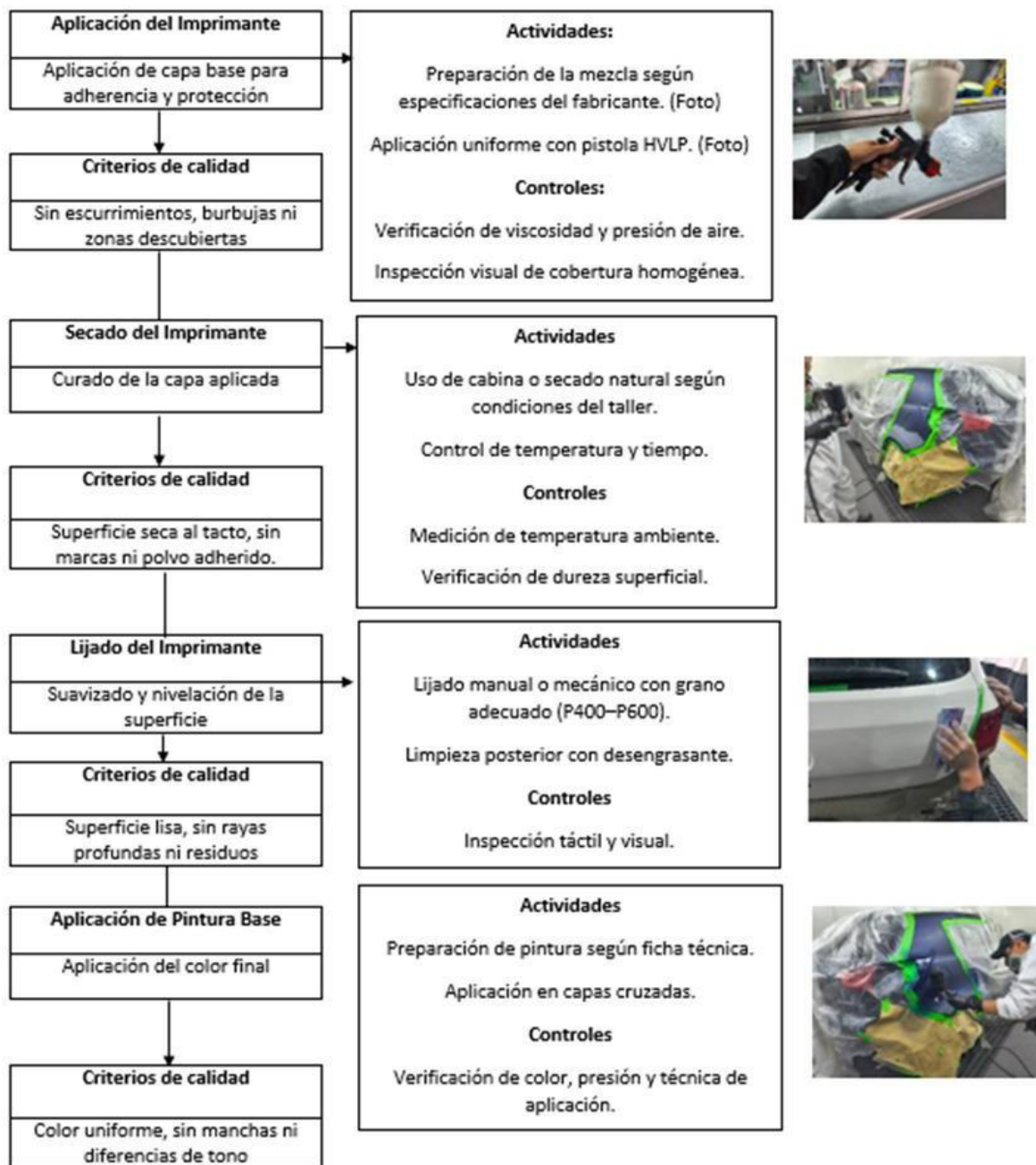


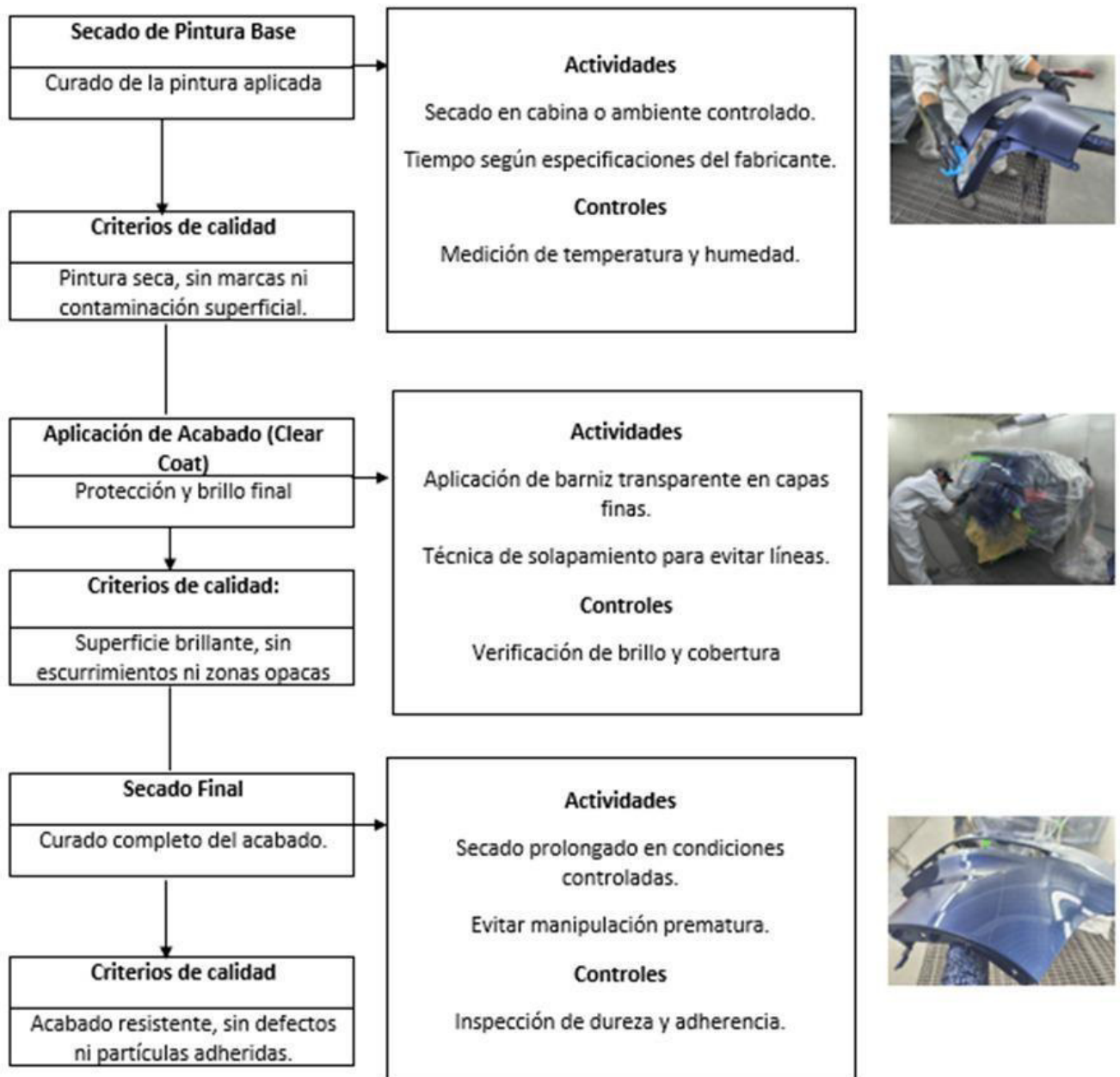
Nota: Elaboración propia

2.9 Mapa de procesos

Figura 16

Mapa de procesos





Nota. Elaboración propia

2.10 Resultados del Sistema de Gestión de Calidad aplicando el ciclo PHVA en los procesos de pintura automotriz

El diseño y aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en los procesos de pintura automotriz de Servimotor permitió lograr resultados estructurados y medibles bajo el enfoque del ciclo Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) establecido en la ISO 9001:2015. Los resultados fueron presentados considerando la definición de procesos,

responsables, clientes internos y externos, del mismo modo la incorporación de indicadores técnicos que permiten evaluar con precisión el desempeño del área de pintura automotriz.

2.11 Planificar (P): Definición de procesos, responsables y criterios técnicos

En esta fase se identificaron y documentaron los siete subprocesos críticos del área de pintura:

1. Preparación y aplicación del imprimante
2. Secado del imprimante
3. Lijado del imprimante
4. Aplicación de pintura base
5. Secado de pintura base
6. Aplicación de acabado (clear coat)
7. Secado final

Para cada proceso se definieron:

- **Responsables o dueños de proceso**

- Jefe de taller: se encargó de la planificación, gestión de recursos y supervisión general.
- Pintor automotriz: ejecuto técnicamente el subproceso.
- Inspector de calidad: realizo la verificación intermedia y final.
- Asistente de preparación: controla las mezclas, insumos y los materiales.

- **Clientes del proceso**

- Internos:
 - Área de enderezado
 - Área de preparación superficial
 - Jefe de operaciones
 - Recepción y entrega
- Externos:
 - Propietarios de vehículos
 - Aseguradoras
 - Empresas flotilleras

Riesgos operativos identificados

- Variabilidad en viscosidad o proporciones de mezcla
- Contaminación por polvo o humedad
- Diferencias de tono entre capas
- Temperatura y humedad fuera de parámetros

- Retrabajos por defectos como piel de naranja, chorreos, burbujas

3 Indicadores o KPI definidos

Dado que el NPS (Net Promoter Score) no permitió evaluar la calidad técnica del proceso, se incorporaron indicadores auxiliares:

Tabla 13

Indicadores o KPI definidos

Indicador	Fórmula / Unidad	Objetivo
Retrabajos por defectos de pintura (RDP)	$\text{N}^\circ \text{ retrabajos} / \text{N}^\circ \text{ trabajos} \times 100$	$\leq 5\%$
