



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MEJORA EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE PINTURA

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

PRESENTA:

MONTSERRAT FLORES HERNÁNDEZ

NOMBRE DEL ASESOR:

JUDITH DÍAZ DOMÍNGUEZ



APIZACO, TLAX., NOVIEMBRE 2024

Apizaco, Tlaxcala, 13/noviembre/2024

Oficio No. MM-799/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIV. EST. PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno [a]:	MONTSERRAT FLORES HERNÁNDEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	17370690
Nombre del Proyecto:	"MEJORA EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE PINTURA".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

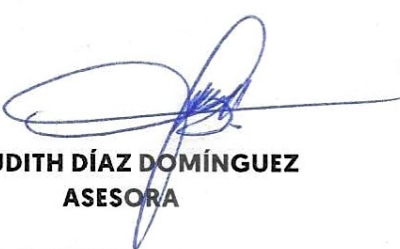
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA



JUDITH DÍAZ DOMÍNGUEZ
ASESORA

c.p.- Expediente
Archivo.
JAV*petry.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlaxcala, 15/noviembre/2024

**FLORES HERNÁNDEZ MONTSERRAT.
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 17370690.
PRESENTE.**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **MEJORA EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE PINTURA** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepcion Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica-
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



ccp. Archivo
CRRG/rls



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
(241) 4172010 Ext304, e-mail: dep@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto es la culminación de un camino largo, lleno de grandes experiencias, aprendizajes, personas, alegrías y demás emociones que en texto quizá no pueda expresar a la perfección. Agradezco principalmente a **DIOS** por darme la oportunidad de vivir a pesar de situaciones duras que se presentan, a mis padres **JOSE ISMAEL FLORES MONTIEL Y ANA ALICIA HERNÁNDEZ RENDÓN** quienes me han impulsado cada día con palabras de amor y fortaleza, así como económicamente. Quienes son mi pilar y fortaleza e inspiración para seguir logrando lo que me proponga, así como a mi hermana **CAROLINA FLORES HERNÁNDEZ** quien ha sido mi compañera de vida, de lagrimas y tantas risas, que me ayuda siempre a tener la mejor actitud para enfrentar las adversidades.

Agradezco también a mis abuelos maternos **ANASTASIO HERNÁNDEZ VARGAS y ALICIA RENDÓN ÁGUILA** quienes desde muy pequeña me educaron, me impulsaron y formaron en mi la mujer que ahora soy, así como a mis abuelos **GENARO FLORES PORTILLO Y ADELITA MONTIEL LÓPEZ** quienes con su ejemplo de amor y humildad hicieron que siempre creyera en mi y en lo que puedo alcanzar, a mi novio **JOSÉ EVERARDO HERNÁNDEZ LÓPEZ** quien llego a sumarme, amarme y luchar junto a mi para ser mejor cada día, incluyendo a su familia.

De igual manera agradezco al **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO** como organismo y a todos los que contribuyeron en mi formación como son mis maestros, amigos y compañeros junto con todas las experiencias vividas en mi estancia, pues siempre quedarán guardados en mi corazón.

Además, a mi asesora, la ingeniera **JUDITH DIAZ DOMÍNGUEZ**, quien guio mi trayectoria de residencias profesionales, retroalimentándome e impulsándome para este logro.

Finalmente, pero sin hacer de menos, a la empresa **SMP AUTOMOTIVE**, por brindarme ese acojo de realizar mis estadías profesionales y poder llevar a cabo este proyecto, a todo el personal con el



que conviví y a ese ambiente que me brindo haciéndome sentir cómoda y con actitud todos los días.

RESUMEN

3

Este proyecto lleva tiene la finalidad de maximizar la pintura en las cabinas de primer ubicando de manera precisa los ajustes adecuados de los robots para posteriormente optimizar tiempo y material al momento de pintar las referencias Volkswagen.

Con ello tenemos la recopilación de los procesos que se llevan a cabo para la obtención de dichas referencias como son fascias delanteras, fascias traseras, aletas, molduras, fascias centrales entre otras.

