



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Powered by Arizona State University

**FACULTAD DE INGENIERÍAS APLICADAS Y
DESARROLLO INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Aplicación de Proceso de Recubrimiento Superficial

Tricapa en un Chasis de Kart

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

Ingeniero Automotriz

Autor: Villalobos Caranqui Víctor Hugo

Tutor: Ing. Peña Pinargote Adolfo Juan, M.S.c.

GUAYAQUIL
2026

Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Yo Adolfo Juan Peña Pinargote, en calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular denominado: Aplicación de Proceso de Recubrimiento Superficial Tricapa en un Chasis de Kart realizado por Villalobos Caranqui Víctor Hugo 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.

Adolfo Juan Peña Pinargote

Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Villalobos Caranqui Víctor Hugo declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi 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: Villalobos Caranqui Víctor Hugo

C.I.: 0929199164

Dedicatoria

Dedico este proyecto, en primer lugar, a mi familia, por ser mi apoyo incondicional durante toda mi trayectoria académica y por brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

A mi padre, José Villalobos Pinda, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, perseverancia y dedicación. Gracias por enseñarme que el trabajo constante y la disciplina son el camino para superar cualquier obstáculo, y por despertar en mí la curiosidad y el deseo permanente de aprender.

Finalmente, me lo dedico a mí mismo, por no haber renunciado a mis sueños, por mantener la determinación en los momentos difíciles y por esforzarme cada día hasta alcanzar este importante logro académico. posible este logro.

Agradecimientos

Agradezco, en primer lugar, a Dios por darme la oportunidad de vivir este momento tan especial de ser profesional; agradezco a mi padre, José Villalobos Pinda y a mi madre Aurora Caranqui Pintag, por su amor, apoyo incondicional y por brindarme la educación y los valores que han guiado mi formación personal y profesional.

Mi profundo agradecimiento al Ing. Adolfo Peña, tutor y docente de este proyecto de titulación, por su orientación, paciencia, profesionalismo y amplia experiencia en el ámbito de la investigación. Su disposición para compartir generosamente sus conocimientos, sus valiosas observaciones y su permanente acompañamiento fueron esenciales para el desarrollo y culminación exitosa de este trabajo.

Asimismo, agradezco a todos los docentes de la Universidad Internacional del Ecuador, quienes, a lo largo de mi formación académica, contribuyeron con su experiencia, dedicación y compromiso a fortalecer mis conocimientos y competencias en el campo de la Ingeniería Automotriz. Cada una de sus enseñanzas ha sido fundamental para mi crecimiento profesional y para afrontar con responsabilidad los retos de mi carrera.

Índice de Contenido

Caratula.....	I
Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos.....	V
Índice de Contenido	VI
Índice de tablas.....	IX
Índice de Figuras	X
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo I.....	4
Problema de la investigación.....	4
1.1. Tema de Investigación.....	4
1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema.....	4
1.2.1. Planteamiento del problema	5
1.2.2. Formulación del problema	5
1.3. Sistematización del problema	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	6
1.5.1. Justificación teórica.....	6
1.5.2. Justificación metodológica	7
1.5.3. Justificación práctica.....	8
1.5.4. Delimitación temporal.....	9
1.5.5. Delimitación geográfica.....	9

1.5.6.	Delimitación del contenido.....	9
1.6.	Alcance.....	10
Capítulo II.....		12
Marco de referencia.....		12
2.3	Características y propiedades de la pintura tricapa.....	13
2.4	Elementos que componen la pintura automotriz	14
2.5	Recubrimientos de uso automotriz.....	17
2.6	Fondo aplicado en la pintura tricapa	17
2.7	Componentes de la pintura tricapa.....	18
2.8	El chasis	19
2.9	Ventajas de la pintura tricapa	20
2.10	Desventajas de la pintura tricapa	21
Capítulo III.....		23
Metodología		23
3.1	Tipos de estudios aplicados en la investigación.....	23
3.1.1	<i>Investigación descriptiva</i>	23
3.1.2	<i>Investigación bibliográfica</i>	24
3.1.3	<i>Investigación de campo</i>	24
3.4	Equipos de protección personal recomendados para pintura automotriz	24
3.5	Chasis del kart a ser pintado	26
3.6	Materiales ser utilizado en el proyecto a desarrollar.....	27
3.7	Proceso de despiece del Kart.....	28
3.8	Preparación y aplicación de todo el proceso	28
Capítulo IV		35
Análisis de resultados		35
4.1	Análisis de datos obtenidos	36
Conclusiones		38
Recomendaciones.....		39

Bibliografía	40
---------------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Ventajas de la pintura tricapa</i>	20
Tabla 2 <i>Desventajas de la pintura tricapa</i>	21
Tabla 3 Inversión realizada en el proyecto	37

Índice de Figuras

Figura 1 Sistema de pintura.....	13
Figura 2 Tipos de pintura.....	14
Figura 3 Componentes de la pintura automotriz	15
Figura 4 Pigmentos de la pintura automotriz.....	16
Figura 5 Sistema de Pintura Tricapa Aplicado en Chasis de un Karting.....	17
Figura 6 Chasis de Kart	19
Figura 7 Kart utilizado para el proyecto.....	27
Figura 8 Despiece del karting	28
Figura 9 Despiece del karting	29
Figura 10 Preparación del fondo	29
Figura 11 Aplicación del fondo	30
Figura 12 Preparación de la pintura tricapa	30
Figura 13 Aplicación de la pintura tricapa	31
Figura 14 Pintado final del chasis.....	31
Figura 15 Pintado final del chasis.....	32
Figura 16 Puntos de imperfección en el pintado chasis	32
Figura 17 Lijado de los puntos de imperfección en el pintado chasis	33
Figura 18 Acabado final del chasis luego de reproceso	33

Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad aplicar el proceso de recubrimiento superficial tricapa en el chasis de un kart como una alternativa a los métodos de pintura convencional utilizados en estructuras automotrices. Este sistema de recubrimiento se aplica directamente sobre la superficie metálica del chasis y, aunque comparte varias etapas con otros procesos de pintado empleados en la industria automotriz, se diferencia por la incorporación de varias capas que permiten obtener un mejor nivel de protección y un acabado superficial de mayor calidad. Las semejanzas con los procesos tradicionales se presentan principalmente durante la preparación de la superficie y la aplicación del recubrimiento. Para lograr un resultado satisfactorio, es indispensable realizar una adecuada preparación de la pieza antes del pintado, así como verificar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en el proceso. Entre ellos, el compresor de aire desempeña un papel importante, ya que su adecuado mantenimiento favorece una pulverización uniforme del material y contribuye directamente a la calidad del acabado obtenido. De igual manera, se describen las etapas que conforman la aplicación del sistema tricapa y se presentan sus principales diferencias con otros sistemas de recubrimiento empleados en el sector automotriz. Se hace especial énfasis en el uso de imprimantes, fondos y capas de acabado aplicadas antes del color y del barniz transparente, con el propósito de identificar las ventajas técnicas que ofrece este sistema en cuanto a protección, durabilidad y calidad del acabado superficial frente a los procesos de pintura convencionales.

Palabras clave: sistema de recubrimiento tricapa, chasis de kart, recubrimientos automotrices, protección contra la corrosión, preparación de superficies, acabado superficial.

Abstract

This undergraduate project focuses on the application of a three-coat surface coating system to a kart chassis as an alternative to conventional painting methods commonly used in automotive structures. The coating system is applied directly to the metallic surface of the chassis and, although it follows several stages similar to those used in automotive refinishing processes, it differs by incorporating multiple coating layers that provide enhanced protection and a higher-quality surface finish. The similarities between the three-coat system and conventional painting methods are mainly found in the surface preparation stage and in the coating application procedure. Achieving a satisfactory finish requires thorough surface preparation prior to painting, as well as ensuring that the equipment used throughout the process is operating properly. Among these, the air compressor plays a key role, since proper maintenance promotes uniform atomization of the coating material and contributes directly to the quality of the final finish. In addition, the study describes the different stages involved in applying the three-coat coating system and highlights its main differences from other coating systems used in the automotive industry. Particular attention is given to the use of primers, undercoats, and finishing layers applied before the basecoat and clear coat in order to identify the technical advantages of this system in terms of protection, durability, and surface finish quality when compared with conventional automotive painting processes.

Keywords: three-coat coating system, kart chassis, automotive refinishing, surface coating, surface preparation, clear coat.

Introducción

El presente documento se estructura en cuatro capítulos en los cuales se detalla todo lo relacionado con el tema de la aplicación del proceso de recubrimiento superficial tricapa en un chasis de kart. En el primer capítulo se describe todo lo concerniente al problema de investigación, donde se expone la problemática asociada a la protección contra la corrosión en estructuras metálicas de uso automotriz; también, se desarrolla el planteamiento, la formulación y la sistematización del problema identificado. En este mismo capítulo se establece el objetivo general de la investigación, vinculado directamente con la aplicación del recubrimiento tricapa, así como los objetivos específicos que permiten alcanzar dicho objetivo general y dar cumplimiento al estudio propuesto; también se plantea la justificación e importancia de la investigación, detallando de forma particular las justificaciones teórica, metodológica y práctica, para finalmente presentar las delimitaciones temporales, geográficas y de contenido del proyecto.