Tiempo de ciclo del proceso (TCP)	Minutos por automóvil	–15% respecto al tiempo inicial
Porcentaje de conformidad del acabado (PCA)	Trabajos conformes total inspeccionados	$\geq 95\%$
Consumo de material por unidad reparada (CMU)	mL o g por reparación	Optimizar y reducir desperdicio
NPS (indicador de percepción)	Escala 0–10	$> +50$

Nota: Elaboración propia

Estos indicadores proporcionaron una evaluación integral: técnica, operativa y orientada al cliente.

2.12 Hacer (H): Ejecución y control operacional

Durante esta fase se estandarizaron los procedimientos y se aplicaron controles en cada subproceso:

Controles implementados

- Control de viscosidad: Copa Ford N°4, rango 18–23 s.
- Control de presión de aplicación: pistola HVLP 2.0–2.5 bar.
- Control ambiental: temperatura 20–25 °C y humedad 40–60 %.
- Inspecciones intermedias: evaluaciones visuales y táctiles.
- Registros documentados: checklist, formatos de mezcla, tiempos y parámetros.

Resultados operativos destacados

- Se redujo de variabilidad en el acabado debido a parámetros normalizados.
- Se estandarizó el uso de equipos y de la técnica de aplicación.
- Se obtuvo una mayor estabilidad en la preparación superficial.
- Se generaron registros digitales que favorecen la trazabilidad y auditorías internas.

2.13 Verificar (V): Evaluación del desempeño mediante indicadores

La verificación se realizó comparando los resultados concretos del proceso con los

indicadores definidos.

Tabla 14

Resultados principales (primer ciclo PHVA)

Indicador	Resultado inicial	Resultado tras implementación	Análisis
RDP	14%	6%	Se redujo ampliamente, aunque aún se requirió un nuevo ciclo PHVA.
TCP	370 min por vehículo	315 min	Se evidenció una disminución del 15%, cumpliendo la meta del primer ciclo.
PCA	82%	94%	Se obtuvo una mejora significativa, próxima la meta del 95%.
CMU	26% de desperdicio	17%	Se logro una reducción asignada al control de mezcla y técnica.
NPS	+32	+48	Se evidencio una mejora en la percepción del cliente, aunque aún supera +50.

Nota: Elaboración propia

Hallazgos del proceso de verificación

- El principal factor de retrabajo correspondió a variaciones en el secado y contaminación ambiental.
- Los mayores desperdicios se presentaron en el proceso de imprimante y acabado.
- La conformidad mejora cuando se documentan los parámetros de mezcla.