Primeramente, se realiza un enfoque de la problemática actual en las cabinas dando una justificación y un planteamiento de objetivos para solucionar el problema. Posteriormente, se aterrizan los conceptos en el marco teórico aplicados a la colorimetría y los procesos que se deben seguir para la obtención de las referencias de una manera clara y concisa, así como dar mejoras para la obtención de porcentajes de eficiencia altos.



INDICE

1.	GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	5
1.1	Introducción	5
1.2	Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del estudiante	6
1.2.1	Descripción de la empresa.....	6
1.2.2	Misión y Visión.....	6
1.2.3	Ubicación	6
1.2.4	Descripción del área y puesto de trabajo.....	6
1.2.5	Cronograma de actividades	7
2.	Objetivos	8
2.1	Objetivo general	8
2.2	Objetivos específicos.....	8
3.	Delimitación.....	8
4.	Justificación.....	8
5.	Planteamiento del problema	8
6.	Marco teórico	9
6.1	Colorimetría.....	9
6.2	Fuente de iluminación	11
6.3	Métodos para la comprobación del color	14
6.4	Instrumentos de medición	15
6.5	Efecto piel de naranja en pintura	20
7	Desarrollo.....	21
7.1	Medición de estructura en referencias Volkswagen.....	21
8	Análisis de resultados.....	30
8.1	Resultados de la eficiencia de transferencia en la cabina de primer	30
9	Propuesta de mejora	31
10	Conclusiones	32



11	Referencias.....	32
----	------------------	----

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Uno de los principales objetivos y metas planteadas en la empresa es la completa optimización, calidad y estética de cada una de las referencias que llegan a nuestras manos. Es por ello que en el área de colorimetría se lleva a cabo este arduo trabajo para poder brindar un servicio amplio con las demandas necesarias para que la pieza cumpla su función.

Es por medio de la obtención de experiencia propia y el conocimiento sobre el área me ha permitido realizar el mismo proyecto, dando así seguimiento a mi preparación académica y laboral. Por ello es necesario saber los aspectos generales y específicos que se llevan a cabo para lograr la eficiencia de transferencia de pintura, en la cual se lleva el proceso adecuado en programación y mantenimiento de los robots que se encuentran dentro de la empresa.

Actualmente este proceso puede parecer bastante común, sin embargo, no deja de ser complejo pues se trata de la configuración precisa de las máquinas para evitar daños y pérdidas no contempladas en un presupuesto general, que pueden repercutir en el mal manejo de las piezas y en la pérdida del capital de inversión que provee Volkswagen.



1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del estudiante

1.2.1 Descripción de la empresa

El lugar donde se llevará a cabo el proyecto es en SMP AUTOMOTIVE SYSTEMS MEXICO S.A. DE C.V. La cual desarrolla y fabrica piezas de plástico y módulos altamente integrados para la industria automotriz. SMP está dividida en tres áreas distintas: inyección, pintura y ensamble. El proyecto de optimización que llevará a cabo en el área de colorimetría se basa específicamente en el ahorro del material (pintura) con la que se pintan las diversas referencias de Volkswagen.

1.2.2 Misión y Visión

Misión

- Asegurar el deleite de los clientes.
- Involucrar a los empleados como socios en progreso.
- Incrementar el valor para los accionistas.
- Establecer nuevos estándares en buena ciudadanía corporativa.

Visión

Ser el proveedor de soluciones preferido a nivel mundial.

1.2.3 Ubicación

Carretera Federal Huamantla-La Venta Km 16+500 al 17+190 1650, Zitlaltepec de Trinidad de Sánchez Santos, Tlaxcala.

1.2.4 Descripción del área y puesto de trabajo

La estadía de la residencia se llevará a cabo en el área de pintura, puesto que como sabemos un automóvil requiere de diseño y personalización y para eso existe la colorimetría, la cual consiste en estudiar la medición de los colores y sus percepciones. Así mismo, permite formular métodos para la cuantificación del color, es decir, valores numéricos con los cuales se miden los colores.