En el capítulo dos se detallan los conceptos fundamentales relacionados de manera directa e indirecta con el tema de investigación planteado, para lo cual se realizó la recopilación correspondiente de fuentes bibliográficas y referencias que permitieron sustentar y comprender de mejor manera el tema abordado.

En el capítulo tres se describe todo el proceso, desarrollo y secuencia metodológica seguida para la aplicación del recubrimiento superficial tricapa en el chasis metálico del kart; este capítulo resulta de particular relevancia, ya que detalla el procedimiento completo necesario para lograr una aplicación exitosa del sistema de recubrimiento.

Finalmente, en el capítulo cuatro se presenta el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, a partir del procesamiento de los datos recabados en la aplicación del recubrimiento tricapa sobre la estructura metálica del chasis. Se exponen, además, las conclusiones alcanzadas al finalizar el proyecto, así como las recomendaciones pertinentes derivadas del estudio realizado.

Capítulo I

Problema de la investigación

1.1. Tema de Investigación

Aplicación de proceso de recubrimiento superficial tricapa en un chasis de kart.

1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

En la actualidad, el sector automotriz presenta una demanda constante de técnicas y procedimientos que permitan mejorar la protección y prolongar la vida útil de los componentes metálicos, especialmente aquellos que trabajan bajo condiciones exigentes. En el caso de los kartings de competición, el chasis constituye el elemento estructural principal, el cual está expuesto a factores como la humedad, el desgaste mecánico y agentes corrosivos que afectan su desempeño y durabilidad.

Actualmente, existen diversos sistemas de recubrimiento destinados a la protección de superficies metálicas, los cuales se diferencian por su composición, calidad y forma de aplicación. No obstante, muchos de los métodos tradicionales de pintura presentan limitaciones, tanto en su resistencia a la corrosión como en la calidad del acabado final. Además, los procedimientos previos a la aplicación, como la limpieza, el lijado y la preparación de la superficie, requieren precisión y repetición en varias etapas, lo que puede influir negativamente si no se ejecuta de manera adecuada.

Frente a estas limitaciones, han surgido nuevas tecnologías en el ámbito automotriz, entre las cuales destaca la pintura tricapa, un sistema que incorpora varias capas para mejorar la adherencia, la resistencia y el acabado estético. Este tipo de recubrimiento ha sido ampliamente utilizado en vehículos de alta gama debido a su capacidad para ofrecer mayor protección frente a agentes externos y una apariencia más uniforme y duradera.

Considerando el uso constante y las condiciones exigentes a las que están sometidos los kartings de competición, se identifica la necesidad de implementar alternativas más eficientes que permitan proteger el chasis y prolongar su vida útil. En este sentido, la aplicación de pintura tricapa representa una opción relevante que puede contribuir a mejorar tanto la resistencia a la corrosión como el aspecto visual del vehículo.

1.2.1. Planteamiento del problema

En el ámbito de la mecánica automotriz y específicamente en los vehículos de competición como los kartings, el chasis constituye el elemento estructural más importante, ya que soporta todas las cargas y esfuerzo durante el funcionamiento. Debido a las condiciones de uso, estos vehículos están expuestos a factores ambientales como la humedad, el polvo, residuos químicos y variaciones de temperatura, los cuales favorecen la aparición de procesos de corrosión en las superficies metálicas.

La corrosión en el chasis no solo afecta la estética del karting, sino que también compromete su resistencia mecánica, seguridad y vida útil. En muchos casos, los recubrimientos convencionales utilizados no ofrecen la protección suficiente, lo que genera deterioro progresivo, incremento en los costos de mantenimiento y necesidad de reemplazo prematuro de componentes.

Ante esta problemática, la industria automotriz ha desarrollado sistema de recubrimiento más avanzados, como la pintura tricapa, que ofrece mejores propiedades de adherencia, resistencia a agentes corrosivos y un acabado superior. Sin embargo, su aplicación en chasis de karting de competición no siempre es implementada adecuadamente ni analizada desde un enfoque técnico y académico.

En este contexto, surge la necesidad de estudiar la aplicación de pintura tricapa en el chasis de un karting de competición, con el propósito de mejorar su protección contra la corrosión y optimizar su acabado, contribuyendo así a su durabilidad y desempeño.

1.2.2. Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de un sistema de pintura tricapa en el chasis de un karting de competición optimiza su protección contra la corrosión?

1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son las características y propiedades de la pintura tricapa utilizada en la industria automotriz?

¿Será posible obtener y recopilar datos técnicos sobre el procedimiento de pintura fotoluminiscente aplicados plásticos para ser usados en automóviles?

¿Qué procedimiento son necesarios para la correcta preparación de la superficie del chasis antes de la aplicación de la pintura?

¿Cómo influye la aplicación de pintura tricapa en la resistencia a la corrosión del chasis del karting?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Aplicar proceso de recubrimiento superficial tricapa en un chasis de kart para mejorar su protección contra la corrosión.

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar las características y propiedades de la pintura tricapa utilizada en la industria automotriz.
- Preparar la superficie del chasis del karting para la correcta aplicación del sistema de pintura.
- Analizar los beneficios y resultados obtenidos en términos de protección contra la corrosión y acabado estético del chasis.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

La investigación propuesta se enfoca en la aplicación de un sistema de recubrimiento mediante pintura tricapa en el chasis de un karting de competición, partiendo del análisis de información teórica relacionada con los procesos de pintura automotriz y los objetivos planteados. A partir de ello, se busca identificar los aportes que este estudio puede generar tanto en el ámbito metodológico como en lo práctico, por ello se la detalla de la siguiente forma:

1.5.1. Justificación teórica

En la actualidad, los recubrimientos utilizados en el ámbito automotriz tienden a deteriorarse con el paso del tiempo debido a la exposición a factores ambientales como la

humedad, el oxígeno y agentes contaminantes, lo que representa un problema constante tanto en el aspecto estético como la protección de las superficies metálicas. En el caso del chasis de karting de competición, esta situación se vuelve más crítica debido a las condiciones exigentes de uso, lo que hace necesario implementar sistemas de pintura más eficientes.

Ante esta problemática, la aplicación del sistema de pintura tricapa se presenta como una alternativa técnica avanzada dentro del campo automotriz, orientada no solo a mejorar la apariencia superficial, sino también a fortalecer la protección contra la corrosión. Este tipo de recubrimiento permite crear una barrera más efectiva frente a agentes externos, contribuyendo a disminuir la presencia de óxido, desgaste y deterioro prematuro en las estructuras metálicas.

El desarrollo de la investigación se respalda en la revisión de fuentes bibliográficas, fichas técnicas y estudios relacionados con tecnologías de pintura automotriz, lo que permite establecer una base teórica sólida para la correcta selección de materiales y procedimientos. De esta manera, se garantiza que la aplicación del sistema tricapa se realice bajo criterios técnicos adecuados.

Asimismo, es importante considerar que la aplicación de pintura automotriz no se limita únicamente al recubrimiento final, sino que requiere un proceso previo riguroso que incluye la preparación de la superficie mediante limpieza, lijado, desengrasado y aplicación de capas base. Estos procedimientos influyen directamente en la adherencia y durabilidad del sistema de pintura, por lo que deben ejecutarse con precisión y conocimiento técnico.

Debido a la complejidad del proceso, la aplicación de pintura tricapa en el chasis de un karting exige un alto nivel de responsabilidad y profesionalismo, lo cual contribuye al fortalecimiento de conocimientos teóricos y prácticos en el área de mecánica automotriz, especialmente en lo relacionado con técnicas modernas de recubrimiento y protección de materiales metálicos.

1.5.2. Justificación metodológica

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en la aplicación de un proceso técnico orientado al recubrimiento del chasis de un karting de competición mediante

el sistema de pintura automotriz tricapa, considerando cada una de las etapas necesarias dentro de un procedimiento lógico, ordenado y estructurado.

El estudio del proceso de aplicación de este sistema de pintura permite identificar de manera clara las características y ventajas que ofrece frente a otros métodos de recubrimiento, así como la importancia de seguir una metodología adecuada para obtener resultados óptimos. La correcta ejecución del proceso de pintado no solo depende del tipo de pintura utilizada, sino también del cumplimiento riguroso de cada una de las fases previas y posteriores.

Para lograr un acabado de calidad y una adecuada protección contra la corrosión, es necesario llevar a cabo una serie de pasos que incluye la preparación de la superficie, la selección de materiales, la aplicación de las capas correspondientes y el control de las condiciones del entorno del trabajo. En este sentido, la aplicación de una metodología bien definida permite optimizar recursos, reducir errores durante el proceso de pintado y asegurar un resultado satisfactorio tanto en la protección del chasis como en su acabado estético, contribuyendo al desarrollo de buenas prácticas en el área de la pintura automotriz.

