



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero
Automotriz**

Autores: Cadena Martillo Miguel Ángel
Medina Landívar Franklin Andrés

Tutor: Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc.

**Implementación del Espectrofotómetro en el Proceso de
Pintado de Vehículos**

Guayaquil-Ecuador |2024

Certificado de Autoría

Nosotros, Cadena Martillo Miguel Ángel y Medina Landívar Franklin Andrés, 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. Cedemos nuestros 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.

Franklin Andrés Medina Landívar

C.I: 0921506671

Miguel Ángel Cadena Martillo

C.I: 0952011302

Aprobación del Tutor

Yo, Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc., certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc.

C.I: 1204668766

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien me ha brindado fuerza, sabiduría y perseverancia durante esta etapa de mi vida académica. Agradezco de todo corazón a mis padres, por su inquebrantable apoyo, amor y sacrificio que han hecho posible que hoy culmine este importante logro. También, quiero dedicar un especial agradecimiento a mi amada esposa, por ser mi compañera fiel, por su comprensión, paciencia y aliento constante a lo largo de esta ardua travesía. Sin el apoyo incondicional de todos ustedes, esta tesis no hubiera sido posible. ¡Gracias por ser mi mayor motivación y por creer en mí en todo momento!

Medina Landívar Franklin Andrés

Índice general

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor	iv
Agradecimiento.....	v
Índice general.....	vi
Índice de Figuras.....	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1. Tema de Investigación	1
1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2. Formulación del Problema.....	2
1.2.3. Sistematización del Problema.....	2
1.3. Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación	3
1.4.1. Justificación Teórica.....	3
1.4.2. Justificación Metodológica.....	3
1.4.3. Justificación Práctica	4

1.4.4. Delimitación Temporal	4
1.4.5. Delimitación Geográfica	4
1.4.6. Delimitación del Contenido	4
Capítulo II	6
Marco Referencial.....	6
2.1. Marco Teórico.....	6
2.1.1. Proceso de Pintado.....	6
2.1.2. Tipos de Pinturas Automotrices.....	8
2.1.3. Proceso de Reparación de Carrocerías Autmotrices	11
2.1.4. Composición de la Pintura	11
2.1.5. Características de la Pintura Automotriz.....	13
2.1.6. Elección de la Pintura	13
2.1.7. Elección de la Pintura	13
2.1.8. Adquisición de la Pintura	14
2.1.9. Proceso de Mezcla de Pintura	14
2.1.10. Proceso de Oxidación en las Chapas Metálicas.....	16
2.1.11. Estructura de un espectrofotómetro.....	17
2.1.12. Utilidad del Espectrofotómetro.....	18
2.1.13. Ventajas y Desventajas del Espectrofotómetro.....	19
2.1.14. Pasos Para el Uso del Espectrofotómetro	19
2.1.14.1. Preparación de la Superficie Para el Uso del Espectrofotómetro	19
2.1.14.2. Calibrar Periódicamente	20

2.1.14.3. <i>Limpiar la Superficie</i>	21
2.1.14.4. <i>Temperatura de la Superficie</i>	21
2.1.14.5. <i>Superficie de Medición</i>	21
2.1.14.6. <i>Tamaño de Grano</i>	22
2.1.14.7. <i>Toma de Datos e Identificación del Color</i>	23
2.1.14.8. <i>Probeta de Comprobación</i>	23
2.1.14.9. <i>Probeta de Comprobación</i>	24
2.2. Marco conceptual.....	25
2.2.1. <i>Espectrofotómetro</i>	25
2.2.2. <i>Calidad del Servicio</i>	25
2.2.3. <i>Colorimetría en Carrocería</i>	26
2.2.4. <i>Proceso</i>	26
2.2.5. <i>Proceso de Pintado de Vehículos</i>	26
2.2.6. <i>Mejora Continua</i>	27
2.2.7. <i>Características del Espectrofotómetro Nix Spectro L</i>	27
Capítulo III.....	30
Metodología	30
3.1. <i>Aplicación del Uso del Espectrofotómetro en el Pintado de Automóviles</i>	30
3.2. <i>Importancia del Espectrofotómetro en los Procesos de Pintado de Automóviles</i>	32
3.3. <i>Técnicas de Uso del Espectrofotómetro en el Pintado de Automóviles</i>	33
3.4. <i>Métodos</i>	35
3.5. <i>Tipos de Estudio</i>	35

3.5.1. <i>Investigación Descriptiva</i>	35
3.5.2. <i>Investigación Bibliográfica</i>	35
3.5.3. <i>Investigación de Campo</i>	36
3.6. Descripción del Proceso Evaluativo	36
3.6.1. <i>Lugar de la Investigación</i>	39
3.6.2. <i>Vehículo Utilizado</i>	40
3.6.3. <i>Descripción del Proceso</i>	40
Capítulo IV.....	47
4. Análisis de Resultados	47
4.1. Análisis de Datos Obtenidos	47
4.1.1. Análisis de los Sistemas de Coloración Obtenidos	47
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Proceso de Pintura de Vehículos</i>	12
Figura 2 <i>Componentes de la Pintura</i>	12
Figura 3 <i>Mezclas de Pinturas</i>	15
Figura 4 <i>Proceso de Aplicación de Pintura Automotriz</i>	16
Figura 5 <i>Proceso de Oxidación del Metal</i>	17
Figura 6 <i>Espectrofotómetro</i>	18
Figura 7 <i>Calibración del Espectrofotómetro</i>	20
Figura 8 <i>Limpieza de Superficie</i>	21
Figura 9 <i>Medición en la Superficie</i>	22
Figura 10 <i>Toma de Datos e Identificación del Color</i>	24
Figura 11 <i>Comprobación del Color</i>	25
Figura 12 <i>Espectrofotómetro Utilizado en la Investigación de Campo</i>	28
Figura 13 <i>Imagen de la Aplicación de la Play Store</i>	29
Figura 14 <i>Desgaste en el Color de un Automotor y Selección del Color</i>	31
Figura 15 <i>Espectrofotometría UV/VIS</i>	33
Figura 16 <i>Espectrofotometría Infrarroja</i>	34
Figura 17 <i>Espectrofotometría de Absorción Atómica</i>	34
Figura 18 <i>Capot y Guardafango de un Vehículo Kia Suelto</i>	36
Figura 19 <i>Materiales Para el Proceso de Pintado de Automotor</i>	37
Figura 20 <i>Equipos Para el Pintado de Vehículos</i>	38
Figura 21 <i>Mapa de Ubicación de la Empresa</i>	39
Figura 22 <i>Ubicación del Equipo Nix Spectro L, en el Vehículo Para Determinar el Color</i> ...	40
Figura 23 <i>Opción de Escaneo Simple</i>	41
Figura 24 <i>Exploración de las Librerías de Pintura</i>	42

Figura 25 <i>Despliegue de las Librerías Utilizadas por la Aplicación</i>	42
Figura 26 <i>Selección de la Librería Sikkens</i>	43
Figura 27 <i>Tonalidad disponible en la Librería Seleccionada</i>	43
Figura 28 <i>Escaneo Simple</i>	44
Figura 29 <i>Tonalidad de Colores en Forma de Gráfica</i>	45
Figura 30 <i>Tonalidad de Colores para la Mezcla</i>	45
Figura 31 <i>Muestras de Código de Colores de Diferentes Vehículos</i>	46

Resumen

En el actual trabajo se presenta como se realiza el análisis de colores utilizando el espectrofotómetro de marca Nix Spectro; este análisis se lo realiza de forma sencilla y muy amigable por medio de la aplicación Nix Toolkik, que está disponible para los sistemas operativos Android y Iphone o también conocido como IOS. En el capítulo uno se establece lo relacionado al planteamiento del problema, situación que se presenta en la investigación actual, además también se realiza la sistematización del problema y se plantean los objetivos a alcanzar con base a la problemática analizada; en el segundo capítulo se resalta todo lo relacionado a la búsqueda de la información relacionada a los tipos de pinturas que se utilizan en nuestro medio de forma frecuente. En el tercer capítulo se especifica la forma como se utiliza el equipo del espectrofotómetro, se detalla el paso a paso del proceso para la obtención del código del color preciso para la preparación del color, y así evitar los problemas de diferentes tonalidades de la colorimetría, en el cuarto capítulo se realizó un análisis de los datos obtenidos en el capítulo tres y se enfatizó en la utilidad y la facilidad de manejo equipo marca Nix Spectro, relacionado a la obtención del código de color.

Palabras Clave: Espectrofotómetro, pintura automotriz, colorimetría, vehículos.

Abstract

In the present work we present the color analysis using the Nix spectrophotometer; this analysis is done in a simple and friendly way using the Nix Toolkik application, it is available for the Android and iPhone operating systems or also known as IOS. In chapter one, what is related to the formulation of the problem is established, a situation that is presented in the current research. In addition, the systematization of the problem is also carried out and the objectives to be achieved are set out based on the problem analyzed; The second chapter highlights everything related to the search for information related to the types of paints that are frequently used in our environment. The third chapter specifies how the spectrophotometer equipment is used, details the step-by-step process to obtain the precise color code for color preparation, and thus avoid the problems of different shades of colorimetry. In chapter four, analysis of the data obtained in chapter three was carried out and emphasis was placed on the usefulness and ease of use of the Nix Spectro brand equipment, related to obtaining the color code.

Keywords: Spectrophotometer, automotive paint, colorimetry, vehicles.

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema de Investigación

Implementación del espectrofotómetro en el proceso de pintado de vehículos.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Los desafíos más importantes de los talleres mecánicos automotrices, consisten en reducir costos, mejorar la productividad de los procesos del servicio de mantenimiento y/o reparación de automotores y satisfacer en mayor medida a los clientes, para lo cual, es necesario trabajar en la implementación de este equipo en los procesos.

El área de pintado de automotores realiza uno de los procesos de mayor relevancia para los clientes dueños de vehículos, quienes requieren la más elevada precisión posible en la colorimetría para pintar sus automotores, de modo que, no solo mejore la estética de estos vehículos, sino que, además, se pueda mejorar la calidad del servicio, por lo que, es necesaria la implementación en el proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro.

1.2.1. Planteamiento del Problema

Los talleres automotrices, en la actualidad, están perdiendo tiempo y recursos durante la aplicación del proceso de pintado, debido al reproceso existente por la poca precisión al momento de escoger el color correcto para pintar el automotor, circunstancia que, además, incrementa los costos en este proceso del servicio y reduce el grado de satisfacción de los propietarios de los vehículos.

Al respecto, (Patzàn, 2023) ha manifestado que, el proceso de pintado de un vehículo, además de ser un proceso vinculado directamente a la calidad, también constituye una de las estrategias para difundir la calidad del trabajo que realizan los talleres mecánicos automotrices y para ser más competitivo, en un mercado de alta rentabilidad.

En efecto, según el artículo de (Cáceres, 2020), la calidad del acabado en la pintura de un vehículo automotor contribuye a afianzar la relación entre los clientes y el taller mecánico automotriz, por ello, el uso de mecanismos que permitan evitar el reproceso en este tipo de trabajos, así como reducir tiempo y costos, puede ser vital para el mantenimiento de la competitividad de estos establecimientos económicos.

Uno de los principales problemas que atraviesan los talleres mecánicos automotrices en el Ecuador, se refiere a la ausencia de un espectrofotómetro para la medición precisa del color, durante el proceso de pintado de vehículos automotores, situación que tiene influencia en el reproceso, así como en la pérdida de tiempo y costos en estos establecimientos económicos, incidiendo en la ineficiencia y dificultando el crecimiento de estas entidades económicas que, si no logran progresar, afectan la generación de fuentes de trabajo en la localidad y en el país (Chillogallo, 2023).

Ante ello, es imperativo la optimización del proceso de pintado de automotores, porque es conveniente que la alta dirección, utilice los dispositivos más apropiados para incrementar su productividad, por consiguiente, el desarrollo del presente estudio, puede dar una solución al problema en cuestión, a través del uso del espectrofotómetro.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Cómo se puede implementar el proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro?

1.2.3. Sistematización del Problema

- ¿Cómo se puede implementar el espectrofotómetro en el proceso de pintado de vehículo?
- ¿Cuál es el proceso actual para el pintado de vehículo el beneficio del uso del espectrofotómetro en esta actividad productiva?

- ¿Cuáles son las oportunidades de mejora que brinda el uso de espectrofotómetro al proceso actual de pintado de vehículo?
- ¿Qué propuesta contribuye a la implementación del proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Implementar el uso del espectrofotómetro en el proceso de pintado de vehículos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el proceso actual para el pintado de vehículos y el beneficio del uso del espectrofotómetro en esta actividad productiva.
- Identificar las oportunidades de mejora que brinda el uso de espectrofotómetro al proceso actual de pintado de vehículo.
- Elaborar la propuesta para la implementación del proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro.