1.2.5 Cronograma de actividades

7

ACTIVIDAD		MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase Definición																					
Voz del cliente	P																				
	R																				
Selección del proyecto de mejora	P																				
	R																				
Diagramas SPOC	P																				
	R																				
Formación de equipos de mejora	P																				
	R																				
Preparación del plan de proyecto	P																				
	R																				
Gestión de proyectos Sixsigma	P																				
	R																				
Project Charter	P																				
	R																				
Fase Medición																					
Recolección de datos de consumos por robot	P																				
	R																				
Pesar piezas en RDH	P																				
	R																				
Dar seguimiento en cabinas	P																				
	R																				
Pesar piezas cuando se descarguen	P																				
	R																				
Medir tono de las piezas	P																				
	R																				
Medir estructura de las piezas	P																				
	R																				
Medir espesores de las piezas	P																				
	R																				
Concentrar datos	P																				
	R																				
Fase Análisis																					
Diagramas de pareto	P																				
	R																				
Despliegue visual de datos	P																				
	R																				
Segmentación y estratificación de datos	P																				
	R																				
Referencias críticas con respecto al resultado	P																				
	R																				
Revisión de datos en base a los cálculos	P																				



2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar ajustes de aplicación para tener una mayor eficiencia de transferencia de pintura en las referencias de Volkswagen.

2.2 Objetivos específicos

- Identificación a detalle del proceso que se realiza en el área de pintura de las diversas referencias de Volkswagen.
- Conocimiento previo acerca de como se mide tono, brillo y estructura de referencias de Volkswagen.
- Economizar costes al pintar dichas referencias por medio de ajustes en los robots en cabinas de primer.

3. Delimitación

En base a todos los cambios realizados, se debe cuidar la especificación de calidad del producto para posteriormente no generar alguna falla.

4. Justificación

Los programas actuales tienen una área de oportunidad para incrementar la eficiencia de transferencia, es por ello que se toma como referencia el proceso adecuado y los ajustes necesarios en cada cabina con cada robot para posteriormente analizar y corregir los niveles adecuados en los que deben estar las tendencias ya establecidas para poder hacer mejoras y así visualizar de manera clara y concisa el hecho de reducir costes al poder ocupar la menor cantidad de pintura en cada referencia que es pintada.

5. Planteamiento del problema

En colorimetría se tiene un proceso específico para pintar las referencias, es por ello por lo que lo que buscamos es maximizar tiempos y minimizar costes de producción ya que al sacar espesores de dichas referencias tenemos que en la capa de primer los estándares sobre pasan y esto conlleva a no tener eficiencia al momento de pintar cada skid con sus respectivas referencias. Con estos datos que arrojan los espesores podemos visualizar y hacer ajustes en abanicos de cada robot.



6. Marco teórico

6.1 Colorimetría

La colorimetría para coches es fundamental en el diseño y personalización de un automóvil. Consiste en estudiar la medición de los colores y sus percepciones. Además, permite desarrollar métodos para la cuantificación del color, es decir, valores numéricos con los que se miden los colores.

Importancia de la colorimetría para coches

El color de un coche es una de las características que más en cuenta se tiene. Su significado puede reflejar la personalidad y forma de ser del conductor. Pero, sobre todo, se convierte en un elemento de identidad para determinadas marcas y modelos de vehículos.

Actualmente, el sector del automóvil ofrece cada vez más alternativas cromáticas, con colores más sofisticados. El control del color se convierte en un aspecto crítico en los procesos de fabricación de un nuevo coche. Esta amplia variedad de matices y efectos de pintura complica su paso por el taller, pero gracias a la gran variedad de herramientas de color hacen este proceso más sencillo.

Creación del color para vehículos

Existe una amplia variedad de matices y opciones cromáticas en el mercado, tanto en tonalidad como en acabado (sólido, perlado, metalizado...). Por ejemplo, un blanco ha dejado de ser un blanco sin más. Y, en total, se destinan 1.000 litros de pintura para crear una nueva tonalidad en un laboratorio.