1.5.3. Justificación práctica

Para el desarrollo de la justificación práctica de esta investigación, se destaca que la aplicación del sistema de pintura tricapa en el chasis de un karting de competición constituye una técnica orientada a la protección de estructura metálica, la cual ha ido ganando relevancia dentro del sector automotriz debido a su capacidad para mejorar la durabilidad y prolongar la vida útil de los componentes.

Este tipo de recubrimiento representa una alternativa eficiente frente a métodos tradicionales, por lo que permite reducir el deterioro causado por agentes externos como la humedad, el desgaste y la corrosión. En este sentido, su implementación puede convertirse en un recurso importante dentro de los talleres automotrices, al contribuir a disminuir costos de mantenimiento y evitar daños prematuros en las piezas metálicas.

1.5.4. Delimitación temporal

De acuerdo con la planificación establecida se planea que el desarrollo y ejecución del proceso de recubrimiento superficial tricapa en un chasis de kart, desde la fase de presentación, aprobación, desarrollo teórico y práctico se desarrollaría desde el mes de mayo de 2026 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se realizará en agosto de 2026.

1.5.5. Delimitación geográfica

El estudio se llevará a cabo en el “taller automotriz Mago del Golpe”, Guayaquil, Ecuador.

1.5.6. Delimitación del contenido

El contenido de la presente investigación se organiza en diferentes secciones que permite su adecuado desarrollo. En la primera parte se aborda el planteamiento, la formulación y la sistematización del problema, de donde se deriva el objetivo general y los objetivos específicos; además, se incluyen las justificaciones teórica, metodológica y práctica junto con sus respectivas delimitaciones, enfocadas exclusivamente en el tema de estudio.

En una segunda etapa se desarrolla la revisión bibliográfica que sirve como sustento para la elaboración del marco teórico, en el cual se presentan conceptos fundamentales y variables principales relacionadas con la aplicación de pintura tricapa en el chasis de un karting de competición, especialmente en lo referente a la protección contra la corrosión y el acabado superficial.

Finalmente, se describe la metodología de la investigación, donde se detallan los métodos a emplear, destacando el enfoque de tipo descriptivo y de campo para la ejecución del proyecto. Asimismo, se especifican las técnicas de recolección de información y la muestra de estudio, las cuales se complementan con un cronograma de actividades y el presupuesto necesario para el desarrollo del trabajo.

1.6. Alcance

El presente proyecto de titulación tiene carácter investigativo-aplicado y se enfoca en el estudio e implementación del sistema de recubrimiento superficial tricapa sobre el chasis de un kart de competición. Su alcance está orientado al desarrollo de una metodología estructurada y reproducible que permita ejecutar con precisión cada etapa del proceso de preparación, aplicación y acabado superficial, empleando el equipamiento, los materiales y las técnicas propias de la industria del refinish automotriz, con el objetivo de alcanzar estándares estéticos y de protección superficial acordes a los requerimientos técnicos del sector.

Desde la perspectiva conceptual, la investigación parte de una revisión bibliográfica sistemática sobre los fundamentos de los recubrimientos automotrices, abarcando su clasificación, composición química, propiedades físico-mecánicas y criterios de selección según el sustrato metálico a intervenir.

Dentro de este marco, se profundiza de manera particular en el sistema tricapa conformado por las capas de imprimación, base cromática y barniz de acabado analizando las interacciones entre cada estrato, los parámetros de aplicación y los mecanismos de adhesión y curado que determinan la calidad final del recubrimiento.

En el plano experimental, el proyecto contempla la preparación superficial integral del chasis metálico del kart, incluyendo los procesos de limpieza, desengrase, corrección de imperfecciones y aplicación de productos de base, conforme a los protocolos técnicos establecidos por los fabricantes de insumos y a las normativas aplicables en el campo del acabado automotriz. Cada fase del proceso será documentada y evaluada mediante indicadores técnicos que permitan validar la correcta ejecución del procedimiento.

Al concluir el proyecto, se espera disponer de un protocolo técnico detallado y replicable para la aplicación del sistema de recubrimiento tricapa sobre sustratos metálicos de uso automotriz, así como de una evaluación objetiva sobre la pertinencia, viabilidad técnica y factibilidad de implementación de este tipo de acabado en el contexto de la industria

automotriz local, considerando tanto sus atributos estéticos como su desempeño funcional en términos de protección y durabilidad superficial.

Capítulo II

Marco de referencia

Para lograr una comprensión adecuada del presente trabajo, es necesario precisar algunas cláusulas fundamentales que se utilizarán a lo largo del desarrollo de esta investigación. De esta manera, se logró un margen más amplio y coherente relacionado con los temas abordados en la investigación (Callister & Rethwisch, 2020).

Es por ello por lo que el presente estudio se fundamenta en los principios de la pintura automotriz como método de protección y mejoramiento de superficies metálicas. En el sector automotriz, la aplicación de pintura no solo tiene una finalidad estética, sino que cumple una función esencial como la barrera protectora frente a agentes externos que provocan deterioro, como la humedad, el oxígeno y contaminantes ambientales.

Estos factores son responsables de procesos como la oxidación y la corrosión, los cuales afectan directamente la integridad de componentes metálicos, especialmente en estructuras como el chasis (Pedferri, 2018).

2.1 Métodos Aplicados en la Pintura de Automóviles

En el ámbito automotriz, la pintura no cumple únicamente una función estética, sino que su principal objetivo es proteger las superficies metálicas contra agentes externos que provocan deterioro.

Entre estos agentes se encuentra la humedad, el oxígeno y contaminantes ambientales, los cuales favorecen a los procesos de oxidación y corrosión que afectan la integridad del material.

La corrosión es uno de los principales problemas en estructuras metálicas, ya que genera pérdida progresiva del material, debilitando su resistencia mecánica. Por esta razón, la aplicación de recubrimiento adecuados resulta fundamental para prolongar la vida útil de componente como el chasis, el cual está expuesto a condiciones exigentes de uso (Pedferri, 2018).

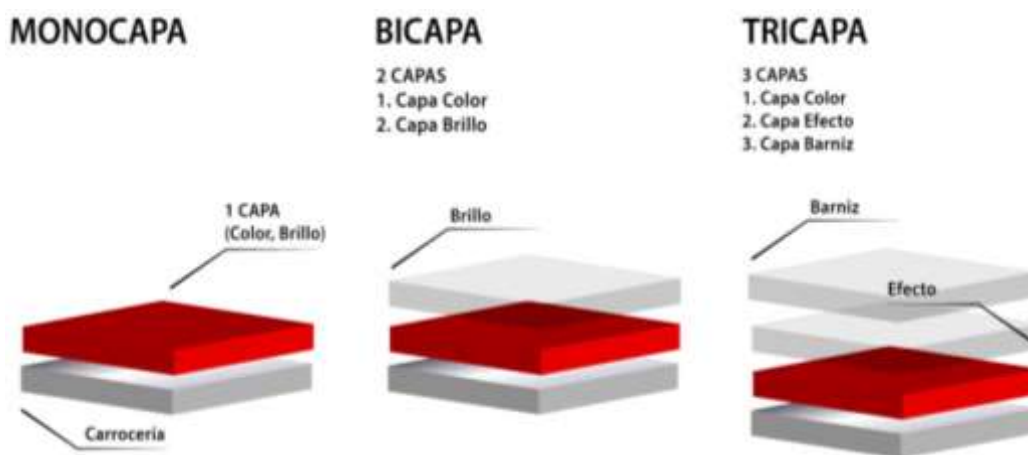
2.2 Sistemas de pinturas automotrices

Las pinturas utilizadas en la industria automotriz se clasifican según su sistema de aplicación en monocapa, bicapa y tricapa. Cada uno de estos sistemas presenta diferentes niveles de protección y acabado. Tal como se detalla en el siguiente contexto y se representa en la figura 1:

- Monocapa, en esta propiedad se integra color y protección en una sola aplicación.
- Bicapa, se utiliza una capa base de color y una capa transparente que aporta brillo y resistencia.
- Tricapa, en esta propiedad se incorpora una capa adicional que mejora la profundidad del color, el brillo y la protección del recubrimiento, (Cha & Erdemir, 2015).

Figura 1

Sistema de pintura



Fuente: (Canelo, José Jesús, 2025)

El sistema tricapa es considerado más avanzado, ya que permite obtener acabados de mayor calidad estética y mayor resistencia frente a factores ambientales, siendo utilizado principalmente en vehículos de alta gama.

2.3 Características y propiedades de la pintura tricapa

La pintura tricapa está compuesta por tres de aplicación una capa base o imprimación, una capa intermedia de color y una capa final transparente o barniz, como lo indica en la figura 2 (Cha & Erdemir, 2015). El sistema ofrece múltiples ventajas, a continuación, se detalla sus virtudes:

Mayor resistencia a la corrosión y agentes químicos.