1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación

Prosiguiendo con la descripción de los pilares de la investigación, se detalla en los siguientes sub-numerales, la justificación y delimitación de la investigación.

1.4.1. Justificación Teórica

La presente investigación se justifica teóricamente, porque recogió literatura sobre el espectrofotómetro, sus ventajas y la optimización del proceso de pintado de vehículos automotores, además, de ciertos criterios técnicos sobre el tema en estudio que, se encuentran dentro de la revisión de bibliografías.

1.4.2. Justificación Metodológica

La optimización del proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro requiere el uso de métodos experimentales, mediante los cuales se puede

probar la precisión en la colorimetría, al emplear este dispositivo tecnológico, en donde, además, en la línea de la optimización, se aplican ejercicios para establecer la reducción de tiempo y costos, al utilizar el método mejorado con el espectrofotómetro.

1.4.3. Justificación Práctica

Se destaca por otra parte que, la colorimetría es un área de gran relevancia para la Ingeniería Mecánica Automotriz, sobre todo, porque la optimización de los tiempos y costos en el proceso de pintado de vehículos no solo favorece a los propietarios de talleres mecánicos automotrices y a los emprendedores, sino que, también puede contribuir con una reducción notable del precio de este servicio al cliente.

De esta manera, los resultados de este estudio pueden impulsar inclusive, la reactivación económica de este sector importante para el progreso, a nivel local y nacional, porque generará mayor cantidad de fuentes de trabajo y puede fomentar una mayor competitividad en este ramo de gran relevancia para la matriz productiva.

1.4.4. Delimitación Temporal

El trabajo se desarrollará desde el mes de septiembre del 2023, hasta marzo del 2024, lapso que facilitará el desarrollo de la investigación y de la propuesta.

1.4.5. Delimitación Geográfica

El taller automotriz perteneciente a la empresa Kia Ecuador, cuya ubicación es en la ciudadela Alborada XIV etapa, en la calle Av. Francisco de Orellana, al lado del Mall del Río, en donde se realizará este trabajo investigativo.

El trabajo se realizará en un taller mecánico automotriz, ubicado en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

1.4.6. Delimitación del Contenido

Se describe como parte del primer apartado, el planteamiento del problema, así como la formulación y sistematización del mismo, en conjunto con la descripción de los objetivos,

tanto el principal como los específicos, así como también, la exposición de la justificación teórica, práctica y metodológica, con sus respectivas delimitaciones.

Luego, prosigue la revisión de la literatura, a través de un marco teórico básico, en donde se presenten conceptos sobre las principales variables, en referencia a la implementación en el proceso de pintado de vehículos con el uso de espectrofotómetro.

Finalmente, se expone la metodología de la investigación, indicando los métodos a emplear para la elaboración del estudio de campo, cuyo desarrollo será experimental, además de presentar la problemática, en donde se expondrán las técnicas a aplicar, la muestra del estudio, complementando con el cronograma y el presupuesto del mismo.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1. Marco Teórico

El proceso de pintado de un automóvil es una tarea que reviste gran pericia por parte de los profesionales dedicados a esta actividad, debido a que, los clientes no solo exigen un buen pintado, sino que, en ocasiones, solo se suele pintar una parte del automotor y la pintura añadida, debe tener igual coloración e intensidad que, aquella que no se va a trabajar, para satisfacer las expectativas de los usuarios.

Con base en estas expectativas se ha seleccionado el presente tema de investigación, en donde se busca sustentar teóricamente las ventajas que ofrece la implementación del espectrofotómetro, para mejorar la calidad, ahorrar tiempos y mejorar la satisfacción de los clientes, en el proceso de pintado de vehículos, en donde se espera obtener resultados favorables con la utilización de este dispositivo tecnológico.

Por este motivo, se ha optado por dar inicio con el marco teórico, a partir de la concepción y clasificación del proceso de pintado de vehículos, para luego proseguir identificando los principales criterios sobre el espectrofotómetro y los beneficios que ofrece este dispositivo tecnológico, a la profesión de ingeniería automotriz, como se expone en los siguientes ítems.

2.1.1. Proceso de Pintado

El proceso general de pintado de piezas de plástico de un vehículo automotor, al igual que el pintado de las piezas de chapa, se dividen en los procesos de preparación y pintura de acabado.

De conformidad con la revisión literaria, las expresiones de (Morales & Murcia, 2020) consideraron que “las pinturas de preparación o fondo tienen como objetivo favorecer la adherencia entre el sustrato y el revestimiento de pintura, nivelar la superficie y preparar la

misma para la aplicación de las pinturas de acabado.

En función del estado en el que se encuentren las piezas de plástico, “los procesos de preparación pueden presentar algunas diferencias notables entre sí; las piezas nuevas imprimidas se refieren a las piezas nuevas a las que se las ha aplicado en origen, la chapa de imprimación-aparejo” (Rosas, 2020).

A continuación, se realiza los siguientes procesos para la preparación del automóvil y su posterior pintado, según (Fuentes, 2020):

- Limpieza, soplado y desengrasado para eliminar el polvo y suciedad que han podido acumular las piezas durante su almacenamiento.
- Matizado de la imprimación-aparejo permite favorecer la adherencia de la siguiente capa de pintura.
- Limpieza soplado y desengrasado para preparar la pieza para el ingreso a la cabina de pintura y eliminar las posibles contaminaciones como el polvo.
- Enmascarado en las zonas que se requiere aislar para el proceso de pintura, siendo este el proceso para cubrir y proteger las partes donde no se va a trabajar en la cabina de pintura.

Se observa en este proceso descrito en los ítems anteriores que, el proceso de pintado necesita de un periodo de preparación, para garantizar que la suciedad que tenga el automotor, no pueda minimizar la calidad de este proceso y su posterior acabado, en donde resulta imprescindible el control de cada etapa en esta actividad.

La aplicación de la pintura, según (Huerta & Meincken, 2020), se puede realizar directamente después de “realizar el matizado para tener un buen acabado, este proceso es más efectivo si se lo realiza en una cabina de pintura, ya que permite evitar contaminaciones y se realizar los procesos de pintura y secado con las temperaturas ambientales”.

Por otra parte, es digno de resaltar que un buen acabado, no es aquel en donde se utiliza la mejor pintura o se lo aplica al mejor automóvil, sino por el contrario, se refiere al mantenimiento de buenas condiciones y control, durante las fases previas de la preparación del automotor y de la propia pintura.

2.1.2. Tipos de Pinturas Automotrices

Los tipos de pintura utilizadas para el acabado de los automóviles, se clasifican de acuerdo a su resistencia, brillo, duración, entre los aspectos de mayor relevancia. En los siguientes ítems, se describen estas clases de pinturas:

- **Monocapa:** su principal característica es que solo se requiere su aplicación por una sola vez, para generar un acabado pleno, así como la dureza necesaria, debido a que se emplea generalmente, cuando se requieren pintar colores lisos y de un solo tono. Su principal ventaja consiste en su accesibilidad y un costo bajo que puede beneficiar, tanto a los profesionales en mecánica automotriz, como a los usuarios (Carvajal, 2021).
- **Bicapa:** una de las ventajas de este tipo de pintura, es su complejidad, el cual tiene la característica de realizarse el acabado en dos capas, es decir que, en primer lugar, es esencial aplicar el color, para luego, emplear el barniz transparente para minimizar el daño de la pintura del automóvil, generalmente causado por exposición a los agentes externos, dado que es resistente a los roces y a los rayones del vehículo. Su brillo puede ser reluciente e intenso o en mate satinado en otros casos, dependiendo del color que se utilice y las preferencias del usuario (Ospina, 2020).
- **Metálica:** en su forma básica es la aplicación de color seguida de una capa adicional de laca (también conocida como capa transparente). Además, se agrega una pequeña cantidad de metal en polvo a la capa de pintura para brindar un brillo mucho más atractivo que las pinturas sólidas básicas. Las partículas de metal reflejan más luz incidente que los colores sólidos, lo que conduce a una mejor producción de pintura

que las pinturas sólidas.

- **Nacarada:** es la compilación de componentes básicos de pintura incluidos en la pintura metálica donde el polvo metálico se reemplaza con cristales cerámicos también conocidos como mica. La propiedad única de la mica es que, además de reflejar la luz, también refracta la luz. Esta refracción le da un color profundo a la pintura junto con el brillo. El color cambia según se mire. La pintura nacarada tiene un borde claro sobre la pintura metálica que es visible si se echa un vistazo a la luz solar directa.
- **Tricapa:** es un tipo de pintura utilizado para automóviles de lujo, el cual tiene la desventaja de ser muy costoso y requerir mucho tiempo en el proceso de pintado, aunque tiene como ventaja, la elevada calidad del acabado, el cual se realiza en tres capas, es decir, una capa de fondo de colores, la pintura y al final el barniz brillante, por ello, su tono siempre suele generar un brillo muy intenso y elegante, tipo perla y puede variar con otros tipos de pintura, como fondo, esmalte, barniz, entre otros (Gómez & Moreno, 2020).
- **Electrostática:** según (Orellana, 2020), es un tipo de pintura, cuya ventaja principal es ofrecer alta resistencia y promover acabados de elevada calidad, ya que, permite recubrir la pintura de los vehículos automotrices, de manera que, contribuya a minimizar los daños que pueden ocasionar el contacto de la pintura con agentes externos nocivos a la misma. En el caso de este tipo de pintura, se consideran cuatro clases que dependen de ello:
- **Epóxica:** Es una pintura de alta resistencia ante los impactos, razón por la cual, se utiliza en los vehículos automotrices, sobre todo, porque es resistente a la corrosión y oxidación, además de tener como ventaja adicional, una capacidad elevada a la adherencia (Ospina, 2020).
- **Poliéster:** Además de la resistencia, este tipo de pintura ofrece gran durabilidad, sobre

todo en la protección del brillo y el color del automóvil, debido a que, el mismo siempre se encuentra expuesto a los agentes del entorno que, lo pueden dañar, sobre todo, porque se encuentren al aire libre (Carvajal, 2021).

- **Epoxi Poliéster:** también denominada pintura híbrida, porque conjunta ambos tipos de pintura mencionados en los dos ítems anteriores y, por consiguiente, ofrece las ventajas de ambos materiales, es decir, resistencia, durabilidad y menor desgaste ante la corrosión u oxidación (Orellana, 2020).
- **Poliuretano:** Es un tipo de pintura utilizado para proporcionar elevada calidad de brillo y color a los automóviles, con alta resistencia a los factores físicos, como la lluvia, agentes químicos y polvos, entre los más relevantes (Ospina, 2020).
- **Base Agua:** En la actualidad es poco aplicada en los talleres automotrices convencionales; es más aplicada en concesionarios y talleres que cuentan con la autorización de las marcas, su aplicación brinda como resultado un óptimo trabajo ya que este método de pintado es utilizado por las grandes industrias por que ayuda a reducir la huella de carbono que deja la contaminación ambiental que deja el ser humano. Teniendo en cuenta que las pinturas a base de agua están formadas con pigmentos naturales suspendidos en una emulsión de polímero acrílico a pesar de que se diluyen en agua, se vuelve muy resistente una vez se han secado; además de esto un motivo muy fuerte para su aplicación es la normativa ambiental, en este caso es la NTE INEN 2286 e implican menos contaminantes que los de base solvente, que al evaporarse pueden transformarse en compuestos orgánicos volátiles.
- **Base Solvente:** El sistema de dilución de este tipo de pintura son los solventes químicos tiene una ventaja clave contra la pintura a base de agua, ya que cuando se está llevando a cabo la fase de curado estas pinturas son más resistentes a las condiciones climáticas, los cambios de temperatura y humedad, en comparación a los sistemas de base agua,

en los sistemas base solvente si los niveles de humedad en el ambiente son altos es muy posibles que estos puedan llegar a tener una evaporación y secado mucho más rápido, también se debe tomar en cuenta que al trabajar con pintura base solventes al secar estos químicos se deben tomar medidas extras para que el riesgo sea menor y poder sacar provecho de las ventajas que ofrece esta pintura; se debe tener en consideración que si vamos a trabajar en áreas confinadas y deseamos un mejor acabado la pintura a base de agua es la mejor opción, pero no debemos desestimar las ventajas de la pintura base solventes siendo esta más fácil de utilizar, además se debe saber que las pinturas a base de solventes tienen como principal compuesto los hidrocarburos ingredientes tóxicos a ase de aceite algunas marcas de pinturas a base de aceite tienen metales como el plomo, mercurio, cobalto y bario.