Desde que una marca realiza el primer estudio de mercado hasta que se acepta y se aplica la pintura sobre el coche pueden llegar a transcurrir tres años. Uno de los objetivos principales es siempre buscar la mejor manera de satisfacer necesidades. Eso significa que crear y determinar las alternativas disponibles para cada modelo no es una tarea fácil.

Este largo proceso está formando por varios pasos, que a continuación se detallan:

- *Analizar tendencias*

El primer paso consiste en analizar las tendencias del momento y proponer la paleta de colores, la cual nunca deja de crecer. Normalmente, los vehículos grandes pueden tener colores más oscuros metalizados, en cambio, los pequeños tienden a ser más llamativos y homogéneos. Esta idea general se basa en la edad de los consumidores. En la mayoría de los casos, los más jóvenes optan por tonos más divertidos y arriesgados mientras que lo más mayores prefieren colores más sofisticados. Sin embargo, también hay que tener en cuenta el tipo de automóvil en la elección de colores. Además, es muy importante tener el control durante la medición del color, tanto en la propia fábrica como en el taller.

- *Comprobar matices*

El segundo paso se centra en probar los matices y la profundidad del tono sobre chapa del vehículo para ver su aplicación y el efecto visual que produce. De esa manera, se puede comprobar que el color aplicado se corresponde con el que se había diseñado.

- *Proceso de pintado*

El tercer paso se realiza en el taller. Es el momento de pintar los coches, a una temperatura de entre 21 y 25 grados. A continuación, en un proceso automatizado, con la ayuda de 84 robots y seis horas por vehículo, se utilizan dos kilos y medio de esmalte. Durante este proceso, las cabinas de pintura tienen un sistema de ventilación para evitar que entre polvo del exterior. De esta forma, el coche permanece intacto una vez pintado. Y para acabar, se secan las siete finas capas de pintura en un horno a 140 grados.

- *Escáner final*

Y el cuarto y último paso, es el más breve de todos. En solo 43 segundos, un escáner de última generación comprueba que no haya ninguna anomalía que pueda afectar la calidad del resultado final. Se revisa que todo esté perfecto para que el coche pueda ser entregado finalmente al cliente.

6.2 Fuente de iluminación

La luz es un tipo de energía que se transmite en forma de onda a través del espacio y que se manifiesta en forma de radiación.

La **longitud de onda es la unidad de medida** que utilizaremos para clasificar si un determinado color podrá ser percibido o no por el ojo humano.

Por esta razón un mismo color puede presentar diferencias en función de si lo observamos con luz natural del sol, luz artificial de cabina, lámpara de luz, etc.

Este fenómeno que provoca diferencias de color según el tipo de luz que incida sobre el objeto recibe el nombre de **metamerismo**.



Figura 1: Efecto metamerismo

Este efecto suele ocurrir en el taller de chapa y pintura cuando observamos una pieza reparada con la luz artificial de cabina, advirtiendo diferencias de tono cuando esa misma pieza la comprobamos con luz natural de día.

Esto provocará diferencias en la igualación de color de la pieza con respecto a sus adyacentes, lo que repercutirá en la calidad final de la reparación. De ahí la gran importancia de la fuente de luz de comprobación en la colorimetría de un vehículo.

6.2.1 Objeto

En el sector refinish, consideramos el objeto como la superficie del vehículo a repintar o reparar. El tipo de color que percibimos del vehículo variará en función de la capacidad de este para absorber y reflejar la luz recibida.

A mayor cantidad de luz absorbida por parte del objeto, menor capacidad de reflejo, por lo percibiremos un color más oscuro.