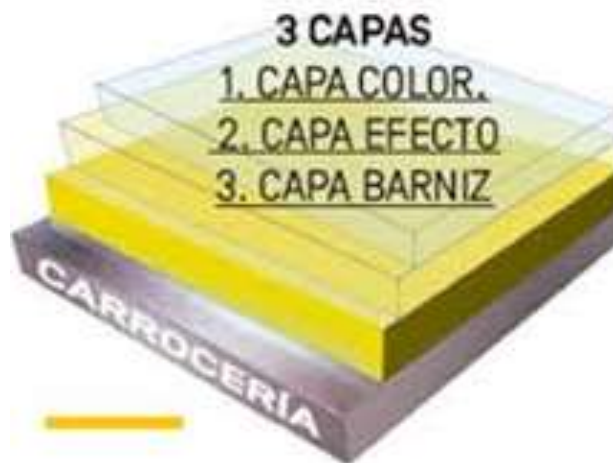
Mejor protección frente a radiación ultravioleta.

Mayor durabilidad del recubrimiento.

Acabado estético superior con mayor brillo y profundidad.

Figura 2

Tipos de pintura



Fuente: (Viesa, 2024)

Sin embargo, su aplicación requiere mayor precisión técnica, control en el proceso y tiempos adecuados de secado entre capas, por lo que la convierte en un procedimiento más especializado (Fürbeth, 2021).

2.4 Elementos que componen la pintura automotriz

Los elementos más comunes que componen la pintura de uso automotriz y que se aprecian en la figura 3, son los siguientes: disolventes, aditivo, resina y pigmentos, (Callister & Rethwisch, 2020).

El disolvente es un componente líquido cuya función principal es disolver los demás elementos de la pintura, permitiendo obtener una mezcla homogénea adecuada para su aplicación. En el proceso de fabricación, facilita la integración de resinas y pigmentos, logrando una consistencia óptima. De igual manera, se emplean diluyentes, que son combinación de solventes utilizados para ajustar la viscosidad de la pintura, facilitando su

aplicación. Tanto los solventes como los diluyentes se evaporan de forma natural durante el proceso de secado (Kosec & Kocijan, 2025).

Figura 3

Componentes de la pintura automotriz



Fuente: (Elchapista, 2026)

Los aditivos son sustancias químicas que se incorporan en pequeñas cantidades con el propósito de mejorar ciertas propiedades de la pintura. Entre ellos se encuentran los espesantes, que permiten una mejora aplicación en superficies; los secantes, que aceleran el proceso de endurecimiento; los matizantes, que influyen en el nivel de brillo; y los estabilizadores o absorbedores de radiación ultravioleta, que protegen el recubrimiento frente a la degradación causada por la exposición solar.

Las resinas cumplen un papel fundamental, ya que son responsables de la adherencia de la pintura sobre la superficie metálica y de la formación de una película continua y resistente. Durante el proceso de secado, estas pasan a un estado líquido a sólido, formando una capa protectora. Existen diferentes tipos de resinas utilizadas en la industria automotriz, como las nitrocelulosas, sintéticas, acrílicas y epoxi, cada una con propiedades específicas

que influyen en la resistencia, durabilidad y capacidad anticorrosiva del recubrimiento, (Pakseresht & Mosas, 2024).

Los pigmentos son los encargados de proporcionar color, opacidad y características visuales a la pintura, (ver figura 4). Estos deben presentar alta resistencia a la luz y a las condiciones ambientales para mantener su estabilidad.

Figura 4

Pigmentos de la pintura automotriz



Fuente: (Elchapista, 2026)

Pigmentos para cubrición; son generalmente de tono azul de Prusia, negro de tonalidad de óxido de titanio entre otros, se los agrega a la pintura para darle color y una opacidad determinada para alcanzar un fondo de apariencia cromática.

Los pigmentos de efectos se los adiciona a la pintura para conseguir distintos efectos luminosos y colorimétricos, dependiendo de tipo de luz y ángulo de visión del espectador, se puede apreciar de mejor forma el efecto perlado de las pinturas y el efecto de camaleón.

Pigmentos de carga, son los que dan el cuerpo a la pintura y le otorgan un espesor, generalmente trabajan mejor en conjunto con las masillas de uso automotriz y estos mejoran la tonalidad del relleno, están constituidos de talco o caolín, (Sun, 2023).

Pigmentos de tipo anticorrosivo, estos contienen minio de plomo, cinc y en algunos casos el magnesio, se los utiliza para evitar los efectos de la oxidación y la corrosión.

2.5 Recubrimientos de uso automotriz

Los recubrimientos de uso automotriz representan un elemento fundamental dentro de los procesos de protección y mejoramiento de superficies metálicas, por lo que no solo aportan un acabado visual de alta calidad, sino que también contribuyen significativamente a la conservación de la estructura (Cha & Erdemir, 2015). En el caso del chasis de un karting de competición, la aplicación de un sistema de pintura adecuado resulta indispensable para preservar el metal frente a agentes externos que puedan provocar desgaste, oxidación o corrosión, como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Sistema de Pintura Tricapa Aplicado en el Chasis de un Karting



Fuente: (Elchapista, 2026) Elaboración propia con apoyo de la IA

La pintura automotriz, además de mejorar la apariencia estética del componente, proporciona brillo, uniformidad y un acabado profesional, permitiendo que la estructura mantenga una presentación optima (Grainger & Blunt, 1998). Este tipo de recubrimiento posee características técnicas superiores en comparación con pinturas convencionales, debido a que está diseñado para resistir condiciones severas de uso, exposición ambiental, vibraciones y contacto con humedad.

2.6 Fondo aplicado en la pintura tricapa

La imprimación o fondo es la capa inicial que se aplica sobre la superficie preparada del vehículo. Su función principal es proporcionar adherencia para las capas posteriores,

proteger el metal contra la corrosión y crear una superficie uniforme para la aplicación del color base. La elección de la imprimación es crucial para la durabilidad del sistema de pintura, ya que un fondo de mala calidad puede comprometer la adherencia y la resistencia a largo plazo, (Academiaxray, 2025).

El color del fondo es uno de los aspectos más críticos y a menudo subestimados en la aplicación tricapa. El color del aparejo o fondo no es neutro ni irrelevante; influye directamente en el resultado final. No se debe utilizar un tipo de color de aparejo por sistema, sino que se debe adaptar en función del tono del acabado tricapa a aplicar. En un color blanco tricapa se aconseja utilizar siempre un aparejo blanco, o en colores tricapa oscuros, un aparejo negro o gris. La principal razón es que el color tricapa aplicado sobre un aparejo de tono similar necesitará de menos manos para conseguir una correcta opacidad y cubrición, minimizando así los riesgos de obtener una incorrecta igualación de color, (Academy.sinnek, 2024).

Algunos fabricantes de pintura, dentro de su proceso, sugieren realizar la aplicación del aparejo o fondo de forma diferente, haciendo uso de los valores de sombra, que son una escala de colores entre blanco, gris y negro, para dar un ajuste diferenciador al proceso y obtener una aplicación más asertiva en los colores tricapa, (CESVI Colombia, 2025).

2.7 Componentes de la pintura tricapa

La imprimación o el fondo, es la primera capa que se aplica en la superficie que ha sido preparada previamente en el vehículo; la principal función es adicionar adherencia para que las capas posteriores se puedan adherir sin problemas; además protege el metal especialmente en contra del moho, la oxidación y la posterior corrosión, esto lo hace al crear una película superficial uniforme antes de aplicar el color base. La elección de la imprimación es crucial para la durabilidad del sistema de pintura. Un fondo de mala calidad puede comprometer la adherencia y la resistencia a largo plazo.

La capa de color es el elemento que confiere el color y el efecto visual distintivo; esto se produce por la combinación de pigmentos con partículas especiales que refractan la luz; se debe resaltar que la cantidad y el tipo de partículas como lo son las micas, el aluminio, y el sistema perlado son las encargadas de determinar el brillo, la profundidad y el cambio de color

percibido según el ángulo de visión. La aplicación de esta capa requiere precisión, ya que un espesor desigual puede resultar en variaciones de color y efecto no deseados. Algunos colores tricapa utilizan múltiples capas finas de color base para lograr el efecto deseado.

El barniz o laca de tipo transparente, es la encargada de proporcionar la protección final en contra de los elementos o agentes contaminantes como los rayos de tipo UV, las lluvias ácidas, y otros elementos contaminantes; además proporcionan brillo y durabilidad al acabado. Existen diferentes tipos de barnices, desde los acrílicos hasta los uretanos, cada uno con diferentes niveles de resistencia a los arañazos, a los productos químicos y al envejecimiento. La aplicación del barniz debe ser uniforme para evitar imperfecciones como piel de naranja o chorreos.