2.1.3. Proceso de Reparación de Carrocerías Automotrices

En el caso de las restauraciones de las carrocerías se pueden utilizar diferentes tipos de materiales y herramientas, que se aplican en el momento de realizar el reemplazo de elementos en el vehículo, además deben brindar una correcta y adecuada forma de la parte que se está trabajando. Cuando el proceso de trabajo es en la carrocería del vehículo se debe realizar el cambio de las piezas en mal estado como los pisos del vehículo, considerando sus dimensiones y el tipo de material a utilizar para garantizar un excelente acabado, ver figura 1.

2.1.4. Composición de la Pintura

De forma general la Píntura automotriz, en otros casos conocida también como esmalte automotriz, posee pigmento, aglutinante, el agente filmógeno, pigmento especial, relleno, el solvente y los aditivos, ver figura 2.

La pintura automotriz se compone de tres componentes principales:

- Pigmento: proporciona color a la pintura.
- Diluyente: iguala la consistencia de la pintura

- Aglutinante: une el pigmento y el diluyente

Figura 1

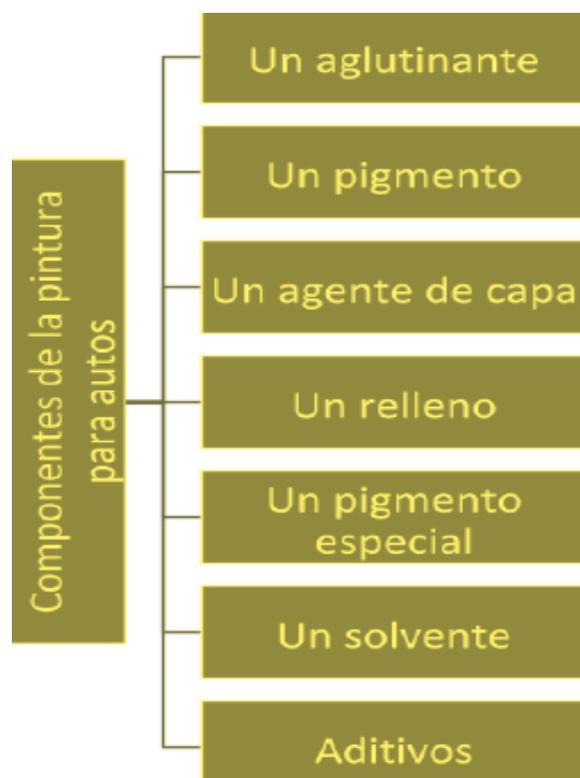
Proceso de Pintura de Vehículos



Fuente: (Autobodymagazine, 2022)

Figura 2

Componentes de la Pintura.



Fuente: (Idaoffice.org, 2021)

2.1.5. Características de la Pintura Automotriz

La pintura del automóvil debe tener una elevada alta calidad, para lo cual debe poseer algunas propiedades; las principales propiedades son:

- Densidad.
- Adhesividad (Capacidad cubriente).
- Dureza.
- Elasticidad.

En lo que se refiere a la densidad de la pintura, esta depende de la cantidad de pigmento y aglutinante. Al tener menor cantidad de aglutinante menos densa es la pintura automotriz y su elasticidad disminuye. Y por lo tanto la dureza también se ve afectada y ocasiona una resistencia a la formación de virutas y obstáculos (la dureza entre 50-60 % es bueno para la pintura). La adhesividad de la pintura significa su capacidad para adherirse a la superficie pintada, llenando esta última lo más densamente posible, (Idaoffice.org, 2021).

Fuente: (Idaoffice.org, 2021)

2.1.6. Elección de la Pintura

Se debe diferenciar los tipos de pinturas al momento de adquirir la pintura para el pintado del vehículo, se diferencia al momento de elegir entre bicapa o tricapa, pues la mezcla es diferente en cada uno de los casos. A veces se necesita aplicar transparente, lacas o barnices; un catalizador u otros elementos para lograr el efecto que se pretende.

2.1.7. Elección de la Pintura

Se debe diferenciar los tipos de pinturas al momento de adquirir la pintura para el pintado del vehículo, se diferencia al momento de elegir entre bicapa o tricapa, pues la mezcla es diferente en cada uno de los casos. A veces se necesita aplicar transparente, lacas o barnices; un catalizador u otros elementos para lograr el efecto que se pretende.

Por otro lado, es de suma importancia la identificación de la compatibilidad entre los productos, pues cada uno de ellos puede tener elementos que aumentan la calidad de la pintura o la disminuyen. Y en la ficha técnica siempre se encuentra las recomendaciones para lograr que el resultado sea excepcional.

2.1.8. Adquisición de la Pintura

Al momento de adquirir la pintura se debe tener en cuenta entre otras las siguientes consideraciones para alcanzar un producto de calidad y poder tener un acabado de pintura de primer orden, entre las cuales están las siguientes:

- **Coincidencia de color:** a menos que se planea darle al automóvil un cambio de imagen completo, se debe certificar de que la pintura coincida de fábrica con el vehículo. Buscar el código de color en parte lateral de la puerta del lado del conductor y pida la pintura del mismo color de fábrica.
- **Cumplimiento:** prestar atención a las normas y reglamentos de cumplimiento aplicables, incluidos los estándares de OSHA y EPA (Environmental Protection Agency). Tener presente de que la pintura que se compre cumpla con dichos estándares.
- **Preparación:** un automóvil bien preparado no solo mejorará la calidad del trabajo de pintura, sino que también le ahorrará mucho tiempo, dinero y esfuerzo. Asegurarse de tener a mano todos los suministros necesarios de antemano, incluida una lijadora neumática, papel de lija, cinta adhesiva, un compresor de aire y una pistola de pintura. También se debe mantener el área limpia durante todo el proceso de pintura.

2.1.9. Proceso de Mezcla de Pintura

Hay dos tipos de pintura para automóviles: base agua y base solvente. Si bien ambos tipos de pintura se pueden usar en automóviles, la diferencia radica en el material del que están hechos. Las pinturas a base de solventes son las pinturas para automóviles tradicionales que se han utilizado durante muchos años. Se componen principalmente de una base solvente como

laca, uretano o esmalte. Estas pinturas contienen una gran cantidad de COV (compuestos orgánicos volátiles). Debido a preocupaciones ambientales y de salud, las pinturas a base de agua se han convertido en una opción más popular que las pinturas a base de solventes, ver figura 3.

Las pinturas a base de agua, por otro lado, se componen principalmente de agua y contienen solo alrededor del 10 por ciento de solvente. Debido a las regulaciones ambientales más estrictas y la creciente preocupación por la salud de las pinturas a base de solventes, la pintura a base de agua se ha vuelto cada vez más popular entre los propietarios de tiendas.

Figura 3

Mezclas de Pinturas



Fuente: (Idaoffice.org, 2021)

En el procedimiento de pintura automotriz, ver figura 4, se puede seguir la siguiente secuencia, tomando en cuenta algunos factores que se toman en cuenta para elegir los mejores tipos de pintura para automóviles:

Figura 4

Proceso de Aplicación de Pintura Automotriz



Fuente: (Automexico.com, 2022)

- El tipo de acabado que desea lograr.
- Los recursos a los que tiene acceso.
- Su presupuesto y la razón detrás de pintar su automóvil en primer lugar.
- Al final el vehículo debe quedar pintado con la pintura adecuada

2.1.10. Proceso de Oxidación en las Chapas Metálicas

La oxidación es un problema muy serio que se presenta con frecuencia en la carrocería de los vehículos, y por lo general se encuentran en vehículos antiguos o en aquellos que han tenido accidentes. El óxido se encuentra principalmente en la carrocería y es originado por el contacto del material metálico (acero) con el agua y el aire. Pues por medio de este contacto es cuando se produce la catálisis .

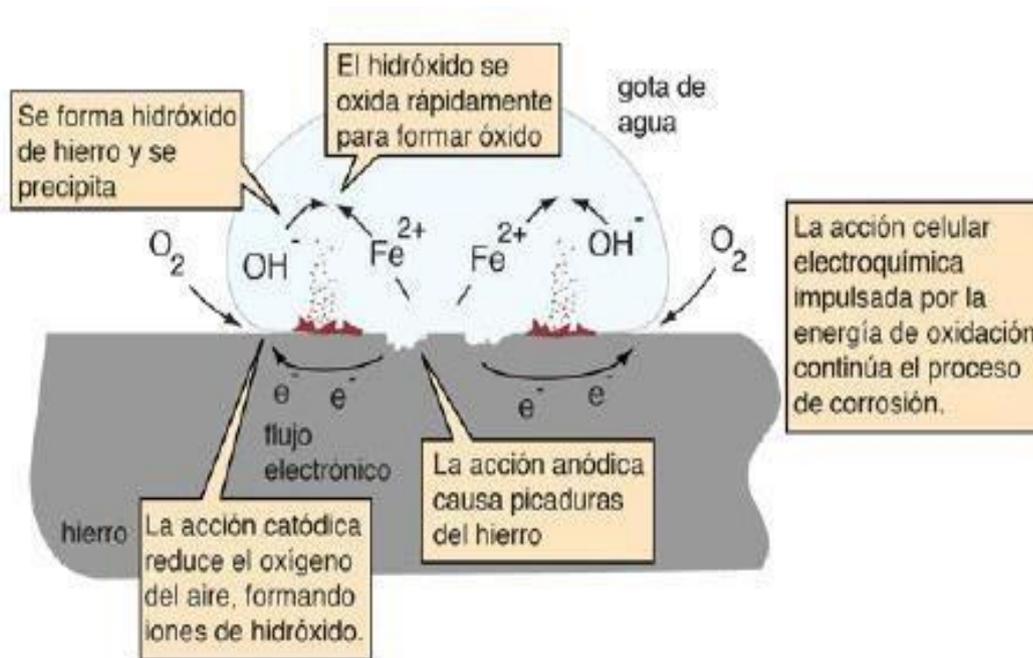
La exposición a la luz solar intensa a lo largo del tiempo eventualmente provocará problemas con la pintura del automóvil. La pintura de los autos sufre en gran manera los efectos

del sol, los rayos ultravioletas calientan la pintura y la combinación de calor y oxígeno atmosférico desencadena una reacción química, ver figura 5; esto es lo que hace que la pintura se oxide. Como resultado, el aceite de pintura se seca y esto afecta el color y el brillo.

Cuando el óxido aparece por lo general tiene apariencia de unacapa muy ligera que por lo general tiende a la coloración roja, con el tiempo tiende a formar una textura gruesa y de forma rugosa, se previene la aparición del óxido con la capa de imprimación aplicada al metal y sobre la que se dan las demás capas de pintura, que es el proceso de cómo pintar y preparar para pintar un coche.

Figura 5

Proceso de Oxidación del Metal



Fuente: (Hyperphysics, 2021)

2.1.11. Estructura de un espectrofotómetro

La estructura de un espectrofotómetro en general, según (Nakagoe, y otros, 2023), consta de los siguientes componentes: una fuente de luz, un dispositivo de enfoque, un filtro de luz, una celda o cubeta de absorción, un fotodetector y un dispositivo de visualización. La fuente de luz debe proporcionar longitudes de onda de luz correctas e intensidad constante.

Típicamente, se utiliza una bombilla de filamento de tungsteno, que proporciona luz en la longitud de onda de 380 a 800 nanómetros (nm), cubriendo la región visible, y lámparas de hidrógeno o deuterio para la región UV, ya que producen longitudes de onda entre los 190 y los 380 nm (García, 2019).

A continuación, en la figura 6 se presenta un esquema del espectrofotómetro, para visualizar su estructura:

Figura 6

Espectrofotómetro



Fuente: (Instrumentos de Laboratorio, 2023).

2.1.12. Utilidad del Espectrofotómetro

Una de las principales utilidades del espectrofotómetro es que tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática (de una longitud de onda particular) a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Como también la relación de la intensidad del color en una muestra y su relación a la cantidad de soluto dentro de la misma (Martínez & Pérez, 2019).

Se observa con claridad que, el espectrofotómetro puede servir para garantizar una mayor calidad en el proceso de pintado de vehículos, por sus propiedades de precisión ante la colorimetría.

2.1.13. Ventajas y Desventajas del Espectrofotómetro

Las ventajas de la espectrofotometría son la alta sensibilidad y precisión de los resultados. El análisis es rápido, fácil de usar y requiere una preparación mínima de muestras (Mengana, Tejera, & Siannah, 2022). Por consiguiente, al arrojar resultados más precisos, entonces, reduce el tiempo del proceso de pintado, al no tener que repetir el mismo, con la consecuente disminución del reproceso.