2.14 Actuar (A): Acciones de mejora continua

A partir del análisis de resultados, se determinaron acciones para el próximo ciclo PHVA:

Acciones correctivas

1. Se instalo de cortinas antiestáticas para disminuir la contaminación.
2. Se impartió capacitación trimestral en técnica de aplicación HVLP.
3. Se aplico un control calibrado semanal de pistolas y manómetros.
4. Se implemento señalética de parámetros en cabina (T°, HR, presión).

5. Se optimizó la mezcla mediante proporciones preestablecidas para reducir desperdicio.

- **Acciones preventivas**

- Se realizaron auditorías internas mensuales.
- Se implementó un registro digital con alertas automáticas de parámetros fuera de rango.
- Se efectuaron reuniones de retroalimentación entre pintor, inspector y jefe de taller.

Nuevos objetivos para el siguiente ciclo

Tabla 15

Ciclo

Indicador	Meta PHVA 2
RDP	$\leq 4\%$
PCA	$\geq 96\%$
CMU	$< 15\%$ desperdicio
NPS	$\geq +55$

Nota: Elaboración propia

Datos de salida proyectados cuantitativos

Salida: Aplicación de Imprimante

Tabla 13

Resultados medibles del proceso

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento técnico
Uniformidad de cobertura	$\geq 98\%$ conforme	Inspección visual estandarizada con checklist
Viscosidad registrada	18 – 23 s (Copa Ford #4)	Medición instrumental y registro obligatorio
Espesor promedio	30 $\pm$ 5 micrones	Logrado mediante HVLP y técnica estandarizada
Retrabajos en imprimante	$\leq 5\%$	Indicador RDP controlado por ISO
Consumo de material	10 – 15 % menor vs. proceso artesanal	Control exacto de mezcla

Nota: Salida aceptada de la superficie correctamente imprimada.

Tabla 14

Salida: Secado del Imprimante

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento
Tiempo de secado	45 – 60 min (cabina)	Control térmico documentado
Temperatura controlada	20 – 25 °C	Termómetro digital
Humedad relativa	40 – 60 %	Higrómetro
Dureza inicial	≥ HB (lápiz de dureza)	Ensayo instrumental

Nota: Salida aceptada de imprimante curado, apto para lijado

Tabla 15

Lijado del Imprimante

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento
Rugosidad superficial	Adecuada / uniforme	Inspección táctil normalizada
Tipo de lija final	P600	Definida en POE
Defectos superficiales	0 visibles	Criterio de liberación
Tiempo promedio	20 ± 5 min por pieza	Estandarización de método

Nota: Salida aceptada de la superficie lisa, conforme al criterio de calidad.

Tabla 16

Aplicación de Pintura Base

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento técnico
Homogeneidad de color	≥ 95 % conforme	Inspección técnica
Presión de aplicación	2.0 – 2.5 bar	Manómetro calibrado
Capas aplicadas	2 capas cruzadas	Instructivo técnico
Diferencias de tono	≤ 2 %	Reducción por control de mezcla
Retrabajos por tono	≤ 4–6 %	Reporte RDP

Nota: Una salida es con un color uniforme, documentado y sin contaminación.

Tabla 17

Secado de Pintura Base

Variable de salida	Valor	Sustento
Tiempo de secado	30 – 45 min	Parámetro controlado
Temperatura	22 – 25 °C	Cabina controlada
Contaminación superficial	0 partículas visibles	Cortinas antiestáticas

Nota: Para la salida aceptada tiene que estar la base seca, estable y lista para clear coat

Tabla 18

Aplicación de Acabado (Clear Coat)

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento
Brillo superficial	Alto (visual técnica)	Inspección estandarizada
Espesor final	50 ± 10 micrones	Técnica HVLP
Escurecimientos	≤ 2 %	Control por inspección intermedia
Consumo de barniz	Reducción del 10 – 15 %	Optimización CMU

Nota: Una salida aceptada tiene que tener un acabado brillante, uniforme y protegido

Tabla 19*Secado Final (Curado)*

Variable de salida	Valor cuantitativo	Sustento
Tiempo de curado	8 – 12 h	Mejorado por control ambiental
Dureza final	≥ H (lápiz)	Ensayo instrumental
Adherencia	Conforme	Inspección final
Defectos visibles	0	Criterio ISO

Nota: La salida liberada es cuando el vehículo esta apto para entrega al cliente.

Tabla 20*Salidas globales del sistema (Indicadores ISO 9001)*

Indicador	Resultado cuantitativo	Interpretación
Retrabajos (RDP)	↓ de 14 % a 6 %	Mejora significativa
Tiempo de ciclo (TCP)	↓ de 370 a 315 min	–15 % de tiempo
Conformidad del acabado (PCA)	↑ de 82 % a 94 %	Calidad objetiva
Desperdicio de material (CMU)	↓ de 26 % a 17 %	Ahorro económico
Satisfacción del cliente (NPS)	↑ de +32 a +48	Mejora perceptible

Nota: Elaboración propia

Sustento técnico integral, ISO 9001

El sustento técnico integral de las salidas cuantitativas, conforme a la norma ISO 9001, se basan en diversos elementos que garantizan coherencia y confiabilidad en los resultados. En este marco, dichas salidas se encuentran sustentadas por registros documentados que recogen información clave de cada fase del proceso, por ejemplo, la mezcla de materiales, los tiempos de secado, las actividades de lijado y los resultados de las inspecciones.

Así mismo, se apoyan en la medición instrumental realizada a través de equipos especializados como la copa Ford para evaluar la viscosidad, el higrómetro para controlar la humedad, el termómetro para verificar la temperatura y el manómetro para medir la presión, lo que posibilita obtener datos objetivos y cuantificables. De la misma forma se integran indicadores clave de desempeño (KPI) previamente definidos y evaluados, los cuales posibilita medir la eficiencia y calidad del proceso.

De manera simultánea, se desarrollan inspecciones intermedias y finales que garantizan el cumplimiento de los estándares establecidos en cada etapa, contribuyendo a la validación de los resultados. Por último, todo este sistema se articula mediante la aplicación continua del ciclo PHVA, el cual es implementado y realimentado de manera

frecuente, posibilitando la mejora continua del proceso y la optimización de las salidas cuantitativas.