2.8 El chasis

El chasis constituye la estructura principal del karting de competición, dado en su desempeño en él se ensamblan y soportan la mayoría de sus componentes mecánicos y estructurales, tales como el motor, sistema de dirección, ejes, asiento y elementos de seguridad. Generalmente está fabricado en material tubular metálico de alta resistencia, diseñado para soportar las cargas dinámicas generadas durante el desplazamiento en pista (Callister & Rethwisch, 2020).

En la figura 6 se muestra un chasis de competición, los modelos pueden variar según la casa comercial que los manufacture.

Figura 6

Chasis de Kart



Fuente: (Alibaba.com, 2025)

2.9 Ventajas de la pintura tricapa

Las ventajas de la pintura tricapa se las describe en la tabla 1.

Tabla 1

Ventajas de la pintura tricapa

Ventajas	Descripción
Acabado estético superior e incomparable	La principal ventaja de la pintura tricapa reside en su estética superior. La capa de color base contiene partículas de mica, aluminio o perlas sintéticas que refractan la luz, creando un brillo y una profundidad característicos que resultan imposibles de lograr con otros sistemas. La pintura tricapa es la opción más avanzada y estéticamente impactante, ya que permite obtener colores con profundidades y reflejos espectaculares, como los famosos tonos nacarados o camaleónicos. Estos efectos hacen que el coche se vea diferente según el ángulo de la luz, generando un acabado único y llamativo
Efectos visuales exclusivos e irrepetibles	Entre las ventajas del sistema tricapa destacan los colores muy vivos y efectos con reflejos que son imposibles de conseguir con cualquier otro acabado. Efectos como el Xirallic, perlado profundo o el flip-flop (cambio de color según el ángulo de visión) son patrimonio exclusivo de este sistema.
Apariencia premium y valorización del vehículo	La pintura tricapa se asocia con vehículos de alta gama y añade un toque de lujo y sofisticación. Los vehículos con pintura tricapa suelen ser más atractivos para los compradores, lo que aumenta su valor de reventa en el mercado.
Mayor protección estructural del sistema	La capa de barniz o laca transparente, como capa final del sistema, proporciona protección contra los elementos como rayos UV, lluvia ácida y contaminación, confiriendo brillo y durabilidad al acabado. Existen diferentes tipos de barnices, desde los acrílicos hasta los uretanos, cada

uno con diferentes niveles de resistencia a los arañazos, a los productos químicos y al envejecimiento.

Nota: Adaptado de Academiaxray (Pintura Tricapa para Automóviles: Guía Completa, Ventajas y Desventajas, 2025)

2.10 Desventajas de la pintura tricapa

Las desventajas de la pintura tricapa se las describe en la tabla 1.

Tabla 2

Desventajas de la pintura tricapa

Desventajas	Descripción
Costo elevado de materiales y mano de obra	El proceso de aplicación es más laborioso y requiere materiales más caros que las pinturas convencionales. El costo de la pintura en sí, así como la mano de obra especializada, elevan significativamente el precio final.
Mayor complejidad y tiempo de aplicación	El proceso de aplicación de la pintura tricapa es más largo y requiere más tiempo de secado entre capas, lo que puede aumentar el tiempo de espera para la entrega del vehículo. Esta evolución tecnológica del color conlleva una mayor complejidad y preparación, que repercute inevitablemente en el tiempo y el coste de la reparación, por lo que es indispensable que el profesional tenga los conocimientos apropiados para afrontar este tipo de trabajos.
Alta dificultad en la reparación e igualación del color	Esta es, desde la perspectiva del taller, la desventaja más crítica. La reparación de daños en la pintura tricapa es más difícil y costosa que en las pinturas bicapa o monocapa. Igualar el color y el efecto visual es un desafío, y a menudo requiere la repintado de paneles completos para asegurar una coincidencia perfecta. La falta de habilidad o experiencia del técnico puede resultar en reparaciones visibles y no satisfactorias.

Sensibilidad al espesor excesivo de capa El espesor de capa producido por un acabado tricapa es mucho mayor que en otros acabados. Si el espesor es excesivo, puede dar lugar a que la pintura base agua contenga algo de humedad, dificultando el endurecimiento de esta y repercutiendo posteriormente en la tensión de la capa de barniz superior.

Nota: Adaptado de Academiaxray (Pintura Tricapa para Automóviles: Guía Completa, Ventajas y Desventajas, 2025)

Capítulo III

Metodología

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo, ya que se analizarán tanto las características técnicas del sistema de pintura tricapa como los resultados obtenidos tras su aplicación en el chasis del karting.

El enfoque cualitativo permitirá describir el proceso de aplicación, las propiedades del material y el comportamiento del recubrimiento, mientras que el enfoque cuantitativo permitirá evaluar aspectos como la mejora en la resistencia a la corrosión y la calidad del acabado superficial.

3.1 Tipos de estudios aplicados en la investigación

En la presente investigación se aplica tres tipos de investigación que son la descriptiva, bibliográfica y de campo.

3.1.1 Investigación descriptiva

El enfoque descriptivo constituye un pilar metodológico fundamental en el presente trabajo, dado que permite caracterizar de manera detallada y sistemática cada una de las fases que integran el proceso de aplicación del recubrimiento superficial tricapa sobre el chasis de kart. Este tipo de investigación posibilita no solo la documentación precisa de cada etapa del procedimiento desde la preparación del sustrato metálico hasta la aplicación del barniz de acabado, sino también la identificación de las variables críticas que inciden en la calidad del resultado final.

Asimismo, facilita el registro de las fallas técnicas más frecuentes en este tipo de proceso, tales como defectos de adherencia entre capas, inconsistencias en el espesor del fondo o problemas de igualación cromática, junto con las medidas correctivas pertinentes para cada caso. De igual manera, este enfoque contribuye al análisis de la gestión del tiempo requerido en cada fase del recubrimiento tricapa y a la identificación de situaciones de reproceso, las cuales implican un incremento innecesario en el consumo de materiales y mano de obra, afectando directamente la rentabilidad operativa de cualquier taller de pintura automotriz especializado.

3.1.2 Investigación bibliográfica

La investigación de carácter documental y bibliográfico fue empleada como soporte teórico-técnico indispensable para la construcción del marco conceptual del proyecto. A través de la consulta de diversas fuentes especializadas entre las que se incluyen manuales técnicos de fabricantes de sistemas de pintura automotriz, publicaciones científicas y académicas, obras de referencia del sector de la carrocería y el repintado, así como recursos digitales de instituciones reconocidas en el ámbito automotriz se logró consolidar una base de conocimiento sólida y confiable.

Dicha base fundamenta tanto la descripción técnica del sistema de recubrimiento tricapa aplicado al chasis de kart con sus tres capas diferenciadas: fondo, capa de efecto y barniz como la comprensión de los principios físicos, químicos y procedimentales que rigen su correcta ejecución. La diversidad y pertinencia de las fuentes consultadas garantiza el rigor académico del proyecto y enriquece el análisis práctico desarrollado a lo largo del mismo

3.1.3 Investigación de campo

La investigación de campo fue implementada con el propósito de validar en condiciones reales los procedimientos técnicos asociados a la aplicación del recubrimiento superficial tricapa sobre el chasis de kart. Este enfoque metodológico permitió llevar a cabo pruebas experimentales directas en el entorno de taller, orientadas a verificar la compatibilidad de los materiales empleados, evaluar la respuesta del sustrato metálico ante las diferentes capas del sistema y determinar los parámetros óptimos de aplicación tales como la presión de pistola, la distancia de pulverización, los tiempos de evaporación entre capas y la selección del tono de aparejo según el color de acabado

Los resultados obtenidos en estas pruebas experimentales constituyeron la evidencia práctica que sustenta y valida los procedimientos descritos y las conclusiones presentadas en el desarrollo del proyecto.

3.4 Equipos de protección personal recomendados para aplicar pintura automotriz

Para realizar la aplicación de pintura automotriz es recomendable utilizar los EPP o conocidos como los equipos de protección personal, esto con el objetivo de proteger al

personal que realizan trabajos donde están expuesto a diferentes tipos de peligros que ponen en riesgo su integridad física y emocional.

En este sentido, la protección ocular o visual y respiratoria son elementos primordiales o prioritarios dentro del sistema de gestión de riesgos laborales; la utilización de gafas de seguridad resulta indispensable para prevenir impactos de partículas de residuos de lijado o cualquier otro material que pueda provocar daños en la zona ocular; otros elementos necesarios son los de protección respiratoria, se los puede utilizar en forma de mascarilla o respirador que utilizan filtro de partículas, este equipo realiza la protección de compuestos orgánicos volátiles y vapores tóxicos procedentes de solventes, catalizadores y diluyentes empleados tanto en la fase de aplicación como en las operaciones de limpieza del equipo utilizado, cuya inhalación prolongada representa un riesgo severo para la salud del sistema respiratorio, además de constituir una fuente potencial de impacto ambiental.