Como desventajas están el alto precio del equipo, que, además, requiere de lámparas especiales. Por otra parte, puede existir interferencia de otros compuestos y se destruye la muestra a analizar (Cunalema & Vallejo, 2023). En efecto, si bien es cierto, la tecnología ofrece soluciones para los diferentes procesos productivos, también se asume su costo para poder adquirirla y beneficiarse de sus características y capacidades.

2.1.14. Pasos Para el Uso del Espectrofotómetro

En los siguientes ítems se presentan las acciones técnicas sugeridas para los profesionales en el área de ingeniería automotriz, para lograr resultados favorables con el empleo del espectrofotómetro:

2.1.14.1. Preparación de la Superficie Para el Uso del Espectrofotómetro

Para realizar la preparación de la superficie del vehículo automotor, previo al proceso de pintado, bajo el uso del espectrofotómetro, según (Amado, 2020), se debe realizar las siguientes actividades:

- Lavar la carrocería del automotor.
- Realizar el proceso de limpieza del automotor.
- Desengrasar la carrocería del automotor.
- Lijar la carrocería, previo al pintado, sobre todo, si la pintura tiene desgaste.
- Masillar las partes de la carrocería que requieran masillado.
- Pulir, sobre todo, si se ha utilizado el barniz.

- Utilizar el espectrofotómetro, con precisión.

Estas actividades son generales, porque en ciertos trabajos específicos, se puede incluir alguna que otra tarea no prevista en los ítems anteriores, dependiendo de las necesidades del proceso de pintado con uso del espectrofotómetro.

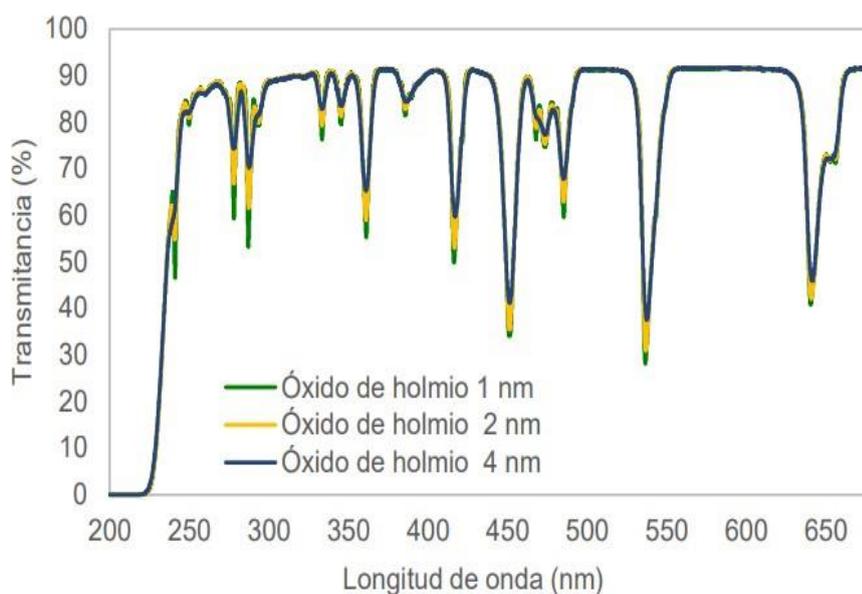
2.1.14.2. *Calibrar Periódicamente*

El equipo debe calibrarse, según las recomendaciones dadas por la marca de pintura, empleando los dispositivos y placas que lo acompañan. Éstas deben protegerse de la luz externa y del polvo. Si es necesario limpiarlas, se pasará un paño suave para evitar rayarlas y sin emplear disolventes. La calibración del equipo se realiza con blanco, negro y a veces otro color cromático, pudiendo variar la frecuencia necesaria de calibración según equipo y patrón. Generalmente es el espectro el que indica cuándo debe realizarse antes de la toma de medidas (Pinares, 2023).

A continuación, en la figura 7 se presenta un esquema de la calibración del espectrofotómetro, para su visualización respectiva:

Figura 7

Calibración del Espectrofotómetro



Fuente: (UPV-MECÁNICA, 2021).

2.1.14.3. *Limpiar la Superficie*

La superficie sobre la cual se toma la medida debe estar limpia y libre de arañazos. Se recomienda “pulir la superficie antes de realizar la medición para evitar datos erróneos en el caso de que el acabado no esté en buenas condiciones” (Fortuny , 2022).

Prosigue el detalle de la figura 8 que, presenta un esquema del proceso de limpieza de la superficie del automotor:

Figura 8

Limpieza de Superficie



Fuente: (Sinnkek Academy, 2022).

2.1.14.4. *Temperatura de la Superficie*

Lo óptimo es que, “la superficie sobre la cual se toma la medición esté en torno a 20 ± 5 °C. A temperaturas muy bajas o altas la lectura puede dar lugar a valores erróneos” (Fortuny , 2022).

2.1.14.5. *Superficie de Medición*

Tomar la medición en una superficie plana lo más cerca posible de la pieza a pintar. En superficies irregulares o curvas los sensores de presión no se apoyan bien y pueden hacer que se filtre luz a la lente, en estos casos el espectro dará error de medida. También es importante

realizar la lectura lo más cerca posible a la pieza a repintar, ya que, el vehículo puede haber sido repintado y no presentar el mismo acabado en toda la carrocería del automotor (Pinares, 2023).

Continúa el detalle de la figura 9 que, presenta un esquema del proceso de medición en la superficie del automotor:

Figura 9

Medición en la Superficie



Fuente: (Sinnkek Academy, 2022)

2.1.14.6. Tamaño de Grano

Además del color, en los acabados de efecto el tamaño de partícula juega un papel importante en la obtención del mejor ajuste. Se puede conseguir un buen ajuste de la colorística, utilizando el tipo de lija correcto, se apreciará una clara diferencia entre ambos acabados (Oviedo, 2023).

Cabe destacar que la extracción adecuada del polvo, permitirá mejorar continuamente la eficiencia del proceso para el pintado del automotor, por ello, la importancia del tipo de lija y de los abrasivos de malla azul, que inclusive, permitirán el pulido apropiado de los vehículos, puede favorecer la minimización de los costos.

2.1.14.7. Toma de Datos e Identificación del Color

Cada marca recomienda cuántas lecturas y cómo deben realizarse. Generalmente se realizan 3 o 5 mediciones desde diferentes ángulos en un mismo punto. Una vez descargada la medición en el programa, se podrá realizar un filtro de la base de datos especificando la marca del vehículo, el código, si se trata de acabado liso o de efecto e incluso del tamaño de grano si el espectro no lo lee automáticamente. Hay marcas de pintura que recomiendan filtrar siempre al menos por la marca del vehículo, otras, sin embargo, recomiendan una búsqueda colorimétrica, sin filtrar por marca y código (Bezerra, 2023).

El programa proporciona un listado con las diferentes opciones ordenados según un índice de ajuste, que es la diferencia entre la medición realizada y la base de datos. Este índice se muestra en diferentes formatos según marca, bien mediante valores numéricos, estrellas o con colores rojo (en este caso, es no aplicable), amarillo (el cual se debe comprobar con la referencia visual apropiada) o de tono verde (en el caso que sea aplicable).

Además de los índices de ajuste los programas aportan diferente información para terminar seleccionando la fórmula de color más parecida, como imágenes de los acabados para comparar visualmente en la pantalla el medido con los de la base de datos, gráficas comparativas, índice matemático, y la posibilidad de modificar la fórmula de la base de datos para ajustarla a los valores obtenidos en la medición variando los porcentajes de los básicos de mezcla que lo componen (De Mesquita & Deyse, 2023), se presenta el detalle de la figura 10 de un esquema de la toma de datos e identificación del color.

2.1.14.8. Probeta de Comprobación

Se aconseja que antes de aplicar el color sobre el vehículo se pinte una muestra de color con el color seleccionado para compararla con el vehículo y comprobar que el ajuste es correcto. En el caso de colores reajustados siempre deberá realizarse este paso. Las muestras pintadas se identificarán y guardarán por si fuesen necesarias más adelante (Agramunt, 2023).

Figura 10

Toma de Datos e Identificación del Color



Fuente: (Sinnkek Academy, 2022)

2.1.14.9. *Probeta de Comprobación*

Se aconseja que antes de aplicar el color sobre el vehículo se pinte una muestra de color con el color seleccionado para compararla con el vehículo y comprobar que el ajuste es correcto. En el caso de colores reajustados siempre deberá realizarse este paso. Las muestras pintadas se identificarán y guardarán por si fuesen necesarias más adelante (Agramunt, 2023).

El uso del espectrofotómetro en los talleres de repintado tiene como objetivo facilitar y mejorar el ajuste del color mediante la combinación de un equipo lector portátil, una gran base de datos y un programa que proporciona la información para seleccionar la mejor opción disponible.

Además, estos tres elementos siguen en constante evolución y todavía se prevé nuevos avances que influirán en esta operación de repintado (Pinares, 2023). Prosigue el detalle de la figura 11 que, presenta un esquema del proceso de comprobación de color de la pintura con que se pintará el automotor:

Figura 11

Comprobación del Color



Fuente: (Sinnkek Academy, 2022)

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es un aparato de alta tecnología, diseñado para medir particularmente, el espectro de transmitancia o reflectancia de un objeto. El objetivo de estos aparatos es el de comparar la radiación para cada longitud de onda a la salida del objeto con el incidente. (Rojas & Rocha, 2022)

Según, (García, 2019), el espectrofotómetro es un instrumento que permite proyectar un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia a la cantidad de luz absorbida por la muestra o la transmitancia, haciendo referencia a la cantidad de luz que pasa a través de la muestra, es decir, el recíproco matemático de la absorbancia.

2.2.2. Calidad del Servicio

Según (Vargas, 2019), la calidad de servicio consiste en “la dirección que siguen todos los recursos y empleados de una organización empresarial para lograr la satisfacción del

cliente”.

Además, el proceso de satisfacción del cliente involucra a todas las personas que trabajan en la empresa, desde el primer contacto con el individuo hasta el gerente, por tanto, el servicio tiene que ver con retener a los clientes existentes, atraer nuevos, dejar una impresión en la empresa y tentarlos a hacer negocios nuevamente.

2.2.3. Colorimetría en Carrocería

La colorimetría en carrocería es el conjunto de métodos y técnicas utilizados para medir, ajustar y optimizar el color de la pieza o piezas repintadas con respecto a sus adyacentes. El objetivo es conseguir una correcta integración de la pieza reparada, sin que presente diferencias de color visibles (Bidetti, Balthazar, Silva, Codaro, & Acciari, 2022).

2.2.4. Proceso

En cuanto al concepto de proceso, (Carrera, Manobanda, Castro, & Vallejo, 2019), manifiesta que, “constituye en un conjunto de actividades, en el cual se planifica las acciones con los recursos que dispone la empresa, sean estas económicas, talento humano, materiales y demás elementos que permiten lograr el objetivo propuesto”.

Mediante el proceso se puede operar las acciones requeridas, ya antes planificadas por los directores, las cuales permitirán satisfacer a los usuarios y otros grupos de interés (Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2010).

2.2.5. Proceso de Pintado de Vehículos

En cuanto al concepto de proceso de pintado de vehículos, (Huamán, 2019), manifiesta que, “constituye en un conjunto de actividades, en el cual se planifica las acciones con los recursos que dispone la empresa, sean estas económicas, talento humano, materiales y demás elementos que permiten realizar el pintado de un automotor, de manera eficiente y con el color preciso” (p. 22).

2.2.6. Mejora Continua

De acuerdo con el autor (Evaristo, 2020), la mejora continua consiste en el mejoramiento de las actividades o procesos que son implementados dentro de las organizaciones para alcanzar una meta”.

Por otro lado, la mejora continua permite que los problemas sean identificados y corregidos con acciones para obtener resultados beneficiosos (Rajadell, 2019).

2.2.7. Características del Espectrofotómetro Nix Spectro L.

Para la realización del trabajo de campo, en donde se ha utilizado el espectrofotómetro en el proceso de pintado de vehículos, en un taller ubicado en la ciudad de Guayaquil, se ha detallado las principales características del dispositivo electrónico utilizado, debido a que, es necesario manifestar la especificidad del mismo, razón por la cual, a partir del siguiente párrafo se ha transcrito algunas características de este dispositivo:

- Marca: Espectrofotómetro Nix Spectro L.
- Modelo: D50M2.
- Funcionalidad: Delta-E.
- Detección de color versátil: colores CMYK, RGB, HEX, densidad de tinta.
- Control de calidad de color: para profesionales en impresión, embalaje y artes gráficas, reducción de residuos.
- Color Pro: aplicación Nix Toolkit, biblioteca de 200.000 tonos de pintura.
- Acceso Premium: bibliotecas Pantone, RAL y NCS (Amazon, 2023).
- Conexión mediante el sistema bluetooth.