Conclusión técnica

La conclusión técnica, en el marco de la norma ISO 9001:2015, refleja que el proceso de pintura automotriz ha evolucionado notablemente al transformar resultados tradicionalmente subjetivos en resultados medibles y controlados. Como consecuencia de ello, se logran salidas uniformes y repetibles, lo cual garantiza consistencia en la calidad del acabado. Así también, se observa una disminución clara de retrabajos, permitiendo optimizar tiempos y recursos dentro del proceso productivo.

Así mismo, se logra una optimización en el uso de materiales, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia operativa. Este enfoque también favorece a una mayor satisfacción del cliente, al asegurar que los resultados finales se ajusten a sus expectativas y requerimientos. Paralelamente, se establece una trazabilidad total del proceso, permitiendo el seguimiento detallado de cada etapa y la verificación de los parámetros definidos.

Dentro de este marco, las salidas cuantitativas alcanzadas resultan plenamente válidas para ser incorporadas en el capítulo de resultados, así como para desarrollar un análisis comparativo del antes y después de la ejecución del sistema de gestión de calidad. Además, constituyen un insumo clave para la evaluación del impacto del SGC y el sustento técnico requerido en procesos de auditoría académica o profesional.

2.15 Conclusión del apartado

Los resultados del SGC empleando en el ciclo PHVA permitieron evidenciar un progreso cuantificable del proceso de pintura automotriz. La incorporación de indicadores técnicos junto con el NPS afirmó una evaluación completa del desempeño, contemplando eficiencia operativa, calidad del acabado y satisfacción del cliente. Este enfoque fortaleció la toma de decisiones basada en evidencia y consolida una cultura organizacional enfocada a la mejora continua.

Comparación de datos cuantitativos

Comparación por subproceso técnico

Tabla 21

Aplicación del Imprimante

Variable	Datos de entrada (Antes ISO)	Datos de salida (Después ISO)	Mejora evidenciada
Viscosidad	18–22 s (estimada visualmente)	18–23 s (Copa Ford N.º4)	Control objetivo y repetible
Presión de aire	25–30 psi (sin registro)	2.0–2.5 bar (≈29–36 psi) registrada	Estabilidad del chorro
Espesor	25–40 µm (no medido)	30 ± 5 µm medido	Uniformidad del recubrimiento
Retrabajos	20–25 %	≤ 5–6 %	↓ Defectos iniciales
Consumo de material	Alto, sin control	↓ 10–15 %	Optimización de mezcla

Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Secado del Imprimante

Variable	Antes ISO	Después ISO	Resultado
Tiempo de secado	2–4 h (natural)	45–60 min (cabina)	↓ Tiempo operativo
Temperatura	18–22 °C (no control)	20–25 °C controlada	Curado uniforme
Humedad	60–80 %	40–60 %	↓ Contaminación
Criterio de aceptación	"Seco al tacto"	Dureza ≥ HB (lápiz)	Liberación técnica

Nota: Elaboración propia

Tabla 23

Lijado del Imprimante

Tipo de lija	P400–P600	P600 estandarizada	Superficie homogénea
Tiempo	15–30 min	20 ± 5 min	Menor variabilidad
Defectos	Frecuentes	0 visibles	↑ Conformidad
Inspección	Visual informal	Visual y táctil documentada	Trazabilidad

Nota: Elaboración propia

Tabla 24 *Aplicación de Pintura Base*

Variable	Antes ISO	Después ISO	Impacto
Capas	2–3 sin estándar	2 capas cruzadas	Repetibilidad
Homogeneidad de color	Variable	≥ 95 % conforme	↓ Diferencias de tono
Presión	28–32 psi	2.0–2.5 bar controlado	Mejor atomización
Retrabajos	15–20 %	≤ 6 %	↓ Correcciones

Nota: Elaboración propia

Tabla 25

Secado de Pintura Base

Variable	Antes ISO	Después ISO	Resultado
Tiempo	30–60 min	30–45 min	Mayor consistencia
Ambiente	No controlado	Cabina controlada	↓ Polvo
Contaminación	Frecuente	0 partículas visibles	↑ Calidad

Nota: Elaboración propia

Tabla 26

Aplicación de Acabado (Clear Coat)

Variable	Antes ISO	Después ISO	Mejora
Espesor	40–60 μm estimado	50 $\pm$ 10 μm controlado	Brillo uniforme
Escurrimientos	10–15 %	$\leq$ 2 %	↓ Defectos
Consumo de barniz	Alto	↓ 10–15 %	Ahorro económico

Nota: Elaboración propia

Tabla 27

Secado Final y Producto Entregado

Variable	Antes ISO	Después ISO	Resultado
Tiempo de curado	12–24 h	8–12 h	↑ Productividad
Dureza final	No medida	$\geq$ H (lápiz)	Validación técnica
Defectos finales	Ocasionales	0 visibles	Conformidad ISO

Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Comparación global mediante indicadores (KPI)

Indicador	Antes ISO (Entrada)	Después ISO (Salida)	Variación
Retrabajos (RDP)	14–30 %	6 %	↓ Muy significativa
Tiempo de ciclo (TCP)	370 min/vehículo	315 min	↓ 15 %
Conformidad del acabado (PCA)	82 %	94 %	↑ +12 pts.
Desperdicio de material (CMU)	26 %	17 %	↓ 9 pts.
Satisfacción cliente (NPS)	+32	+48	↑ Percepción positiva

Nota: Elaboración propia

Análisis técnico comparativo

El análisis técnico comparativo indica una transformación importante en la gestión de la calidad a partir de la implementación de la norma ISO 9001. Antes de su aplicación, el proceso se definía por la ausencia de control en los datos de entrada, lo que generaba una fuerte dependencia de la experiencia y criterio del operario. Esta situación generaba resultados altamente variables, con elevados niveles de retrabajo y desperdicio de materiales, impactando directamente la eficiencia del sistema productivo. Del mismo modo, la calidad del producto final era evaluada desde una perspectiva subjetiva, sin parámetros normalizados que permitieran una medición objetiva y verificable.