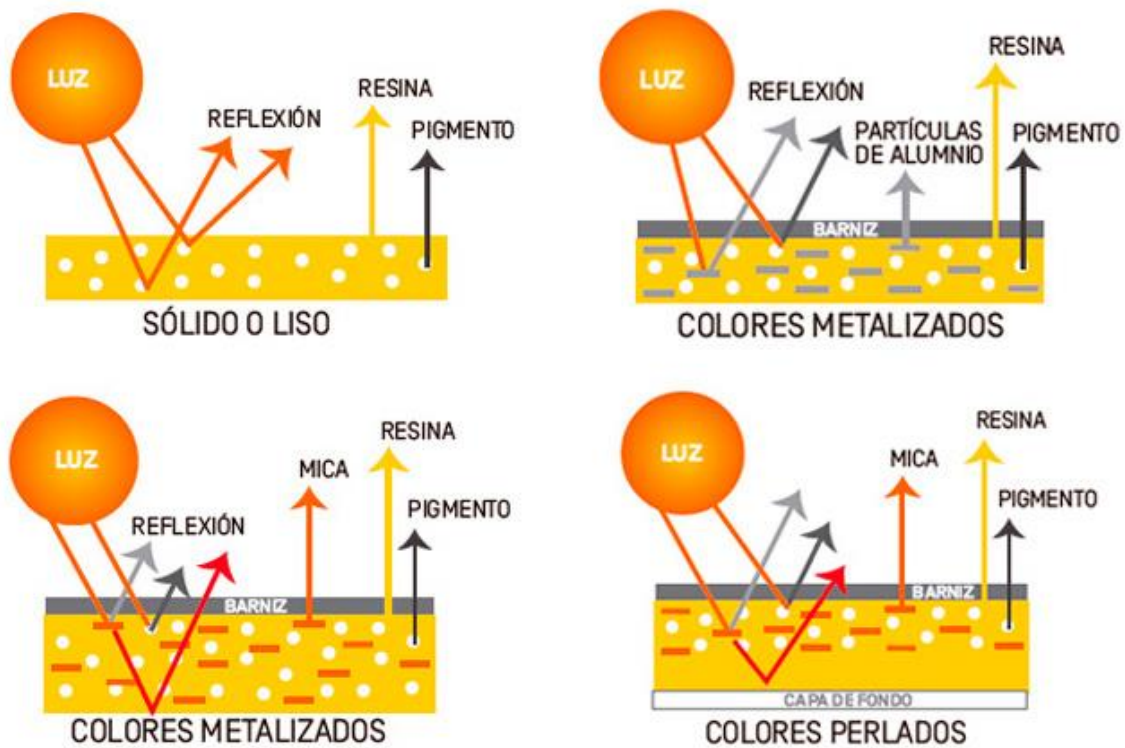


Figura 2: Contraste de reflexión-colores metalizados

De este modo, el tipo de acabado de la pieza a reparar (objeto) influirá directamente en su capacidad de absorción y reflexión. Por ejemplo, en un acabado mate, al contar con una superficie rugosa y más irregular, la luz se refleja en diferentes direcciones, dando lugar a una menor percepción de brillo y color.

En cambio, en acabados con barniz brillante, la luz se refleja en la misma dirección en la que incide sobre la pieza, lo que provoca un mayor nivel de brillo y color para el ojo humano.

6.2.2 Ojo humano

Nuestro ojo humano visualiza el objeto sobre el que se absorbe y refleja la luz, y envía la percepción de color obtenida a nuestro cerebro.



El ojo humano cuenta con mecanismos que le permiten diferenciar entre colores cromáticos, colores acromáticos o colores neutros, así como la luminosidad que presenta el objeto.

6.2.3 Métodos y herramientas para optimizar la colorimetría e igualación del color en el taller

13

La complicación durante el **proceso de reparación y repintado** comienza cuando el color de la superficie a reparar o sus adyacentes, presentan pequeñas diferencias de tono. Esto provoca un mayor rango de colores donde elegir, dificultando la labor del pintor profesional.

Estas ligeras variaciones pueden ser provocadas por diferentes factores:

1. **Diferencias de color producidas durante el proceso de fabricación** del automóvil, debidas al sistema de aplicación, espesor de capa, diferentes proveedores de pintura, etc.
2. **Diversidad de variantes** de cada fabricante de pintura.
3. **Tipo de material del soporte** (plástico, acero, aluminio, fibra de carbono, etc).
4. **Elevada complejidad de reproducción de algunos colores**, como por ejemplo los colores tricapa complejos.
5. **Técnica de aplicación:** cada profesional aplica el producto con una distancia, movimiento o velocidad determinada, lo que da lugar también a ligeras variaciones de color.
6. **Incorrecta preparación y mezcla de la pintura:** algunas veces es el propio profesional, quien, por no haber seguidos las indicaciones estipuladas en la ficha técnica para la preparación de la pintura, provoca desviaciones de color.