Cabe destacar que, las principales ventajas de este dispositivo electrónico ponen de manifiesto la vasta cantidad de tonos de pintura que puede seleccionar con precisión el espectrofotómetro de la marca Nix Spectro L., ver la figura 12; el cual guarda relación con la reducción en el tiempo del proceso de pintado del vehículo que, además permitirá la

disminución de los costos de las actividades de los talleres dedicados a esta labor productiva.

Figura 12

Espectrofotómetro Utilizado en la Investigación de Campo



Fuente: (Amazon, 2023).

En la figura antes detallada, se observa la imagen del espectrofotómetro de la marca Nix Spectro L., con todas sus funciones para utilizarlas durante la medición de la intensidad del color de la pintura con que se pintan los elementos del automóvil, como en este caso, el guardafangos y el capot de un vehículo liviano de la marca Kia Soluto de color azul.

Además, una de las ventajas principales del espectrofotómetro de la marca Nix Spectro L, es que puede medir los tipos de pintura monocapa, bicapa, epóxica, poliéster y poliuretano, o sea, una vasta gama de pinturas.

Para alcanzar la conexión adecuada se debe trabajar con una aplicación móvil que está disponible en la Play Store y es accesible para los teléfonos con sistema Android y Iphone o

también conocido como IOS, la aplicación se la encuentra con el nombre de Nix Toolkik, se visualiza como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Imagen de la Aplicación de la Play Store



Capítulo III

Metodología

3.1. Factores que Influyen en el Uso del Espectrofotómetro en los Procesos de Pintado de Automóviles

Los factores que influyen en el uso del espectrofotómetro en los procesos de pintado de automóviles, están referenciados a la necesidad de mantener una concordancia entre la parte que se va a pintar y el color de la pintura, por ello, cuando se va a pintar solo una parte del vehículo, es absolutamente esencial utilizar este dispositivo electrónico, el cual permite que, el acabado del pintado sea uniforme en todo el automotor.

No obstante, cuando se va a cambiar la pintura del vehículo, muchas veces, los técnicos de los talleres automotrices suelen enseñar una pequeña muestra del pintado a los propietarios de los automotores, en donde, con frecuencia, si el usuario no está de acuerdo en el tono de ese elemento pintado, entonces, solicitará el cambio de la misma, generando reproceso en esta actividad del servicio.

Por ello, el principal factor para el uso del espectrofotómetro consiste en garantizar que, la pintura a utilizar para el pintado de un automotor sea igual a la expectativa del propietario del vehículo o simplemente, sea del mismo tono que, las demás partes del vehículo, en los casos donde solo se vaya a pintar una sola área del vehículo, sin considerar la totalidad del automotor.

Sin embargo, existen otros factores que pueden influir en el uso del espectrofotómetro en los procesos de pintado, encontrándose las mismas asociadas con la necesidad de reforzar la tecnología en el taller de la empresa Kia Samanes y los demás talleres automotrices dedicados al pintado de automotores, en la ciudad de Guayaquil, debido a que, cada vez más establecimientos de este tipo, están utilizando recursos tecnológicos con mayor precisión en

colorimetría, para mejorar la productividad de sus organizaciones y obtener mayor rentabilidad en sus negocios.

Por su parte, el uso de un tipo u otro de espectrofotómetro en los procesos de pintado de automóviles, se encuentra asociado en cambio, al tema del desgaste propio de los vehículos, ver figura 14, en donde la pintura original no se palpa de igual manera, por el contrario, los factores ambientales como el sol, la lluvia y las propias impurezas de los lugares por donde circula el vehículo, pueden alterar el color de la pintura, correspondiendo al espectrofotómetro, la selección ideal del tono de la pintura.

Figura 14

Desgaste en el Color de un Automotor y Selección del Color



Fuente: Tomado de (Abril, y otros, 2022).

Por esta razón, el proceso del pintado del vehículo, resulta de mayor complejidad, cuando no se debe pintar todo el automóvil, sino que, por motivos de choques o rasguños de una parte del automotor, solo se debe pintar una pequeña parte del mismo, debiendo tomar el tono específico y preciso del color del vehículo, el cual, si está desgastado, será más difícil coger el color preciso, valga la redundancia, requiriéndose el espectrofotómetro, para garantizar la calidad del servicio de pinado del automotor.

3.2. Importancia del Espectrofotómetro en los Procesos de Pintado de Automóviles

La evolución tecnológica y la necesidad de mantener una precisión de elevada especificidad en la colorimetría utilizada en el proceso de pintado de vehículos automotores justifican el presente trabajo investigativo que, incorpora el dispositivo denominado espectrofotómetro, para mejorar la calidad del servicio prestado al usuario y garantizar su máxima satisfacción.

En concatenación con los factores mencionados en el subtema anterior, el cual se encuentra relacionado con la precisión del automotor, se debe hacer referencia a los aspectos inherentes al ahorro del reproceso y del tiempo de demoras en el proceso de pintado, lo que, a su vez, se encuentra vinculado con mayor productividad, rentabilidad y competitividad en esta actividad del servicio de mantenimiento automotriz, porque al garantizar la satisfacción del cliente y la precisión en la selección del tono de los colores de la pintura, tal como el deseado, se puede ahorrar costos e incrementar ganancias, generando diversos beneficios para el uso del espectrofotómetro.

Por esta razón, los principales beneficiarios del uso del espectrofotómetro en los procesos de pintado de automóviles serán los usuarios de este servicio, porque esperan que, sus expectativas se plasmen en el trabajo del taller de la Kia Samanes, considerando que, es necesario aumentar continua la satisfacción del cliente, como parte de la mejora permanente de la competitividad organizacional.

También, es digno de destacar que, se pretende beneficiar con esta propuesta, a la empresa Kia Samanes, para que utilice el espectrofotómetro en todos los casos de los procesos de pintado de automóviles, con el propósito de fortalecer la productividad de esta actividad, facilitando al personal que se dedica a la misma, a efectuar esta acción, reduciendo el tiempo para seleccionar el color preciso, a lo que se añade el aumento de la productividad, rentabilidad y competitividad del negocio.

Por ello, se espera que, con la implementación del espectrofotómetro, se pueda fortalecer la estabilidad laboral de los trabajadores de la empresa Kia Samanes, así como, permitir que se pueda contratar mayor cantidad de trabajadores, de conformidad con el incremento de la competitividad organizacional, para fomentar la generación de plazas de trabajo en la ciudad de Guayaquil, sirviendo esta propuesta, como un modelo para las demás empresas incorporadas al sector automotriz.

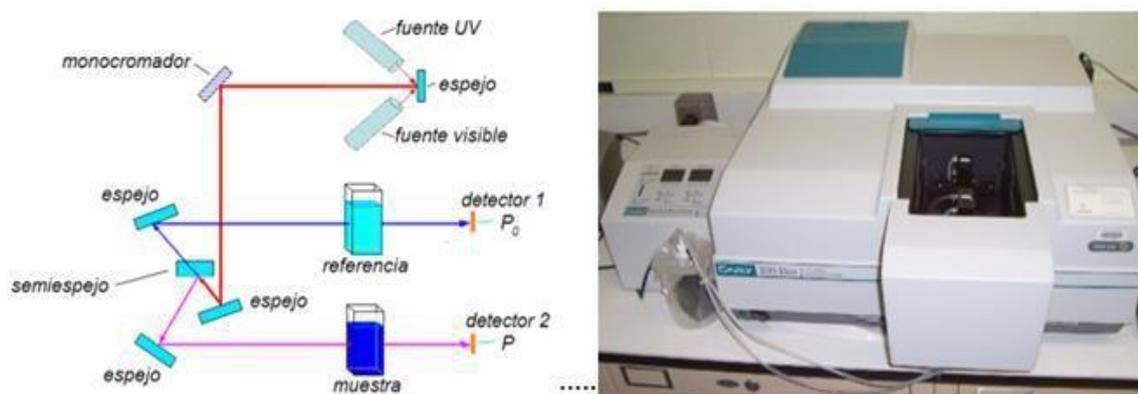
3.3. Técnicas de Uso del Espectrofotómetro en los Procesos de Pintado de Automóviles

Con relación a las técnicas del espectrofotómetro en los procesos de pintado de automóviles, cabe destacar las siguientes a saber que, fueron mencionados en el referente de (Abril, y otros, 2022), como se expone seguido:

Espectrofotometría UV/VIS: Estos equipos trabajan por medio de un ancho de banda de luz discretos, los cuales suelen atravesar una muestra, sobre todo, aquellos que contienen compuestos pigmentados y ser útiles en la colorimetría, ver figura 15.

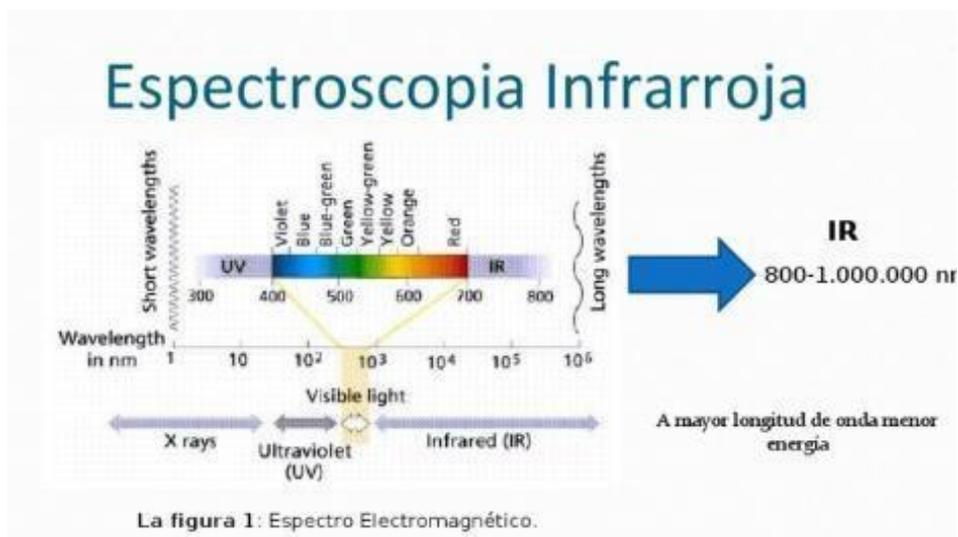
Figura 15

Espectrofotometría UV/VIS



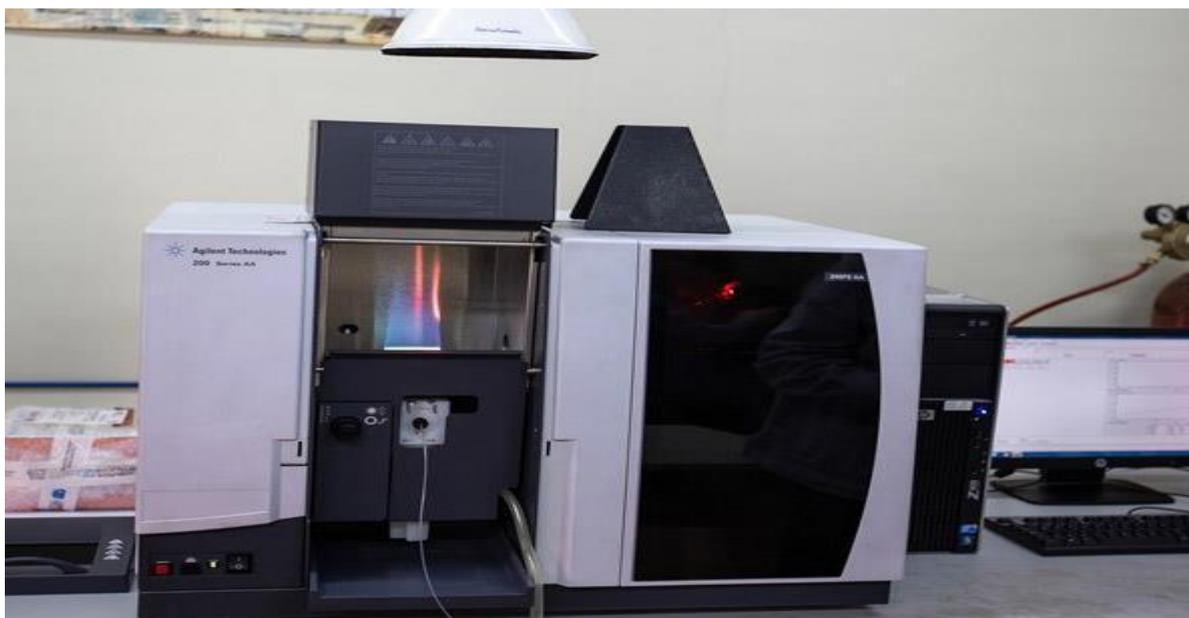
Fuente: Tomado de (Abril, y otros, 2022).