Por el contrario, tras la implementación de la ISO 9001, se evidencia un cambio estructural orientado al control y el progreso continuo. Los datos de entrada pasan a ser medidos y normalizados, lo que disminuye significativamente la variabilidad en el proceso. Como consecuencia, los resultados de salida se vuelven medibles, repetibles y susceptibles de auditoría, facilitando un seguimiento riguroso del desempeño. Este enfoque sistemático se refleja en una mejora evidente en la eficiencia operativa, la calidad del producto y el nivel de satisfacción del cliente, fortaleciendo un modelo de gestión fundamentado en la evidencia y la estandarización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis elaborado en el área de pintura automotriz permitió conocer la forma clara cómo se estaban ejecutando los procesos en la práctica y cuáles eran sus principales debilidades. Se identificaron puntos críticos que afectaban directamente la calidad del acabado, como la variabilidad en la mezcla de pintura, las condiciones ambientales no controladas y la falta de parámetros técnicos definidos, lo cual ayudó a reducir en un 15% los tiempos, teniendo como resultados mejoras en los acabados y cantidad de reprocesos empleados. También, se evidenció que muchos resultados que dependían de la experiencia del operario más que de un sistema estructurado. Este diagnóstico no solo permitió reconocer los conflictos presentes, sino también comprender las verdaderas necesidades del cliente, principalmente en cuanto a uniformidad, tiempos de entrega y confiabilidad del servicio.

Con base al análisis inicial, se logró diseñar una estructura documental coherente y funcional basada en los lineamientos de la norma ISO 9001:2015. Esta estructura incorporó procedimientos, instructivos técnicos, formatos de registro y diagramas de flujo que permitieron organizar y estandarizar cada etapa del proceso de pintura reduciendo el 20% de retrabajos. La implementación de esta documentación marco un cambio relevante en la forma de trabajo del taller, ya que dejó de depender exclusivamente del criterio individual para pasar a un sistema más ordenado, trazable y replicable. De esta manera, el sistema diseñado no solo aporta control, sino también claridad en las responsabilidades y en los criterios de calidad que deben cumplirse.

El establecimiento de indicadores de desempeño permitió analizar de manera objetiva el funcionamiento del proceso de pintura antes y después de la implementación del sistema. A partir de estos indicadores, se observaron mejoras significativas, como la reducción de retrabajos, la optimización del tiempo de ciclo y la disminución del desperdicio de materiales. Del mismo modo, se logró un incremento en la conformidad del acabado y en la percepción del cliente. Estos resultados señalaron que la aplicación del ciclo PHVA no solo es útil en teoría, sino que genera cambios concretos cuando se aplica de forma disciplinada. Por último, las acciones de mejora implementadas dejaron

una base sólida para continuar optimizando el proceso en futuros ciclos, fortaleciendo así una cultura de mejoramiento continuo dentro del taller.

En conjunto, el diseño del Sistema de Gestión de la Calidad contribuyó a transformar un proceso que antes era empírico en uno estructurado, medible y orientado a resultados. Más allá de los resultados obtenidos, el principal aporte del trabajo radica en haber establecido una base técnica y organizativa que favorece la mejora continua y la toma de decisiones fundamentadas. Esto no solo beneficia al taller en términos de eficiencia y competitividad, sino que también influye directamente en la satisfacción del cliente y en la calidad del servicio brindado.

La comparación permite demostrar que la norma ISO 9001:2015 transforma los datos empíricos de entrada en resultados cuantitativos confiables de salida, lo que se refleja en una reducción significativa de defectos y retrabajos, un aumento en el grado de conformidad del acabado, la optimización del tiempo operativo y la reducción del desperdicio de materiales; todo ello favorece el fortalecimiento del sistema de gestión y se observa un mayor grado de satisfacción del cliente.

El cuadro comparativo es válido para el análisis de resultados, la sección antes y después, el sustento del impacto del SGC y como apoyo en la defensa académica o técnica.

Recomendaciones

Se recomienda mantener un proceso continuo de monitoreo de los puntos críticos identificados, fundamentalmente aquellos relacionados con la viscosidad de las mezclas, la contaminación ambiental y las variaciones de temperatura y humedad. Para ello, es esencial actualizar periódicamente las listas de verificación, reforzar la inspección visual y táctil, y asegurar que el personal registre cada variable crítica en tiempo real. Igualmente, se sugiere realizar reuniones mensuales de revisión técnica para analizar tendencias, detectar nuevas causas de defectos y ajustar los parámetros operativos conforme a los requisitos del cliente y a las condiciones del entorno.

Se recomienda mantener la estructura documental del Sistema de Gestión de la Calidad bajo un proceso de revisión y mejora perenne, actualizando procedimientos, instructivos y controles conforme avancen las tecnologías, cambien las fichas técnicas de los fabricantes o se anexen a nuevos equipos. Es importante institucionalizar la práctica de calibración periódica de pistolas HVLP, termómetros, manómetros e higrómetros, así como garantizar la accesibilidad de los documentos en formato físico y digital. La estandarización debe reforzarse mediante capacitaciones semestrales para asegurar que todos los operarios apliquen las mismas técnicas y criterios de calidad establecidos por la organización.

Se recomienda fortalecer el sistema de indicadores, ampliándolo progresivamente hacia métricas más específicas, como tiempos de respuesta por subproceso, niveles de desperdicio por tipo de material y cumplimiento de parámetros ambientales. Se sugiere implementar un panel digital de control, donde se visualicen los valores actuales, históricos y metas del segundo ciclo PHVA. Además, se recomienda consolidar las acciones de mejora mediante capacitaciones continuas en técnica HVLP, mantenimiento preventivo de equipos, control de mezcla y uso apropiado de materiales, ya que estas medidas manifestaron tener impacto directo en la disminución de retrabajos y desperdicios. Finalmente, se sugiere dar continuidad a las mejoras ambientales implementadas y trabajar en alcanzar un NPS superior a +55, reforzando los canales de comunicación con los clientes.