También se recomienda el uso de guantes fabricados en nitrilo, material que ofrece una barrera efectiva frente al contacto dérmico directo con solventes y otros agentes químicos capaces de generar reacciones alérgicas o irritativas de distinta magnitud sobre la piel del operario; además se resalta que el uso constante y pertinente de calzado industrial de seguridad con puntera de acero y propiedades dieléctricas, elemento que contribuye a mitigar el riesgo de lesiones mecánicas derivadas de la caída de objetos o herramientas, así como el riesgo de contacto eléctrico dentro del área de trabajo donde se emplean equipos electromecánicos para la aplicación del recubrimiento.

En lo referente a la protección auditiva debe considerarse de carácter obligatorio el uso de la protección necesaria debido a la exposición de altos niveles de presión sonora generados por los equipos de aplicación compresores, pistolas de proyección y demás maquinaria asociada al proceso que pueden alcanzar o superar los umbrales máximos permisibles establecidos por organismos normativos de referencia internacional; de acuerdo a la normativa de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) establece un límite máximo de exposición de 90 dB(A) para una jornada laboral estándar, mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) plantea un criterio

más restrictivo, fijando el umbral en 85 dB(A) para jornadas de ocho horas, lo cual evidencia la necesidad de dotar al personal operativo de protectores auditivos adecuados que minimicen el riesgo de hipoacusia inducida por ruido ocupacional.

Con respecto a la protección corporal integral, se recomienda la utilización de overol como indumentaria de trabajo principal, descartando el uso del mandil como alternativa de protección, debido a que este último no proporciona una cobertura corporal completa y deja expuestas zonas susceptibles de contacto con agentes contaminantes.

Finalmente, se debe resaltar que la implementación conjunta de estos elementos de protección personal, tales como la visual, respiratoria, auditiva, y corporal no se las debe tratar o entender como medidas aisladas, sino como componentes integrados de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional aplicable al proceso de recubrimiento superficial tricapa.

La correcta selección, uso y mantenimiento de dicho equipo, en concordancia con la normativa técnica nacional e internacional vigente, constituye un factor determinante para la prevención de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales, así como para garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables durante la totalidad del proceso de aplicación sobre el chasis del kart.

3.5 Chasis del kart a ser pintado

Para desarrollar el presente proyecto se eligió el chasis de un kart cuto estado actual es operativo y en funcionamiento, ver figura 7, esta decisión se la tomo debido a que el mismo se encuentra en estado de deterioro, siendo primordial la aplicación de un sistema de pintura para su protección, también se debe considerar al ser vehículo que se encuentra operativo, se lo está utilizando de forma constante para competencias que se realizan en varias ciudades del país, como por ejemplo la competencia de los inter universitario.

Con lo dicho anteriormente se resalta que el kart al cual se le va a realizar el pintado del chasis se lo ha utilizado para la participación del club de karting de automovilismo de la universidad, también se la utilizado para la participación de carreras que se realizan en diferentes provincias y cantones donde se realizan este tipo de carreras.

Figura 7

Kart utilizado para el proyecto



3.6 Materiales ser utilizado en el proyecto a desarrollar

Para realizar el proyecto se procedió a utilizar los siguientes materiales; en los cuales se realizó una inversión de 170 dólares

- ¼ medio litro de fondo poliéster de pintura.
- Dos litros de diluyente poliéster.
- Un litro de diluyente sellado.
- ½ litro de removedor de pintura.
- Pliegos de lijas 80, 300, 600, y 900.
- ½ litro de pintura especial tricapa de color azul.
- ¼ de perlado azul.
- ½ litro de transparente o brillo.

3.7 Proceso de despiece del Kart

Antes de empezar con el proceso se debe realizar el despiece de todo el kart para acceder al chasis, para ello se procede a realizarlo de forma coordinada para establecer un orden específico y no se dificulte al ser armado nuevamente, ver figura 8.

Figura 8

Despiece del karting



3.8 Preparación y aplicación de todo el proceso

Para realizar el proyecto se lo realizó siguiendo los pasos que a continuación se describen con la finalidad de alcanzar un resultado final de calidad:

1. Se procedió a la aplicación del removedor de pintura en el todo el chasis con la finalidad de quitar toda la pintura que se encuentra, se lo aplicó por dos ocasiones para alcanzar un nivel de remoción de pintura que sea suficiente para que todo el chasis quede totalmente libre de pintura., ver figura 9.
2. Luego se procede a lavar el chasis con abundante agua y secado de inmediato para evitar que luego se presenten problemas de moho, y también de oxidación, para ello es importante tener en cuenta el secado del chasis.
3. Luego se procede a la preparación del fondo a ser aplicado en el chasis del kart, para ello se procede a aplicar el $\frac{1}{4}$ de litro de fondo con un $\frac{1}{4}$ de litro de diluyente y se procede a realizar una mezcla homogénea, hay que tener en cuenta hasta que se realice la mezcla en forma adecuada, ver figura 10.

Figura 9

Aplicación del removedor de pintura

**Figura 10**

Preparación del fondo



4. Luego se procede a la aplicación del fondo, en el chasis, se debe tener en cuenta que es importante mantener una presión en el compresor al momento de la aplicación, se recomienda tener una presión constante de 30 PSI, esto con la finalidad de alcanzar un acabado optimo, ver figura 11.

Figura 11*Aplicación del fondo*

5. Luego se procede a la aplicación del lijado correspondiente sobre el fondo para evitar que queden imperfecciones en el chasis, y para ello utilizamos lija de gramaje 600 y luego 900.
6. Después se procede a la aplicación de la pintura tricapa de color azul, para ello se procede a prepararla mezclándola con $\frac{1}{4}$ de litro de diluyente y se mezcla hasta alcanzar la homogeneidad, ver figura 12.

Figura 12*Preparación de la pintura tricapa*

7. Luego se procede a la aplicación de la pintura tricapa de color azul que ha sido seleccionada, se debe tener las mismas consideraciones de aplicación del fondo

del cuanto a la presión del sistema de aire comprimido que se detalló en el paso 4, ver figura 13.

Figura 13

Aplicación de la pintura tricapa



8. Finalmente se alcanzó el pintado general de todo el chasis del kart, tal como se puede ver en la figura 14.

Figura 14

Pintado final del chasis



9. Hay destacar que al momento de realizar el pintado final y dejar que se realice el secado de forma correcta se pudo observar que existían muchas imperfecciones en el acabado final, por ejemplo se pudo notar que no existía una uniformidad en el color, es decir existían diferentes tonalidades de color azul, además se pudo visualizar que también existían problemas en ciertos lugares donde no se había

aplicado pintura, por ejemplo en las esquinas donde se encuentran uniones de los largueros con los travesaños, y también en las uniones donde se apoyan las chumaceras de los eje, ver figura 15.

Figura 15

Pintado final del chasis



10. Debido a lo descrito en el punto anterior se procedió a realizar un reproceso en todo el chasis del kart, lo cual implicó repetir todo el proceso y se empezó por aplicar nuevamente el removedor de pintura, y el posterior fondeado.

11. En este instante se pudo visualizar nuevamente que existían algunos problemas en el fondeado tal como se muestra en la figura 16.

Figura 16

Puntos de imperfección en el pintado chasis



12. Por este motivo se procedió a realizar el proceso de lijado en diferentes puntos del chasis del kart, ver figura 17.

Figura 17

Lijado de los puntos de imperfección en el pintado chasis



13. Luego se procede nuevamente a la aplicación de la pintura tricapa de color azul, con las mismas consideraciones del punto cuatro relacionado a la presión neumática, ver figura 18.

Figura 18

Acabado final del chasis luego de reproceso



14. Finalmente se logró alcanzar un acabado final de calidad en el chasis de kart, tal como se muestra en la figura 18, hay que resaltar que para alcanzar el objetivo planteado se debió realizar un reproceso que va desde la eliminación de la pintura, proceso de lijado, fondeado, y posterior pintado.

Capítulo IV

Análisis de resultados

En el capítulo final se presenta, de manera secuencial y ordenada, el análisis de los datos obtenidos durante la fase experimental vinculada al estudio de la aplicación del proceso de recubrimiento superficial tricapa sobre el chasis de un kart, la información se estructura de forma lógica y progresiva con el propósito de facilitar la comprensión integral del trabajo desarrollado.

Los resultados se presentan mediante descripciones técnicas e imágenes que permiten evidenciar el comportamiento del sistema de recubrimiento tricapa aplicado sobre la estructura metálica del chasis, tomando en cuenta o en consideración distintas condiciones de evaluación, como por ejemplo la adherencia entre capas, el acabado superficial obtenido, la uniformidad del recubrimiento y la resistencia del conjunto frente a factores mecánicos y ambientales.

Es importante resaltar que para desarrollar el presente proyecto en la fase experimental inicialmente se realizó una inversión de 170 dólares en la adquisición de los materiales requeridos para el proceso de recubrimiento; sin embargo, al finalizar la primera aplicación se identificó un número considerable de imperfecciones superficiales donde se evidenciaba irregularidades en el acabado y defectos de adherencia entre el fondo y la pintura, por este motivo fue necesario realizar un reproceso completo con el fin de corregir dichas deficiencias y garantizar que el resultado final cumpliera con los estándares de calidad esperados, esto conllevó a un aumento de la inversión inicial estimada en un 50% adicional, porque existía elemento del primer proceso.