6.2.3.1 Herramientas para la identificación del color

Carta de color

La carta de color contiene pastillas pintadas para cada código de color y sus respectivas variantes.

14



Figura 3: Carta de color

Algunas cartas de color, como ocurre en el caso de **SINNEK**, están pintadas a mano y organizadas cromáticamente para una mejor y más rápida localización de cada **código de color**.

Esto incrementa notablemente su fiabilidad en términos de igualación de color, ya que las pastillas presentan la pintura real aplicada **en condiciones similares a las realizadas en un taller de chapa y pintura**.

6.3 Métodos para la comprobación del color

6.3.1 Probetas de aplicación

Otro método más rudimentario, pero altamente efectivo consiste en la aplicación del color sobre probetas, para posteriormente comparar su nivel de igualación de color sobre la superficie del vehículo.

Este proceso nos permite mejorar la colorimetría y cubrición de difuminados y parches, sabiendo con seguridad el número de manos idóneo a aplicar y manteniendo similares condiciones de aplicación como movimiento, velocidad o distancia respecto al soporte.

6.3.2 Pistola de luz

Una herramienta muy útil para comprobar la igualación de color y mejorar la colorimetría de un coche es la pistola de luz.

A través de la proyección de una longitud de onda similar a la luz natural del día, nos permite apreciar mejor los diferentes matices del color, así como detectar posibles defectos como marcas de lija, cubrición o metamerismo.

15



Figura 4: Igualación de color y mejora

6.4 Instrumentos de medición

6.4.1 Wave Scann

El wave-scan tiene como finalidad:

- Medición objetiva de piel de naranja y de DOI
- El especialista para acabados de alto brillo.



Figura 5: Instrumento de medición de estructura Wave Scann.

Sus características principales son:

- Pantalla táctil color
- Display capacitivo con toque háptico de última generación
- Operación rápida y fácil con un menú intuitivo basado en iconos
- Las escalas y longitudes de scan pueden seleccionarse desde el menú
- Estadística completa y almacenaje de datos
- para superficies planas y curvas (radio mayor de 50 cm)
- Escalas Clásicas LW, SW y escalas específicas de cliente
- Espectro estructural para analizar los cambios de apariencia y optimización
- Medición de Dullness y DOI independiente del sistema de pintado
- Base de carga para transferencia al PC y recarga de baterías
- Análisis de datos y documentación profesional con Software smart-chart

6.4.2 Micro-gloss (Brillómetro de ángulo)

Un sistema eficiente de recubrimiento debería poder usar la mínima cantidad de pintura posible para cumplir con las especificaciones de calidad exigidas. El brillo y el espesor son criterios importantes para un recubrimiento. El micro-TRI-gloss μ mide ambos parámetros al mismo tiempo y en la misma posición en un segundo. Esto ahorra tiempo y es ideal en la línea porque solo es necesario acarrear un equipo.

- Visualización simultánea de 20°, 60° y 85° para recubrimientos desde mates a brillantes, sensor de espesor
- Dual Fe/NFe para medición de espesor sobre acero o aluminio.



Figura 6: Instrumento de medición de estructura Micro-gloss brillómetro

Área pequeña: medición de brillo en piezas pequeñas

En la actualidad muchos productos consisten en distintos componentes de distintos tamaños que supuestamente deben tener una apariencia uniforme.

A menudo componentes integrados en una pieza más grande o conectadas a ella, como marcos, botones o embellecedores tienen un diseño que hace difícil la evaluación con un brillómetro clásico.

El micro-gloss XS es un brillómetro de 60° con una pequeña apertura de medición de 2X4 mm, una solución ideal para medir piezas pequeñas y que estas queden armónicas en su conjunto.