Espectrofotometría infrarroja: Su utilidad consiste en la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos, en donde se puede indicar la composición de una muestra con pigmentos de colores, ver figura 16.

Figura 16*Espectrofotometría Infrarroja*

Fuente: Tomado de (Abril, y otros, 2022)

Espectrofotometría de absorción atómica: Su especificidad es muy elevada, por ello, se trata de un dispositivo costoso, el cual puede detectar la presencia de tonos de muestras de compuestos que contengan diferentes pigmentaciones de colores diversos, ver figura 17.

Figura 17*Espectrofotometría de Absorción Atómica*

Fuente: Tomado de (Abril, y otros, 2022)

Para el presente estudio, se ha seleccionado la espectrofotometría UV/VIS, sobre todo, por cuestiones de costos, aunque también puede utilizarse la espectrofotometría infrarroja, ambas tienen elevado nivel de especificidad para el análisis de tonos de pinturas y la precisión del caso.

3.4. Métodos

Mediante el método deductivo se ha considerado la información general de la problemática para posteriormente particularizar los resultados del estudio a través de la aplicación de la técnica de la observación directa. La investigación tiene la modalidad de campo, mediante un enfoque cuantitativo porque se utilizarán técnicas de investigación que favorecen con datos numéricos y porcentuales, además se hará constar la información referente a cómo se puede optimizar el proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro.

De esta forma, es posible cuantificar el beneficio para el cliente y para el propio taller mecánico automotriz, al optimizar el proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro.

3.5. Tipos de Estudio

Los tipos de investigación que se aplicaron en el estudio son: investigación descriptiva, bibliográfica y de campo.

3.5.1. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva permitió detallar la situación problemática referente a las fallas en la precisión del color, durante el proceso de pintado de vehículos, así como el tiempo improductivo por el reproceso.

3.5.2. Investigación Bibliográfica

Mediante la investigación bibliográfica fue posible recabar información de libros, enciclopedias, revistas, guías y portales de internet que se relacionan con la temática en estudio,

referentes a la optimización del proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro.

3.5.3. Investigación de Campo

La investigación de campo se aplicó para la optimización del proceso de pintado de vehículos mediante el uso de espectrofotómetro, permitiendo la aplicación de un experimento para probar el objetivo principal del trabajo investigativo.

3.6. Descripción del Proceso Evaluativo

El proceso de pintado de dos piezas de un vehículo Kia Soluto, en referencia al capot y al guardafango, ver figura 18, se lleva a cabo en el taller de la empresa Kia Ecuador, denominado por su ubicación, Kia Samanes. Este establecimiento o taller, tiene cuatro áreas bien definidas que, son: las secciones de enderezado, cabina de pintura, mantenimiento y pintado, en este caso, este subtema hace referencia solamente al último proceso productivo.

Figura 18

Capot y Guardafango de un Vehículo Kia Soluto



Fuente: Tomado de (Amado, 2020).

Previo al proceso de pintado, es necesario identificar si en la bodega del taller de esta empresa automotriz, hay suficiente stock de materiales, tal como se describen en la figura 19 entre los más relevantes se citan los siguientes a saber:

- Pintura.
- Diluyentes.
- Lijas.
- Guaípe.
- Masilla.

Figura 19

Materiales Para el Proceso de Pintado de Automotor



Fuente: Tomado de (Amado, 2020).

Además, es necesario contar con los equipos y dispositivos para el proceso de pintado del capot y el guardafango del vehículo en referencia, citando los siguientes a saber, los elementos citados se describen en la figura 20.

- Compresor.

- Espectrofotómetro.
- Lámpara de secado.

Figura 20

Equipos Para el Proceso de Pintado de Vehículos



Fuente: Tomado de (Amado, 2020).

Estos tres dispositivos son los más importantes, porque el primero se lo utilizó durante el pintado, el segundo es el instrumento para medir la intensidad del color, con una precisión de alto nivel de especificidad, mientras que, el último es utilizado en el proceso de secado de las piezas del automóvil en referencia.

Los pasos para el proceso de pintado del capot y el guardafango se citan en los siguientes ítems, considerando el criterio de (Amado, 2020).

- Lavar capot y guardafango del automotor.
- Efectuar la limpieza de las piezas del automotor.
- Desengrasar las piezas señaladas del automotor.
- Lijar las piezas en mención, previo al pintado.
- Masillar las partes del capot y el guardafango que requieran masillado.
- Lijado del masillado.
- Calibrar el espectrofotómetro, con la mayor precisión.
- Limpiar la superficie del capot y el guardafango.

- Medición de la temperatura de la superficie.
- Tomado de datos e identificación del color.
- Selección de la pintura del color del capot y guardafango del automotor.
- Llevar a cabo la prueba del color, mediante una prueba de comprobación.
- Pulir previo a la aplicación de la pintura al vehículo.
- Pintado del vehículo

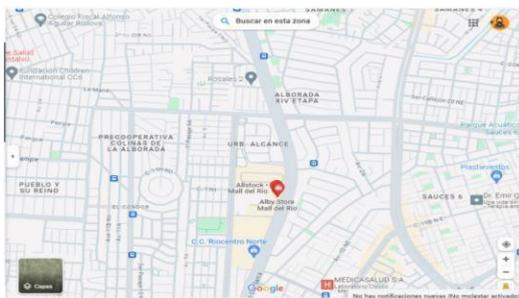
Como se puede apreciar, mediante el uso del espectrofotómetro, se evita el reproceso en el pintado, la insatisfacción del cliente, generando ahorro del tiempo, incremento de la eficiencia, ahorro de costos, mejora de la productividad y competitividad organizacional, entre los beneficios esperados de la propuesta, indicando que, el tiempo del proceso de pintado de del capot es de 2 horas y el del guardafango de 1 hora, posterior, se requiere de un tiempo de secado de ½ hora, es decir, un total de 3 horas y media, que sin el uso del espectrofotómetro, podrían aumentar a 7 o más horas, para el pintado de las mismas piezas del automotor.

3.6.1. Lugar de la Investigación

La presente investigación cuantitativa, de tiempo transversal, se encuentra localizada en la provincia de Guayas, en su cantón y ciudad principal, Guayaquil, específicamente en la ciudadela Alborada XIV etapa, en la Av. Francisco de Orellana, como se muestra seguido en la figura 21.

Figura 21

Mapa de Ubicación de la Empresa



Fuente: Tomado de (Google Map, 2023).

3.6.2. Vehículo Utilizado

Con relación al vehículo utilizado para el trabajo de campo, se destaca que, por la dificultad de pintar todo un automotor, se escogió algunas partes del mismo, en este caso, el guardafango y el capot que, son las piezas que, frecuentemente pasan por este proceso productivo, considerando para el efecto, un auto liviano de la marca Hyundai modelo Tucson de tonalidad gris, (se hace énfasis en la palabra tonalidad debido a que es muy complicado establecer el color forma directa solo con la visualización personal):

Cabe destacar que, las piezas del vehículo de la Hyundai modelo Tucson, fueron proporcionadas por la misma empresa Hyundai, que facilitó también el taller de su propiedad que, está ubicado al lado del Mall del Río, en la Av. Francisco de Orellana, específicamente, en la ciudadela Alborada XIV etapa, en un establecimiento que se denomina Kia Samanes, por su proximidad a esta urbanización de la localidad.

3.6.3. Descripción del Proceso

Para realizar el preciso de obtención del código original y apropiado se realizan los siguientes pasos que son de muy sencillos y no requieren de mucho esfuerzo ni tiempo:

1. Se identifica el vehículo el cual se requiere obtener la información para realizar el trabajo de obtención de código de color, se procede a ubicar el equipo Espectrofotómetro Nix Spectro L, sobre el capot del y se realiza la conexión mediante el sistema bluetooth con el teléfono, ver figura 22.

Figura 22

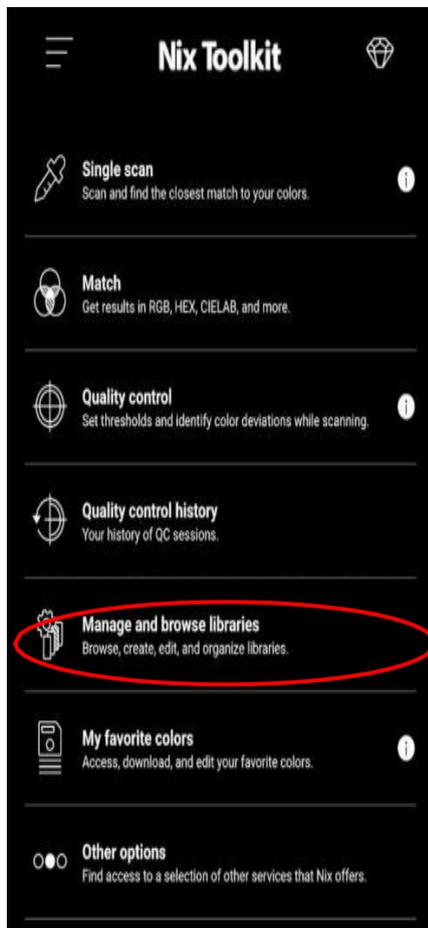
Ubicación del Equipo Nix Spectro L, en el Vehículo Para Determinar el Color



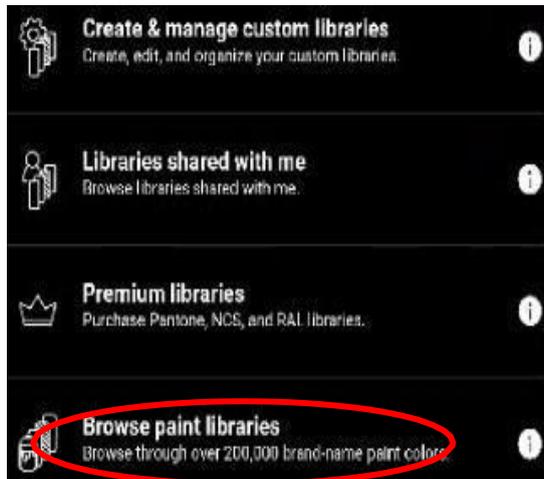
2. Ingresamos a la aplicación Nix Toolkit, previamente se enciende el equipo y de forma automática se enciende el sistema bluetooth, el mismo que se conectará de forma automática con el teléfono asignado, una vez conectado se empieza a visualizar el interfaz de la aplicación donde se visualiza lo identificado en la figura 23, se escoge la opción “manage and browselibraries “o administrar y explorar bibliotecas.

Figura 23

Opción de Escaneo Simple



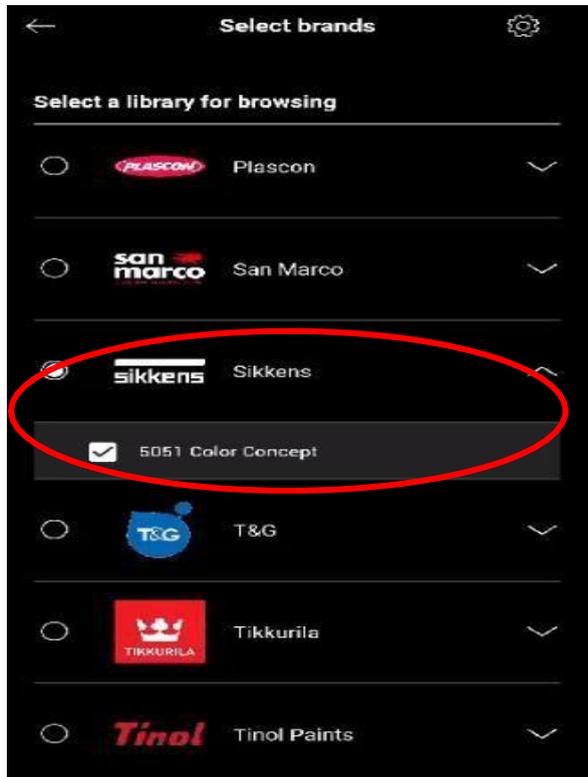
3. De forma seguida nos muestra en la imagen figura 24 la opción “Browse paint libraries“ o “ Explorar librerías de pintura“ y no muestra la opción de las diferentes tonalidades de colores disponibles de forma general, seguido de esta se elige la opción de desplegar las librería en la parte superior derecha como se muestra en la figura 25.

Figura 24*Exploración de las Librerías de Pintura***Figura 25***Despliegue de las Librerías Utilizadas por la Aplicación*

4. Luego de ello se elige la librería “sikkens“ y se marca el recuadro 5051 color concept, y confirmamos la selección, tal como se muestra en la figura 26.