Bibliografía

- Barros, F., & Cedeño, W. (2023). *Rehabilitación en la Carrocería del Vehículo Mazda 3 Aplicando el Sistema de Pintura en Base de Agua.*
- BIRT. (2020, February 6). 1.2.- *Evolución histórica del concepto de Calidad.* | GCPRLPA01.- *Aseguramiento de la Calidad.*
https://ikastaroak.birt.eus/edu/es/PPFM/GCPRLPA/GCPRLPA01/es_PPFM_GCPRLPA01_Contenidos/website_12_evolucin_histrica_del_concepto_de_calidad.html
- Campaña, R. (2019). *SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA ISO: 9001 2015 PARA LA EMPRESA "INGEAUTO."*
- Chávez, D. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de calidad basado en la NORMA ISO 9001:2015, para la línea de faenamiento de ovinos en el Camal Municipal de Riobamba.*
- Cabrera Ortiz, C. L. (2024). *Análisis del modelo de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001-2015 aplicado a la línea de producción de pinturas en la empresa Adheplast SA (Bachelor's thesis).* <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27020>
- Cortés, J. (2017). *Sistemas_de_Gestión_de_Calidad_Iso_9001* (ICB Editores, Ed.; 1st ed.).
- Escobar, M. (2020). *DISEÑO DE UNA CABINA DE APLICACIÓN DE PINTURA CONVENCIONAL PARA VEHÍCULOS LIVIANOS.*
- ESGINOVA. (2022, February 1). *La ISO 9001:2015 y los principios de gestión de la calidad.*
<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2022/02/la-iso-90012015-y-los-principios-de-gestion-de-la-calidad/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta).
- Herrera Paredes, M. A., Prudencio, H., & Stefany, S. S. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001: 2015 para la mejora de los procesos de la Empresa Vidrios Fortaleza EIRL Arequipa 2023.*
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13735>
- ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos.*
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Jusacolor. (2023, August 6). *Acabado Monocapa, Bicapa y Tricapa.*
<https://jusacolor.com/acabado-monocapa-bicapa-y-tricapa/>
- Letellier, E. (2019). *Diseño e implementación de un Sistema de Gestión de calidad basado en la Norma ISO-9001 en la empresa ATR3ZZO.*
- Loctite. (2020, June 2). *Artículo técnico: 'Secretos para conseguir un óptimo pintado de la carrocería'.* <https://blog.reparacion-vehiculos.es/secretos-para-conseguir-un-optimo-pintado-de-la-carroceria>
- Medici, L. (2020). ISO 9000: Evolución hacia la calidad total ISO 9000: Evolution towards total quality. *Publicaciones En Ciencias y Tecnología*, 14, 3–13.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27619.48162>

- NTE INEN-ISO 9001. (2016). *SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD REQUISITOS (ISO 9001: 2015, IDT)*.
- Ortega, C. (2024, April 20). *¿Qué es un indicador NPS?*
<https://www.questionpro.com/blog/es/indicador-nps/>
- Pacheco, B. (2021). *Implementación de un sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO 9001:2015 para mejorar la gestión administrativa de la Empresa Naylamp Ingenieros S.A.C.*
- Remache, R. (2023). *Diseño de un sistema integral de gestión estratégica basado en la NORMA ISO 9001:2015 para estandarizar la línea de queso fresco en la empresa de lácteos El Pajonal.*
- Salazar, H. (2018). *Importancia de las técnicas grafoplásticas en la educación inicial.*
- Salazar, R. (2017). *"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SECADO DE PINTURA EXPRESS PARA PIEZAS AUTOMOTRICES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA FIXAUTO DE LA CIUDAD DE AMBATO."*
- Salto, V. (2020). *Análisis y propuesta de mejoramiento de procesos en la empresa "Restaurante la Cañita".*
- Santos, W. (2015). *"ESTUDIO DEL PROCESO DE PINTURA BAJO LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES MARCAS DE RECUBRIMIENTOS SOBRE MATERIAL GALVANIZADO Y FIBRA DE VIDRIO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL ACABADO SUPERFICIAL DE LOS BUSES FABRICADOS EN LA EMPRESA IMPEDSA."*
- Soriano Francés, A. P. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de la calidad en un organismo/empresa según la ISO 9001: 2015.*
<https://riunet.upv.es/entities/publication/0775da7f-cbfa-4e4a-9adc-737ba9f88b42>
- Torrealba, G. (2020). *LA NORMA ISO 9004:2018 Y LA APLICACIÓN DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL PARA EL ÉXITO SOSTENIDO. Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones En Las Ciencias Sociales*, 27, 11–25. <https://orcid.org/0000-0002-0647-0033>
- Torres, A., & Lavayen, M. (2017). *"Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad según las Normas ISO 9001:2015 para una Empresa textil de la ciudad de Guayaquil."*
- Torres, B., & Valdez, D. (2020). *"PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DEL TALLER DE ENDEREZADO Y PINTURA 'MERCEDES BENZ' DE LA CIUDAD DE CUENCA.*

Anexos

Anexo 1: Requisitos para los proveedores externos

Proveedor Externo	Requisitos y Procedimientos	Detalles
Materias Primas	Productos y servicios a proporcionar	Suministro de pigmentos, resinas y aditivos químicos que cumplen con especificaciones técnicas de calidad ISO 9001:2015.
	Aprobación y liberación de productos y servicios	Evaluación inicial de proveedores basada en certificaciones ISO y capacidad técnica. Control de calidad riguroso de cada lote recibido.
	Competencia y calificación requerida por parte de los proveedores	Preferencia por proveedores con experiencia y cumplimiento demostrado en la industria de pinturas.
	Interacciones entre el proveedor y la organización	Reuniones periódicas para discutir calidad, mejoras y coordinación de entregas. Uso de herramientas electrónicas para comunicación eficiente.
	Seguimiento y control del desempeño del proveedor	KPIs: porcentaje de productos rechazados, cumplimiento de plazos de entrega, satisfacción del cliente interno. Auditorías regulares de cumplimiento.
	Verificación del cumplimiento de los requisitos	Inspecciones detalladas y pruebas de conformidad con especificaciones técnicas ISO 9001:2015 para cada lote recibido. Documentación sistemática de resultados.

Anexo 2: Instructivo técnico



- **Aplicación del Imprimante**

Subproceso: Aplicación de capa base para adherencia y protección.

Actividades:

Preparación de la mezcla según especificaciones del fabricante.

Aplicación uniforme con pistola HVLP.

Controles:

Verificación de viscosidad y presión de aire.

Inspección visual de cobertura homogénea.

Criterios de calidad:

Sin escurrimientos, burbujas ni zonas descubiertas.

Instructivo**Técnico Actividades**

Preparación de la mezcla, combinar los componentes del imprimante según las especificaciones del fabricante.

Verificar que los materiales estén en buen estado y que se utilicen las cantidades correctas, aplicación uniforme con pistola HVLP.