6.4.3 BYK Mac i

Control de Color multi-ángulo, destello y graininess

La apariencia de los acabados de efecto esta influenciada por distintos ángulos y condiciones de visualización. Además del flop claro oscuro y los cambios de tonalidad, pueden crearse efectos

especiales de destello. El espectrofotómetro BYK-mac i es único porque puede medir color multi-ángulo y caracterizar la partícula en un solo dispositivo.

- Medición Tradicional de color 5-ángulos: 15° / 25° / 45° / 75° / 110°
- Medición Adicional de color tras del brillo para la progresión del color de los pigmentos de interferencia: -15°
- Medición del Destello y graininess para la caracterización de la partícula.

18



Figura 7: Instrumento de medición de color BYK Mac i

- Excelente rendimiento técnico para medida de color y efecto fiable
- El espectrofotómetro BYK-mac i usa una fuente de luz LED con estabilidad a largo plazo y control de iluminación patentado que proporciona una excelente precisión y un bajo mantenimiento durante muchos años.
- Garantía de 10 años en los LEDs - No son necesarios los cambios de lámpara.
- Calibración estable a largo plazo - Tan solo necesaria cada 3 meses.
- Estable a la temperatura entre $10 - 40^{\circ}\text{C}$ - sin calibración.
- La excelente reproducibilidad entre equipos permite el uso de patrones digitales entre toda la cadena de suministro.



Gestión de color global

- Una precisión superior y la excelente reproducibilidad permite el uso de patrones digitales. Un solo patrón de referencia elimina fuentes de error, no van a ser necesarios los patrones físicos.
- Los datos de control de color son fiables y la comunicación entre todas las partes es fluida y eficiente.
- Los patrones digitales ponen toda la cadena de suministro en el mismo objetivo.
- Medición de color y efecto de superficies anodizadas
- Las superficies de los productos anodizados están influenciadas por un proceso de chorro de arena y anodizado.

19

El BYK-mac i Pro-combina 3 métodos de medida para evaluar objetivamente las variaciones de proceso:

Color multi-ángulo para determinar el flop de luminosidad entre ángulos cercanos al angular y ángulos de flop.

Graininess para caracterizar las texturas muy finas provocadas por el proceso de arenado.

el NUEVO índice "SparkleANO" que describe el comportamiento de la reflexión con mas o menos flashes de destello.

6.5 Efecto piel de naranja en pintura

Definición: Mala textura de la superficie de la pintura (patrón de aplicación deficiente).

CAUSAS

- Pistola colocada demasiado lejos del objeto
- Presión de aplicación demasiado baja (atomización deficiente)
- Película de pintura demasiado fina
- Viscosidad demasiado alta (la pintura es demasiado viscosa)
- Endurecedor y/o diluyente demasiado cortos para las condiciones o el tamaño del objeto
- La boquilla es demasiado pequeña
- Demasiado tiempo de evaporación entre las manos de pintura

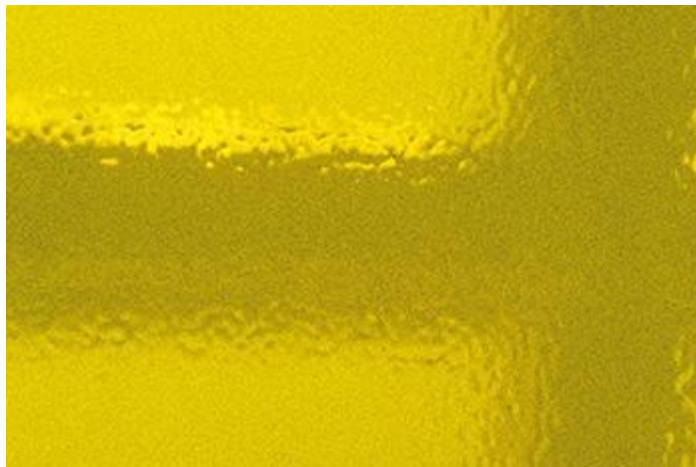


Figura 8: Efecto piel de naranja en las referencias Volkswagen

¿CÓMO EVITARLO?