Figura 26

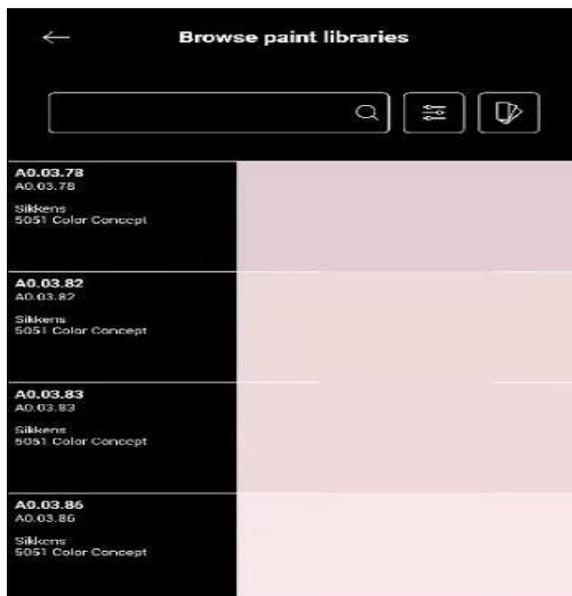
Selección de la Librería Sikkens



5. Seguido de ello se muestra la tonalidad de colores similares que posee la librería seleccionada, tal como se muestra en la figura 27.

Figura 27

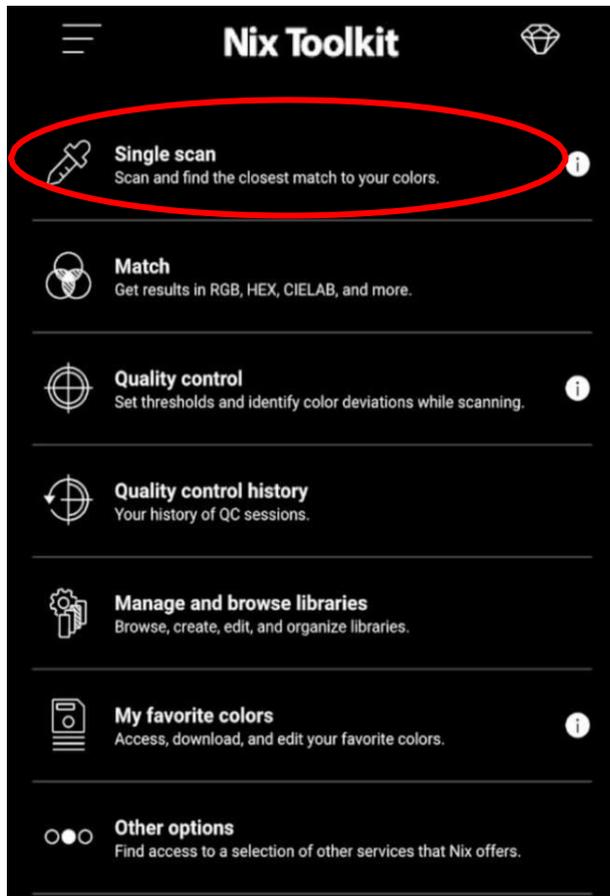
Tonalidad disponible en la Librería Seleccionada



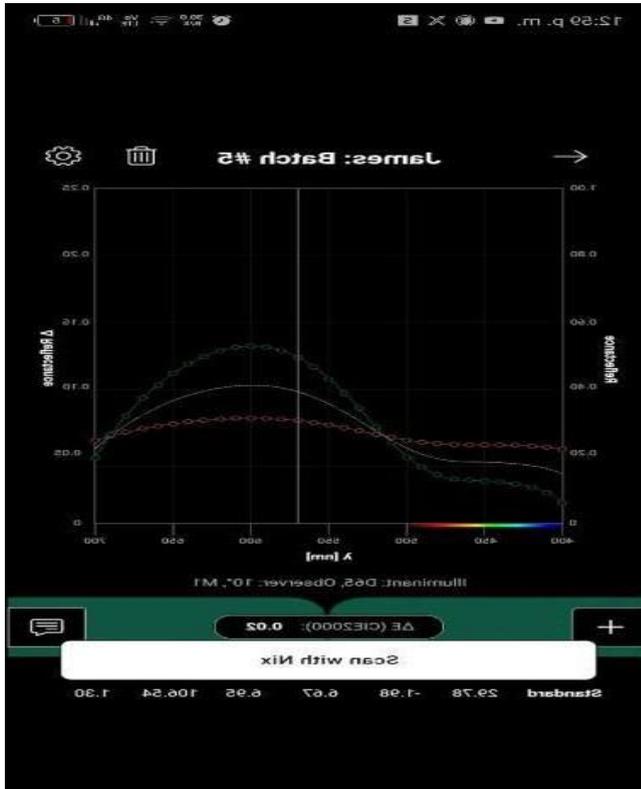
6. Se acepta la opción de tonalidades similares y de forma seguida nos muestra la opción de escaneo simple, ver figura 28.

Figura 28

Escaneo Simple



7. En este momento la aplicación identifica la tonalidad del color de forma precisa y nos muestra la opción de la tonalidad primero en forma gráfica, como se muestra en la figura 29, se destaca que esta figura no es de mucha utilidad por tal motivo simplemente le damos en la opción siguiente donde seguido de ello podemos ver la tonalidad del color en proporciones para mezcla de colores y poder realizar la mezcla y lograr el color indicado, ver figura 30.
8. En la figura 31 se muestra un compendio de figuras donde se muestra varias lecturas de diferentes tonalidades de diferentes vehículos para tener un amplio panorama de las facilidades que brinda la utilización espectrofotómetro.

Figura 29*Tonalidad de Colores en Forma de Gráfica***Figura 30***Tonalidad de Colores para la Mezcla*

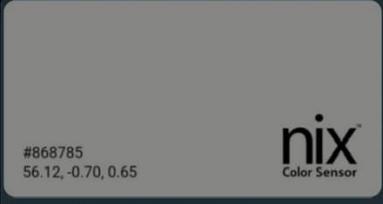
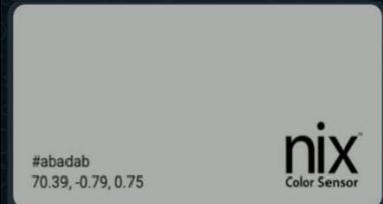
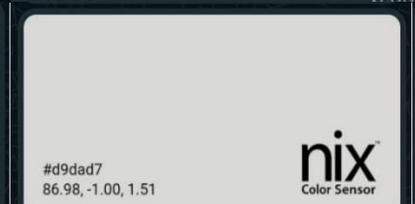
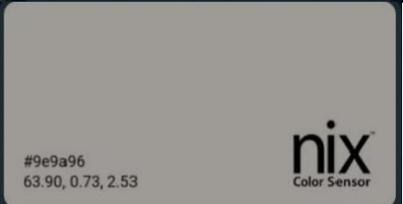
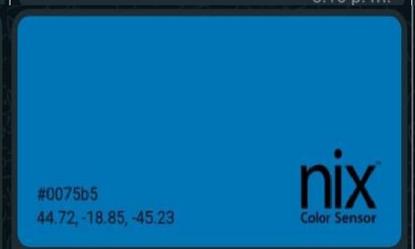
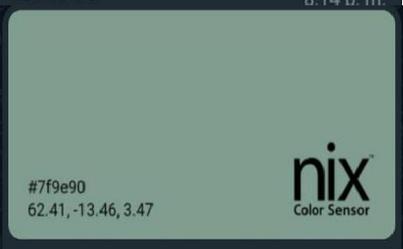
The figure shows a color calibration software interface displaying color data for a 'Hyundai Tucson plomo' sample. The data is presented in a dark blue box with white text. The color is identified by the hex code #868785. The interface also shows the 'nix Color Sensor' logo and the date and time of the scan: 2024-1-31, 20:4:16. The color data is as follows:

- Hex: #868785
- sRGB: 134, 135, 133
- CMYK: 50, 41, 42, 5
- CIELAB: 56.12, -0.70, 0.65
- LCH(ab): 56.12, 0.96, 136.98
- LRV: 24

The time displayed is 8:05 p. m.

Figura 31

Muestras de Código de Colores de Diferentes Vehículos

 <p>#868785 56.12, -0.70, 0.65</p> <p>Hyundai Tucson plomo</p> <p>2024-1-31, 20:4:16</p> <p>HEX: #868785 sRGB: 134, 135, 133 CMYK: 50, 41, 42, 5 CIELAB: 56.12, -0.70, 0.65 LCH(ab): 56.12, 0.96, 136.98 LRV: 24</p> <p>8:05 p. m.</p>	 <p>#131312 19.19, -0.02, 0.45</p> <p>Chevrolet DMAX negro</p> <p>2024-1-31, 20:5:31</p> <p>HEX: #131312 sRGB: 19, 19, 18 CMYK: 73, 67, 67, 83 CIELAB: 5.69, -0.02, 0.45 LCH(ab): 5.69, 0.45, 93.67 LRV: 1</p> <p>8:05 p. m.</p>	 <p>#970014 30.91, 56.74, 36.64</p> <p>Greet wall wingle</p> <p>2024-1-31, 20:12:7</p> <p>HEX: #970014 sRGB: 151, 0, 20 CMYK: 25, 100, 100, 26 CIELAB: 30.91, 56.74, 36.64 LCH(ab): 30.91, 67.55, 32.85 LRV: 6</p> <p>8:12 p. m.</p>
 <p>#abadab 70.39, -0.79, 0.75</p> <p>Chevrolet Grand vitara</p> <p>2024-1-31, 20:9:8</p> <p>HEX: #abadab sRGB: 171, 173, 171 CMYK: 34, 27, 29, 0 CIELAB: 70.39, -0.79, 0.75 LCH(ab): 70.39, 1.09, 136.40 LRV: 41</p> <p>8:09 p. m.</p>	 <p>#d9dad7 86.98, -1.00, 1.51</p> <p>Chevrolet luv blanco</p> <p>2024-1-31, 20:10:30</p> <p>HEX: #d9dad7 sRGB: 217, 218, 215 CMYK: 14, 9, 12, 0 CIELAB: 86.98, -1.00, 1.51 LCH(ab): 86.98, 1.81, 123.51 LRV: 70</p> <p>8:10 p. m.</p>	 <p>#9e9a96 63.90, 0.73, 2.53</p> <p>Greet wall wingle 7 crema</p> <p>2024-1-31, 20:14:17</p> <p>HEX: #9e9a96 sRGB: 158, 154, 150 CMYK: 41, 35, 37, 1 CIELAB: 63.90, 0.73, 2.53 LCH(ab): 63.90, 2.64, 73.87 LRV: 33</p> <p>8:14 p. m.</p>
 <p>#e99800 69.86, 24.62, 83.92</p> <p>Kia rio r amarillo</p> <p>2024-1-31, 20:6:38</p> <p>HEX: #e99800 sRGB: 233, 152, 0 CMYK: 8, 44, 100, 0 CIELAB: 69.86, 24.62, 83.92 LCH(ab): 69.86, 87.46, 73.64 LRV: 40</p> <p>8:06 p. m.</p>	 <p>#0075b5 44.72, -18.85, -45.23</p> <p>Chevrolet vivant azul</p> <p>2024-1-31, 20:7:26</p> <p>HEX: #0075b5 sRGB: 0, 117, 181 CMYK: 100, 47, 6, 0 CIELAB: 44.72, -18.85, -45.23 LCH(ab): 44.72, 49.00, 247.37 LRV: 15</p> <p>8:08 p. m.</p>	 <p>#7f9e90 62.41, -13.46, 3.47</p> <p>Skoda Fabia verde</p> <p>2024-1-31, 19:54:44</p> <p>HEX: #7f9e90 sRGB: 127, 158, 144 CMYK: 53, 26, 45, 2 CIELAB: 62.41, -13.46, 3.47 LCH(ab): 62.41, 13.90, 165.53 LRV: 31</p> <p>7:55 p. m.</p>

Capítulo IV

4. Análisis de Resultados

4.1. Análisis de Datos Obtenidos

El análisis de datos nos da como resultado la obtención del color de forma más precisa y apropiada, esto se logra siguiendo unos sencillos pasos establecidos en la aplicación Nix Toolkit, la misma que nos da de forma precisa los datos de mezcla para la formulación del color original del vehículo y así evitar diferencia en las tonalidades al momento de realizar la reparación de la pintura.

4.1.1. Análisis de los Sistemas de Coloración Obtenidos

Las diferentes coloraciones obtenidas, las mismas que se visualizan en la figura 26, se procedió a realizar los sencillos pasos de utilización espectrofotómetros, equipo que ha demostrado ser de mucha utilidad y de gran facilidad en cuanto a su uso.