Utilizar una pistola HVLP (High Volume Low Pressure) para aplicar la capa base, conservar una distancia optima y realizar movimientos uniformes para asegurar una cobertura homogénea. Controles

Verificación de viscosidad y presión de aire, medir la viscosidad de la mezcla antes de la aplicación, ajustar la presión de aire de la pistola conforme a las sugerencias del fabricante, inspección visual de cobertura homogénea, observar la superficie para confirmar que no haya zonas sin cubrir ni acumulaciones de material y asegurar que la aplicación sea pareja en toda el área tratada.

Criterios de Calidad

La aplicación debe cumplir con los siguientes requerimientos, sin escurrimientos, sin burbujas y sin zonas descubiertas

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Viscosidad de la mezcla	23 segundos	Segundos	Copa Ford N°4 (de aluminio o plástico)
Presión de aire de pistola HVLP	2.5 bar (29–psi)	Bar / PSI	Manómetro incorporado en pistola o externo

- **Secado del Imprimante**



Subproceso: Curado de la capa aplicada.

Actividades:

Uso de cabina o secado natural según condiciones del taller.

Control de temperatura y tiempo.

Controles:

Medición de temperatura ambiente.

Verificación de dureza superficial.

Criterios de calidad:

Superficie seca al tacto, sin marcas ni polvo adherido.

Instructivo técnico

Actividades

Uso de cabina o secado natural según condiciones del taller también tienen que determinar el método de secado más adecuado puede ser cabina de curado o secado natural, asegurar que el área esté libre de polvo y contaminantes que puedan afectar la superficie.

Control de temperatura y tiempo, establecer parámetros de temperatura y duración

del secado según las recomendaciones del fabricante y supervisar constantemente para evitar sobrecalentamiento o curado incompleto.

Controles

Medición de temperatura ambiente, utilizar termómetros o sensores para comprobar que la temperatura se mantenga dentro del rango óptimo, registrar las mediciones para control de calidad, verificación de dureza superficial, además se debe realizar pruebas táctiles con instrumentos adecuados para confirmar que la superficie esté correctamente curada y asegurar que no haya zonas blandas o pegajosas.

Criterios de Calidad

La superficie debe cumplir con los siguientes requisitos, seca al tacto, sin marcas visibles, sin polvo adherido.

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura ambiente	25 °C (natural) 50–60 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital o infrarrojo
Dureza superficial	Prueba con uña o lápiz de dureza	Escala relativa	Set de lápices de dureza (6B a 9H) o prueba manual con uña

Lijado del Imprimante



Subproceso: Suavizado y nivelación de la superficie.

Actividades:

Lijado manual o mecánico con grano adecuado (P400–P600). (Foto)

Limpieza posterior con desengrasante.

Controles:

Inspección táctil y visual.

Criterios de calidad:

Superficie lisa, sin rayas profundas ni residuos.

Instructivo técnico

Actividades

Realizar lijado manual o mecánico utilizando lija de grano adecuado (P400–P600).

Ejecutar una limpieza posterior con desengrasante para descartar residuos.

Controles

Inspección táctil y visual para verificar que la superficie esté lisa y uniforme.

Criterios de Calidad

La superficie debe estar, lisa, sin rayas profundas y libre de residuos.

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Tipo de lija	Grano P400 a P600	(grano)	Lija de papel o disco abrasivo etiquetado

Aplicación de Pintura Base



Subproceso: Aplicación del color final.

Actividades:

Preparación de pintura según ficha técnica.

Aplicación en capas cruzadas.

Controles:

Verificación de color, presión y técnica de aplicación.

Criterios de calidad:

Color uniforme, sin manchas ni diferencias de tono.

Instructivo técnico

Actividades

Preparación de la pintura conforme a la ficha técnica del fabricante.

Aplicación en capas cruzadas para conseguir una cobertura uniforme y evitar acumulaciones.

Controles

Comprobación de color, presión de aplicación, técnica manipulada, movimientos, distancia, velocidad.

Criterios de Calidad

El acabado debe tener color uniforme, sin manchas, sin diferencias de tono.

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Presión de aire de aplicación	2.2 bar (26–32 psi)	Bar / PSI	Manómetro en la pistola o regulador externo

Secado de Pintura Base

Subproceso: Curado de la pintura aplicada.



Actividades:

Secado en cabina o ambiente controlado.

Tiempo según especificaciones del fabricante.

Controles:

Medición de temperatura y humedad.

Criterios de calidad:

Pintura seca, sin marcas ni contaminación superficial.



Instructivo técnico

Actividades

Realizar el secado en cabina o en un ambiente controlado, según las condiciones del taller.

Respetar el tiempo de curado indicado por el fabricante para asegurar el correcto endurecimiento de la pintura.

Controles

Medición de temperatura y humedad del ambiente para garantizar condiciones óptimas de secado.

Registrar los valores para seguimiento y trazabilidad del proceso.

Criterios de Calidad

La pintura debe estar, seca al tacto, sin marcas, sin contaminación superficial como polvo o residuos.

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura en cabina	30 °C (ambiente) hasta 60 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital o infrarrojo
Humedad relativa	60%	% HR	Higrómetro digital o Termohigrómetro

Aplicación de Acabado (Clear Coat)

Subproceso: Protección y brillo final. Actividades:

Aplicación de barniz transparente en capas finas.

Técnica de solapamiento para evitar líneas.

Controles:

Verificación de brillo y cobertura. Criterios de calidad:

Superficie brillante, sin escurrimientos ni zonas opacas.

Instructivo técnico

Actividades

Aplicar barniz transparente en capas delgadas, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Utilizar una técnica de solapamiento para evitar líneas visibles entre pasadas.