El análisis presentado constituye el fundamento para confirmar o refutar las hipótesis planteadas al inicio de esta investigación, y sienta las bases para establecer conclusiones sólidas respecto a la viabilidad técnica y la efectividad del proceso de recubrimiento tricapa aplicado al chasis de kart.

El procesamiento de los datos experimentales se realizó contrastando los valores registrados con los parámetros de referencia establecidos en la revisión literaria relacionada

con los procesos de recubrimiento superficial y, de manera particular, con los sistemas de pintura tricapa aplicados a estructuras metálicas.

Adicionalmente se analizaron variables asociadas al rendimiento del recubrimiento en función del tiempo y las condiciones de curado, así como la degradación del material frente a factores ambientales adversos, entre los que se destacan el polvo, la gravilla, el lodo, la humedad, las temperaturas elevadas y la radiación UV.

Asimismo, se detalla la relación costo-beneficio asociada directamente al proceso de recubrimiento tricapa, considerando la inversión realizada en materiales y el reproceso ejecutado. Los datos se organizaron en función de las condiciones particulares bajo las cuales fueron obtenidos, lo cual permitió identificar patrones de comportamiento, tendencias de desempeño y anomalías que enriquecen la comprensión del comportamiento real del recubrimiento tanto en condiciones controladas como en condiciones de aplicación práctica.

Los resultados expuestos en este capítulo permiten establecer comparaciones objetivas entre las distintas etapas de aplicación del recubrimiento tricapa, evaluando su desempeño frente a los objetivos planteados en la investigación. El análisis desarrollado incorpora criterios técnicos y prácticos, aportando evidencia empírica que respalda las recomendaciones para la aplicación óptima de este tipo de recubrimientos en chasis de kart y en otras aplicaciones afines dentro de la industria automotriz.

Finalmente, se incorporan resultados desde una perspectiva tanto cualitativa como cuantitativa, lo que enriquece el fenómeno estudiado y sienta las bases para futuras líneas de investigación en el campo de los recubrimientos superficiales tricapa aplicados a estructuras metálicas en el sector automotriz.

4.1 Análisis de datos obtenidos

Se realizó un análisis de la inversión realizada comparándola con el sistema de pintura monocapa, dando como resultado mayor inversión en el sistema tricapa, lo cual se visualiza en la tabla 3, donde se resalta el valor de la pintura tricapa y el valor adicional que

se considera para el diluyente de sellado, el valor del perlado y también el valor del brillo, estos elementos no son necesarios en el sistema de pintura monocapa.

Tabla 3

Inversión realizada en el proyecto

Producto	Tricapa	Tradicional
¼ medio litro de fondo poliéster de pintura.	15	15
Dos litros de diluyente poliéster	10	10
Un litro de diluyente sellado	25	-
½ litro de removedor de pintura.	15	15
Pliegos de lijas 80, 300, 600, y 900.	10	10
½ litro de pintura especial tricapa de color azul	55	10
¼ de perlado azul	20	-
½ litro de transparente o brillo.	20	-
TOTAL	170	60

Nota: Descripción de los valores utilizados en el proyecto

Se debe resaltar que a este valor inicial se debe agregar una inversión adicional del 50% del valor inicial, debido a que realizó un reproceso del todo el sistema de aplicado en el chasis del kart, esto incluye la aplicación del removedor de pintura, aplicación del fondo, lijado, pintura tricapa, y brillo adicional para dar el acabado final.

Conclusiones

Se implementó de forma satisfactoria el proceso de recubrimiento superficial tricapa en el chasis de un kart, obteniendo como resultado una secuencia metodológica establecida y detallada que describe paso a paso el procedimiento adecuado para alcanzar un acabado de buena calidad, en concordancia con el objetivo general planteado de mejorar la protección del chasis contra la corrosión.

Se realizó la recopilación de información técnica directamente relacionada con los sistemas de pintura utilizados en la industria automotriz, haciendo énfasis en el sistema tricapa, lo cual permitió esclarecer los conceptos teóricos necesarios para comprender sus características, propiedades y el método de aplicación analizado, en respuesta al primer objetivo específico de la investigación.

Se llevó a cabo la preparación adecuada de la superficie del chasis del karting, lo que permitió una correcta adherencia del sistema de pintura tricapa, cumpliendo así con el segundo objetivo específico planteado. En este proceso se efectuó una inversión de 170 dólares en materiales; sin embargo, tras la primera aplicación se detectaron diversas imperfecciones superficiales que obligaron a ejecutar un reproceso completo, lo cual permitió identificar puntos críticos en la preparación de la superficie y en la técnica de aplicación que deben controlarse con mayor rigurosidad para evitar retrabajos y costos adicionales en futuras aplicaciones.

Se logró analizar los beneficios obtenidos en términos de protección contra la corrosión y acabado estético del chasis, cumpliendo con el tercer objetivo específico de la investigación, y por ello se estableció que, pese al costo derivado de la inversión inicial y del reproceso necesario, el sistema de recubrimiento tricapa ofrece un nivel superior de protección anticorrosiva y un acabado estético de mayor calidad en comparación con sistemas de recubrimiento convencionales de una sola capa, lo que justifica técnicamente su aplicación en estructuras metálicas expuestas a condiciones de uso exigentes, como el chasis de un kart.

Recomendaciones

Se recomienda tomar las previsiones adecuadas en cuanto a la limpieza y preparación de la superficie metálica del chasis antes de aplicar el sistema de recubrimiento tricapa, con el fin de evitar la presencia de residuos, óxido u otros contaminantes que puedan comprometer la adherencia entre capas y afectar negativamente el acabado final, y de esta manera prevenir reprocesos como el identificado en la presente investigación.

También se recomienda verificar de forma rigurosa los parámetros de aplicación de cada una de las capas del sistema (base, color y capa transparente de protección), controlando factores como el tiempo de secado entre capas, el espesor aplicado y las condiciones ambientales del área de trabajo, con el fin de obtener un mejor desempeño en el acabado final y minimizar la aparición de imperfecciones que generen sobrecostos por reproceso.

Se recomienda emplear este tipo de recubrimiento tricapa en chasises de kart y demás estructuras metálicas automotrices que se encuentren expuestas a condiciones ambientales agresivas, ya que, además de su función de protección contra la corrosión, aporta un acabado estético de mayor calidad y durabilidad, incrementando el valor percibido y la vida útil del componente.

Bibliografía

- 3M Company. (2025). *Disposable respirators* . Obtenido de 3M Multimedia:
<https://multimedia.3m.com/mws/media/1882588J/disposable-respirators.jpg>
- Academiaxray. (29 de 5 de 2025). *Pintura Tricapa para Automóviles: Guía Completa, Ventajas y Desventajas*. Obtenido de Xray Chipped Academy:
<https://academiaxray.cl/blog/pintura-tricapa-automotriz/>
- Academy. (2023). Obtenido de <https://academy.sinnek.com/ventajas-pintura-al-agua-para-coche/>
- Academy.sinnek. (2024). *Pintura tricapa: Tutorial para dominar su aplicación*. Obtenido de SINNEK Academy: <https://academy.sinnek.com/pintura-tricapa-coche-como-aplicar/>
- Alibaba.com. (2025). *Go kart steel tube frame: Chasis de tubo de acero para Go Kart*. Obtenido de Alibaba.com: <https://thai.alibaba.com/g/go-kart-steel-tube-frame.html>
- ASBOC - Asociación de Servicios Bosch. (3 de 7 de 2024). *Uso de mascarillas en el taller: cómo elegir la más adecuada para proteger y protegernos*. Obtenido de ASBOC - Asociación de Servicios Bosch: <http://www.asboc.es/2020/07/uso-de-mascarillas-en-el-taller-como.html>
- Autos y Autopartes. (2024). *Hidrografía automotriz: ¿Cómo funciona?* Obtenido de Autos y Autopartes: <https://www.autosyautopartes.com/hidrografia-automotriz-como-funciona/>
- Axalta. (2023). *¿Cómo aplicar correctamente pintura base agua en un auto?* Obtenido de Axalta: https://www.axalta.com/blog_mx/es_ES/repintado-automotriz/proceso-repintado/como-aplicar-correctamente-pintura-base-agua-en-un-auto.html
- Cáceres, R. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un taller de servicios de carrocería y pintura express para vehículos livianos*. Lima: Universidad de Lima.
doi:https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12761/Caceres_Estudio-prefactibilidad-instalacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Callister, & Rethwisch. (2020). *Ciencia e Ingeniería de Materiales*. Wiley.