En el caso de los códigos de colores se destaca que va a depender de la librería que se está utilizando al momento de realizar el análisis de la coloración, pero al final se termina obteniendo el color deseado, toda la gama de librería existente en la aplicación llegan al mismo resultado, pero destacando que la codificación va a depender de cada fabricante o de cada proveedor de pintura que tengan las diferentes marcas.

Al momento de obtener la coloración indicada se mantiene las condiciones de colores indicadas por el fabricante, situación importante para mantener la tonalidad general apropiada en el vehículo y así evitar diferencia en la tonalidad de color, situación que muchas veces se presenta cuando se realizan reparaciones en diferentes partes del vehículo, es decir en partes específicas y no es necesario realizar una reparación de pintura en toda la carrocería del vehículo.

Con la obtención del color original o primario del vehículo por medio de códigos es más fácil y sencillo realizar la formulación de la tonalidad única de la pintura, puesto que en la

actualidad en muchos centros donde se expende pintura de la línea automotriz, se lo realiza de forma empírica y se realiza con base en la experiencia que posee la persona encargada de determinar la tonalidad; siendo este una dificultad para lograr alcanzar el color ideal y evitar la diferencia de tonos en los colores.

En relación con la pérdida de tonalidad del color se puede presentar entre otras por las siguientes condiciones:

- Factores climatológicos.
- Productos utilizados de baja calidad como la masilla, el fondo, la pintura y el barniz o brillo.
- Proceso de revestimiento o reparación mal ejecutados.
- Presencia de impurezas agresivas como la grasa o agentes oxidantes.
- Limpieza inadecuada de la pintura; esto se presenta al utilizar detergentes agresivos con la pintura.

Para mantener la pintura en buen estado o prolongar la vida de las mismas se puede seguir algunas recomendaciones, entre ellas las siguientes:

- Procurar mantener el vehículo en zonas cubiertas y evitar la exposición de forma prolongada a los rayos ultravioleta del sol.
- Evitar el dejar el vehículo bajo sombra de árboles, en muchos casos los mismos pueden generar el desprendimiento de sustancias como resinas que posiblemente se adhieran a la carrocería y generar el deterioro de la pintura.
- Lavado de forma frecuente, utilizando productos adecuados que sean agresivos con la pintura y al mismo tiempo retiren la suciedad o impurezas.

Conclusiones

- Se realizó la implementación del espectrofotómetro en el proceso pintado de vehículos obteniendo los códigos ideales para obtener el color ideal.
- Se realizó el análisis del proceso actual de pintado de vehículos; en donde se determinó que uno de los mayores problemas es la obtención del color original del vehículo, situación que se logra superar con la utilización del espectrofotómetro.
- Por medio de la aplicación del espectrofotómetro se logra obtener con más facilidad la codificación del color de forma precisa y se identifica la gran oportunidad de aplicar el equipo de forma recurrente.
- Se realizó una propuesta de implementación para el uso del espectrofotómetro para el proceso de pintado de vehículos.

Recomendaciones

- Al utilizar el espectrofotómetro en el proceso de pintado de vehículos es de suma importancia.
- Por medio del análisis del proceso de pintado de vehículos en la actualidad se recomienda utilizar el espectrofotómetro para evitar inconvenientes en la obtención del código del color ideal.
- Se recomienda tener las precauciones del caso para evitar el deterioro de la pintura por factores climatológicos, utilizar productos de alta calidad.
- Evitar que el vehículo sea expuesto a la inclemencia de los rayos ultravioletas del sol, además de realizar el lavado frecuente con productos que sean amigables con la pintura establecida por el fabricante.

Bibliografía

Abril, N., Bárcena, A., Fernández, E., Galván, A., Jorrín, J., Peinado, J., . . . Túnez, I. (2022).

Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. doi:https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf

Agramunt, J. (2023). El Color como Eje Especular en la Metodología de Investigación

Artística Interdisciplinar–Exempli Gratia, Arquitectura. *BRAC*, 11(1), 1-12.

doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8840860>

Amado, D. (2020). *Degradación de fenol, Espectrofotetría UV-Vis, HPLC, Proceso de Acoplado, Ozono y compuestos Alifáticos*.

doi:<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49349>

Amazon. (08 de 10 de 2023). *Nix Espectrofotómetro y densitómetro Spectro L - Tecnología profesional de combinación de colores, compatibilidad con más de 200,000 pinturas, datos espectrales y funcionalidad Delta-E para obtener resultados precisos*. Obtenido de Nix Espectrofotómetro y densitómetro Spectro L - Tecnología profesional de combinación de colores, compatibilidad con más de 200,000 pinturas, datos espectrales y funcionalidad Delta-E para obtener resultados precisos:

<https://www.amazon.com/->

[/es/dp/B0CCK4RKY1/ref=sspa_mw_detail_0?ie=UTF8&psc=1&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9waG9uZV9kZXRhaWwpl3NParams](https://www.amazon.com/-/es/dp/B0CCK4RKY1/ref=sspa_mw_detail_0?ie=UTF8&psc=1&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9waG9uZV9kZXRhaWwpl3NParams)

Autobodymagazine. (2022). *Autobodymagazine*. Obtenido de Autobodymagazine:

<https://www.autobodymagazine.com.mx/2018/01/01/proceso-repintado-autos2/>

Automexico.com. (2022). *automexico.com*. Obtenido de automexico.com:

<https://automexico.com/mantenimiento/como-pintar-un-carro-paso-a-paso-aid746>

- Bezerra, W. (2023). *Arduino, reações químicas colorimétricas e amostrador passivo no estudo de dióxido de nitrogênio, NO₂, e ozônio, O₃, na atmosfera de Rondonópolis, MT*. Brasília: UNESP. doi:<https://repositorio.unesp.br/>
- Bidetti, B., Balthazar, P., Silva, E., Codaro, E., & Acciari, H. (2022). Uma experiência didática de corrosão usando colorimetria visual. *Educação*, 35(3), 1-20. doi:<https://www.scielo.br/j/qn/a/rZZdcv6xvwFrg9HjsT6RmHK/>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2010). *Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas*. Fondo.
- 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
- Carrera, C., Manobanda, W., Castro, D., & Vallejo, H. (2019). *Mejoramiento continuo de procesos de calidad*. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/87008/CONICET_Digital_Nro.14279992-2fa1-48b5-93d6-7674ea150cf9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Carvajal, A. (2021). *Reconstrucción y reparación de vehículos siniestrados realizado en el taller "Comery"*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. doi:<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26018?show=full>
- Chillogallo, A. (2023). *Diseño de un kit de lijado que ayude a mejorar el proceso pre y post imprimación de pintura automotriz*. Cuenca: Universidad del Azuay. doi:<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13560>
- Cunalema, C., & Vallejo, J. (2023). *Validación del método analítico por espectrofotometría para la determinación de nitrato en agua potable y residual*. Guayaquil: Universidad

de Guayaquil. doi:<https://repositorio.ug.edu.ec/items/3a416730-2111-4f30-896d-aa875b4b45e0>

De Mesquita, M., & Deyse, P. (2023). Talos de beterraba (*Beta vulgaris* L.): uma alternativa para obtenção de corante natural. *Brazilian Journal of Development*, 9(5), 14980–14994. doi:<https://doi.org/10.34117/bjdv9n5-034>

Evaristo, M. (2020). *Mejora de la gestión de almacenes para la reducción de las diferencias de inventario del almacén de suministros y repuestos de la empresa AGP Perú*. Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24401>

Fortuny, J. (2022). *El Color como Eje Especular en la Metodología de Intervención artística Interdisciplinar - Exempli Gratia, Arquitectura*. Barcelona: Universitat de Barcelona. doi:<http://hdl.handle.net/2445/192285>

Fuentes, F. (2020). *Propuesta de implementación del modelo Lean Manufacturing en el proceso productivo de una empresa de reparación, planchado y pintado automotriz para a optimización de la productividad en la ciudad de Arequipa, 2020*. doi:<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3361970>

García, R. (2019). *Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro*. doi:https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/87008/CONICET_Digital_Nro.14279992-2fa1-48b5-93d6-7674ea150cf9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Gómez, D., & Moreno, S. (2020). *Cálculo de tiempos y costos medios para el pintado de vehículos en acabado tricapa*. Bogotá: Universidad de América. doi:<https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6649>

Google Map. (11 de 9 de 2023). *Ciudadela Atarazana*. Obtenido de Ciudadela Atarazana: <https://www.google.com/maps/search/Coop.+Profesor+Aguirre+Abad+Mz.+119+Sol+ar+32+/@-2.1773513,-79.8935353,17z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>

Huamán, L. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un taller de servicios de carrocería y pintura express para vehículos livianos*.

doi:<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/12761>

Huerta, J., & Meincken, Í. (2020). *Estudio del trabajo para incrementar la productividad en el proceso de pintado de la Empresa Adan Car E.I.R.L., Smp, 2020*.

doi:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65467>

Hyperphysics. (2021). *hyperphysics*. Obtenido de hyperphysics: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Chemical/corrosion.html>

idaoffice.org. (2021). *idaoffice.org*. Obtenido de <https://idaoffice.org/es/posts/car-paints-composition-and-effects-of-painting-es/>

Idaoffice.org. (2021). *idaoffice.org*. Obtenido de idaoffice.org: <https://idaoffice.org/posts/car-paints-composition-and-effects-of-painting-en/>

Instrumentos de Laboratorio. (20 de Julio de 2023). Obtenido de

<https://www.instrumentodelaboratorio.info/wp-content/uploads/2022/12/Espectrofotometro.jpg>

KIA. (30 de 10 de 2023). *Kia Soluta*. Obtenido de Kia Soluta:

<https://ecuador.patiotuerca.com/autos-nuevos/kia/soluta>

Martínez, F., & Pérez, I. (2019). *Calibración de un Espectrofotómetro UV-Visible y Evaluación de la Incertidumbre*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

doi:<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/2738>

Mengana, A., Tejera, H., & Siannah, M. (2022). Selección de una técnica analítica para la determinación de la concentración de etanol. *Scielo*, 42(3), 500-250.

doi:<http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v42n3/2224-6185-rtq-42-03-503.pdf>

Morales, J., & Murcia, L. (2020). *uniagustiniana*.

doi:<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1122/MurciaPerez-LuisaFernanda-2019.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Nakagoe, S., Chamorro, J., García, L., Yubero, F., Monteiro, M., Mereles, L., & Pérez, D.

(2023). *Validación de un método analítico para la determinación de arsénico total en muestras de suelo por espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros*. doi:<https://doi.org/10.26461/25.07>

Orellana, A. (2020). *Estudio de factibilidad para la implementación de un taller de colorimetría automotriz en la ciudad de Guayaquil*.

doi:<http://GUAYAQUIL/UIDE/2019>

Ospina, M. (2020). *Estrategias para la disminución en los tiempos de desarrollo de color de motos y migración tecnológica de las bases color*. Universidad de Antioquía.

doi:<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16049>

Oviedo, M. (2023). *Síntesis de nanopartículas de plata y evaluación de su desempeño en la determinación colorimétrica de ciprofloxacino, paracetamol y vitamina B1*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

doi:<https://eprints.uanl.mx/26164/1/1080312555.pdf>

Patzàn, 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>

Pinares, R. (2023). *Colorimetría y asociación de los genes MC1R y ASIP con el color de vellón negro y marrón en alpacas huacaya*. Lima: Universidad Nacional Agraria La

Molina. doi:<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5721>

Rajadell, M. (2019). *Creatividad. Emprendimiento y mejora continua*. Reverté, S.A.,

- Rojas, Y., & Rocha, H. (2022). *“Estudio comparativo entre un fotómetro Clínico y un espectrofotómetro utilizando tres diferentes soluciones a distintas longitudes de onda.* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- Leon.
doi:<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9371/1/249734.pdf>
- Rosas, J. (2020). *Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad en el área de producción de pintado automotriz de la empresa FAMTRES E.I.R.L Rímac - 2019.* Lima: UCV. doi:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74612>
- Sinnkek Academy. (20 de Mayo de 2022). *Formación Práctica Para el Profesional de Chapa y Pintura.* Obtenido de Sinnkek Academy: <https://academy.sinnkek.com/como-usar-espectrofotometro-taller-chapa-pintura/>
- UPV-MECÁNICA. (2021). *GUÍA DE CALIBRACIÓN DE ESPECTROFOTÓMETROS UV-Vis INM/GTM-FR-E/01.*
- Vargas, M. (2019). *Calidad y servicio. Concepto y herramientas.* Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/87008/CONICET_Digital_Nro.14279992-2fa1-48b5-93d6-7674ea150cf9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