Controles

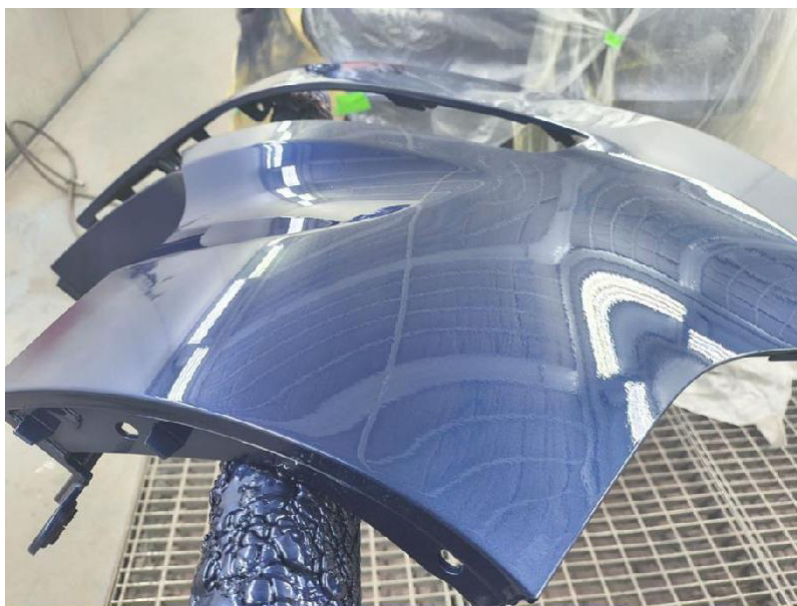
Inspeccionar el nivel de brillo y cobertura uniforme en toda el área

Criterios de Calidad

La superficie debe tener brillo uniforme, sin escurrimientos y sin zonas opacas

Variable	Valor sugerido	Unidad	Herramienta recomendada
Presión de aire	2.4 bar (29–35	Bar / PSI	Manómetro en pistola o regulador de línea
Viscosidad (mezcla barniz)	20–25 segundos	Segundos	Copa Ford N°4

• Secado Final



Subproceso: Curado completo del acabado.

Actividades:

Secado prolongado en condiciones controladas.

Evitar manipulación prematura.

Controles:

Inspección de dureza y adherencia.

Criterios de calidad:

Acabado resistente, sin defectos ni partículas adheridas.

Instructivo técnico

Actividades

Realizar el secado prolongado en condiciones controladas de temperatura y humedad.

Obviar la manipulación prematura para no comprometer el acabado.

Controles

Inspección de dureza mediante prueba táctil o instrumentos apropiados.

Verificación de adherencia para asegurar que el acabado esté correctamente fijado.

Criterios de Calidad

El acabado debe ser, resistente, sin defectos visibles, libre de partículas adheridas

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura de curado	25 °C (natural) hasta 60–70 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital / infrarrojo
Dureza superficial final	Prueba con cinta adhesiva lápiz de dureza	Resultado visual o escala H	Cinta adhesiva estándar (tipo masking) set de lápices de dureza

Anexo 3: Control de Variables por Etapa del Proceso de Pintura

Aplicación del Imprimante

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Viscosidad de la mezcla	8–23 segundos	Segundos	Copa Ford N°4 (de aluminio o plástico)
Presión de aire de pistola HVLP	–2.5 bar (29–psi)	Bar / PSI	Manómetro incorporado en pistola o externo

Secado del Imprimante

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura ambiente	-25 °C (natural) 50–60 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital o infrarrojo
Dureza superficial	Prueba con uña o lápiz de dureza	Escala relativa	Set de lápices de dureza (6B a 9H) prueba manual con uña

Lijado del Imprimante

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Tipo de lija	Grano P400 a P600	P (grano)	Lija de papel o disco abrasivo etiquetado

Aplicación de Pintura Base

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Presión de aire de aplicación	2–2.2 bar (26–35 psi)	Bar / PSI	Manómetro en la pistola o regulador externo

Secado de Pintura Base

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura en cabina	–30 °C (ambiente) hasta 60 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital o infrarrojo
Humedad relativa	≤60%	% HR	Higrómetro digital o Termohigrómetro

Aplicación de Acabado (Clear Coat)

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Presión de aire	2–2.4 bar (29–35 psi)	Bar / PSI	Manómetro en pistola o regulador de línea
Viscosidad (mezcla barniz)	20–25 segundos	Segundos	Copa Ford N°4

Secado Final

Variable	Rango sugerido	Unidad	Instrumento recomendado
Temperatura de curado	25 °C (natural) hasta 60–70 °C (cabina)	Grados Celsius	Termómetro digital / infrarrojo
Dureza superficial final	Prueba con cinta adhesiva lápiz de dureza	Resultado visual o escala H	Cinta adhesiva estándar (tipo masking) o set de lápices de dureza

Checklist 1: Preparación de Pintura a Pintura

Este checklist verifica los pasos previos y durante la aplicación de pintura base, asegurando trazabilidad, control de riesgos y cumplimiento de criterios de calidad.

Ítem	Verificado (Sí/No)	Observaciones	Firma
Objetivo definido: Reducir defectos en aplicación $\leq 5\%$			
Documentación del procedimiento disponible			
Identificación de riesgos (contaminación, viscosidad)			
Roles y responsabilidades asignadas			
Verificar calibración de pistola HVLP			
Revisar parámetros de mezcla según ficha técnica			
Control de temperatura y humedad del área			
Inspección de la superficie (sin polvo, grasa)			

Aplicar capa base uniforme según especificaciones			
Registrar tiempo de aplicación y número de capas			
Inspección visual intermedia (cobertura homogénea)			
Medición de viscosidad y presión de aire			
Registro fotográfico para trazabilidad			
Indicador: % de piezas con defectos en esta etapa			
Cumple criterios: Sin escurrimientos, burbujas ni zonas descubiertas			
Documentar resultados y observaciones			

Checklist 2: Pintura a Acabado Final (Clear Coat)

Este checklist verifica el proceso de aplicación del acabado transparente, asegurando condiciones ambientales controladas, inspección visual y cumplimiento de criterios de calidad.

Ítem	Verificado (Sí/No)	Observaciones	Firma
Objetivo definido: Garantizar acabado libre de contaminación			
Procedimiento documentado y accesible			
Identificación de riesgos (marcas, polvo, humedad)			

Roles claros (operador, inspector)			
Verificar limpieza de la superficie pintada			
Control de cabina: temperatura y humedad según norma			
Confirmar calibración de equipos			
Aplicar capa transparente según especificaciones			
Registrar tiempo y número de capas			
Inspección visual durante aplicación			
Medición de temperatura y humedad en cabina			
Indicador: % de piezas con defectos post- acabado			
Registro fotográfico y checklist firmado			
Cumple criterios: Pintura seca, sin marcas ni contaminación			
Documentar resultados y acciones correctivas si aplica			

Tempario del proceso de pintura

Subproceso	tiempo estimado (min)
Aplicación del imprimante	40
Secado del imprimante	60
Lijado del imprimante	30
Aplicación de pintura base	50
Secado de pintura base	60
Aplicación de acabado (clear coat)	40
Subproceso	tiempo estimado (min)
Secado final	90