- Callister, W., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials science and engineering: An introduction (10th ed.)*. Wiley.
- Canelo, José Jesús. (30 de 3 de 2025). *¿Cómo reparar la pintura de coche dañada por el sol?* Obtenido de Detailerlab: <https://detailerlab.com/reparar-pintura-coche-danada-sol/>
- Cañada, M., & Royo, R. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II*. Madrid: Fundación Confemetal.
- CESVI Colombia. (2025). *Bienvenidos a la masificación de los acabados tricapa*. Obtenido de Revista Autocrash: <https://www.revistaautocrash.com/bienvenidos-la-masificacion-los-acabados-tricapa/>
- Cha, & Erdemir. (2015). *Coating technology for vehicle applications*. Springer.
- Cha, S., & Erdemir, A. (2015). *Coating technology for vehicle applications*. Springer.
- Chapista, E. (2025). *Las pinturas para coches*. Obtenido de El Chapista: https://www.elchapista.com/pintura_para_coches.html
- Coluccio, E. (16 de Julio de 2023). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/transfencia-de-calor/>
- Cutting Edge Automotive Solutions. (2025). *Glow-in-the-Dark Paint for Cars*. Obtenido de Cutting Edge Automotive Solutions: <https://www.cuttingedgerefer.com/glow-in-the-dark-paint-for-cars/>
- Dmltech. (2025). Obtenido de https://www.dmltech.com.ec/vm-20-gafas-de-seguridad/?srsItid=AfmBOoqne-s5TYrL-xhb_HxLeEblUBS5_3ry75elvlOlejUpd4WDkxvd
- Elchapista. (20 de 4 de 2026). *Las pinturas para coches*. Obtenido de El Chapista: www.elchapista.com/pintura_para_coches.html
- EPS Servicio Automotriz. (24 de 09 de 2024). *Todo lo que debes saber sobre la pintura de tu auto*. Obtenido de EPS Servicio Automotriz: <https://www.epsservicioautomotriz.com/single-post/todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-pintura-de-tu-auto>

- Fernández, M., Guzmán, I., Vázquez, T., Michel, A., & Rojas, G. (2006). *Module 1: Meteorology and Climatology - Project: Training educators for the development of educational activities on climate change*. Cochabamba: Energética.
- Foropinturacoches. (2023). Obtenido de <http://foropinturacoches.com/proceso-de-difuminado-para-pintado-de-coches/>
- Fürbeth. (2021). *Advanced coatings for corrosion protection*. MDPI.
- Germania. (2024). *Horno de pintura*. Obtenido de Germania: <https://www.germania.com.pe/servicios/horno-de-pintura>
- González, C. D. (2011). *Motores*. Paraninfo.
- Grainger, S., & Blunt, J. (1998). *Engineering coatings: Design and application (2nd ed.)*. Woodhead Publishing.
- Gruposirsa. (2024). Obtenido de <https://gruposirsa.com/wp-content/uploads/2021/01/GSOL.jpg>
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Prearson Prentice Hall.
- Jiménez, J., Navarro, J., Morales, T., Casado, E., & García, J. (2018). *Preparación de Superficies*. Paraninfo.
- Kavak. (2022). Obtenido de <https://www.kavak.com/mx/blog/pintura-automotriz-todo-lo-que-debes-saber-sobre>
- Kavak. (2022). *Pintura automotriz: Todo lo que debes saber sobre la pintura de tu auto*. Obtenido de Kavak.: <https://www.kavak.com/mx/blog/pintura-automotriz-todo-lo-que-debes-saber-sobre>
- Kosec, & Kocijan. (2025). *Anticorrosion protection of coatings*. MDPI.
- Launchparaguay. (2025). Obtenido de <https://launchparaguay.com/index.php/producto/cabina-de-pintura-horno-de-pintura/>
- Leroy Merlin. (29 de 06 de 2023). *¿Qué es la pintura al agua?* Obtenido de Leroy Merlin.: <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/consejos/que-es-pintura-al->

agua.html#:~:text=El%20diluyente%20es%20el%20elemento,que%20se%20diluye%20con%20disolvente.

Línea Prevención. (2023). *Guantes de protección contra riesgos mecánicos*. Obtenido de Línea Prevención: <https://epiconstruccion.lineaprevencion.com/tipos-de-epi/proteccion-de-manos-y-brazos/tipos-y-normativa-de-aplicacion-1/guantes-de-proteccion-contr-riesgos-mecanicos>

LuminoKrom. (2023). *How to apply glow-in-the-dark paint*. Obtenido de LuminoKrom: https://www.luminokrom.com/en/blog/how-to-apply-glow-in-the-dark-paint/?utm_source=chatgpt.com

Mercury Importadora. (2025). *Compresor aire vertical 110V 3HP 100L*. Obtenido de Mercury Importadora: <https://mercuryimportadora.com/product/compresor-3hp-100-litros/>

Niño, E., Monterrosa, E., Romero, J., & Nicolas, R. (2019). *Manual de Reparaciones de Automóviles*. Lexus.

Pakseresht, & Mosas. (2024). *Coatings for high-temperature environments*. Springer.

Parks, D. (2019). *Manual de areparación de Carrocería y Pintura Automotriz*. Limusa.

Patzán, D. (2023). *Tecnología para aplicado de pintura en Automotriz Jireh*. Guatemala: Universidad Galileo. doi:<http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/1581/1/17003575%20Dami%20Magcleni%20Patz%c3%a0n%20Solis.pdf>

Pearls and Flakes. (2024). *Transporte fosfo*. Obtenido de Pearls and Flakes.: <https://www.pearls-and-flakes.com/content/54-transporte-fosfo>

Pedefferri. (2018). *Corrosion science and engineering*. Springer.

Pérez, B. M. (2011). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Paraninfo.

proinna. (2025). Obtenido de <https://proinna.wordpress.com/>

Proinna. (2025). *Proinn*. Obtenido de WordPress.: <https://proinna.wordpress.com/>

Pruebaderuta. (2023). Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/pintura-automotriz-conceptos-generales.php>

- Pruebaderuta. (2023). *Pintura automotriz. Conceptos generales*. Obtenido de Pruebaderuta:
<https://www.pruebaderuta.com/pintura-automotriz-conceptos-generales.php>
- RecubrimientodeSuperficies. (2024). Obtenido de
<https://recubrimientodesuperficies.wordpress.com/materias-primas/>
- Reparación de Vehículos. (2025). *Composición de la pintura de carrocería*. Obtenido de
 Reparación de Vehículos: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/composicion-de-la-pintura-de-carroceria>
- Rojas, J. T. (2021). *Pintura en polvo reciclada*. Obtenido de Zona de Pinturas:
<https://www.zonadepinturas.com/mas-a-fondo/pinturas-y-recubrimientos/7282-pintura-en-polvo-reciclada.html>
- Roto Cristales y Partes. (2023). *¿Por qué usar la pintura automotriz base agua?* Obtenido de
 Roto.: <https://roto.com.mx/por-que-usar-la-pintura-automotriz-base-agua/>
- Sagola. (2024). *Mini Xtreme Gravedad*. Obtenido de Sagola:
<https://sagola.com/es/productos/industria/pistolas-aerograficas/pistolas-de-gravedad/mini-xtreme-gravedad>
- Segutecnica. (2024). *3M protector auditivo Peltor Optime I H510A orejeras de vincha SNR27*.
 Obtenido de <https://www.segutecnica.com/3m-protector-auditivo-peltor-optime-i-h510a-orejeras-de-vincha-snr27-61317---det--003700>
- Sino Vinyl. (31 de 05 de 2019). *TPU PPF repara automáticamente la película de protección de pintura de automóviles en Ferrari, envoltura de automóviles España*. Obtenido de
 Sino Vinyl.: <https://es.sinovinyl.com/noticias/tpu-ppf-repara-automaticamente-la-pelicula-de-proteccion-de-pintura/>
- Sobrino, J. (2001). *Teledetección*. Valencia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Valencia.
- Spectra Premium. (2023). *Steel fuel tanks*. Obtenido de Spectra Premium.:
<https://www.spectrapremium.com/es/oem/automotive/steel-fuel-tanks>
- Sun. (2023). *Surface engineering & coating technologies for corrosion and tribocorrosion resistance*. MDPI.

- Surface Finishing México. (2025). *Pigmentos para pinturas: Tipos, aplicaciones y proveedores*. Obtenido de Surface Finishing México: <https://surfacefinishingmx.com/pigmentos-para-pinturas-tipos-aplicaciones-y-proveedores/>
- Trujillo Duque Ferreterías. (2025). *Pistola gravedad 400 ml azul F-75G USA Designs*. Obtenido de Trujillo Duque Ferreterías: <https://www.trujilloduqueferreterias.com.ec/pistola-gravedad-400ml-azul-f-75g-usa-desings/p>
- Vera, E. (2017). *Propuesta de diseño ergonómico en butacas de vehículos monoplace, para equipos ecuatorianos participantes de la Formula Student*. Quito: UISEK.
- Viesa. (2024). *Tipos de pintura para coches*. (Viesa, Productor) Recuperado el 20 de 4 de 2026, de Viesa: <https://viesa.es/blog/tipos-de-pintura-para-coches-n13>