- Mantener la pistola a la distancia del objeto recomendada.
- Comprobar que la presión de aplicación es la recomendada.
- Aplicar siempre manos en húmedo.
- Ajustar la viscosidad de la pintura a los valores recomendados.
- Elegir el endurecedor y el diluyente correctos (> tabla de temperaturas).
- Consultar la hoja de datos técnicos para elegir la boquilla adecuada.
- Dejar tiempo suficiente de evaporación entre cada mano.



REPARACIÓN

Si los problemas son leves, lijar el área con papel P1200, pulir después con Glasurit 562-1602 Compuesto de pulido fino y dar el acabado con cualquier pulimento estándar de alto brillo. En caso de problemas más graves, lijar por completo y pintar de nuevo.

21

7 Desarrollo

7.1 Medición de estructura en referencias Volkswagen

Al contar con las diversas referencias se mide su respectiva estructura con el Wave Scann mencionado anteriormente, este aparato funciona de la siguiente manera:

7.1.2 Instrucción

1. PRETRATAMIENTO

1.1 Verificar que la pieza pintada esté libre de contaminantes (polvo, grasa).

2. TOMA DE MUESTRAS

2.1 Piezas terminadas para evaluación estructura.

3. PREPARACIÓN DE LOS CUERPOS DE PRUEBA

3.1 La superficie de la pieza debe encontrarse limpia

4. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

4.1 Encender Micro Wave Scan presionando modo rueda (mode) situado en la parte lateral derecha o botón operate, situado en la zona media del panel frontal.

4.2 Después del encendido, el equipo realizara un reconocimiento de sistema para asegurar su correcto funcionamiento. Cuando el reconocimiento haya terminado podrá hacer uso del mismo.

4.3 Se obtienen de la ayuda visual de color, estructura y brillo, las zonas en las que se realizara la toma de muestra de los bumper y misceláneos.



4.4 Seleccionar menu principal y posteriormente seleccionar opcion medir, donde se eligira el modo de medida deseado, oprimir boton operate.

4.4.1 Memory: Medida estadistica y auto – guardado.

4.4.2 Standard: Comprobacion de la precision en el patron.

4.5 Modo Memory: Colocar el instrumento en la muestra.

4.6 Presionar y mantener el boton operate, ubicado en la zona media del panel frontal, mientras se hace correr el equipo sobre la superficie hacia el lado izquierdo en una distancia de 10 CM, hasta que la luz verde se apague o el equipo emita un sonido. Si se realiza incorrectamente una medicion, el equipo encendera una luz roja y emitira un sonido

4.7 Repetir paso anterior “n” cantidad de veces solicitadas por el cliente. Al terminar la toma de muestras, el equipo emitira un sonido doble.

4.8 Evaluar pantalla de resultados de medida ($\bar{x}$) LW y SW.

NOTA: Especificación de estructura Superficie horizontal: $Lw \leq 8$, $Sw \leq 25$

4.9 Después de concluidas las series de mediciones, colocar el equipo de forma que las llantas no estén tocando una superficie, de preferencia colocar el equipo en su estuche, ya que esto puede dañar el equipo.

5. EVALUACIÓN

5.1 Con la pieza máster realizar una comparación con la pieza medida.

6. RESULTADOS

6.1 El evaluador emitirá un dictamen acerca del resultado obtenido.

Al tener dichas mediciones se descargan en los formatos correspondientes como podemos observar a continuación:



Figura 9: Mediciones de fascia central taos

Al analizar dichas mediciones todas están dentro de los parámetros establecidos por cada norma de referencia.

7.2.1 Proceso de referencias

1.- Tomar referencia y pesar en ROH.



Figura 10: Fascia central-peso

Consiste en tomar una referencia y llevar a ROH en donde esta, se colocará sobre una báscula y nos dará el peso de la pieza.

2.- Cargar referencia de lado A de algún skid y continuar el seguimiento en cabina de cooling.



Figura 11: Skid fascia central

Este paso consiste en colocar la referencia que se peso anteriormente en un skid, así como verificar correctamente el numero de este para poder monitorear y posteriormente saber la hora correcta en la que esta pasará por la cabina de primer.

3.- Bajar referencia de la cabina de cooling de primer.

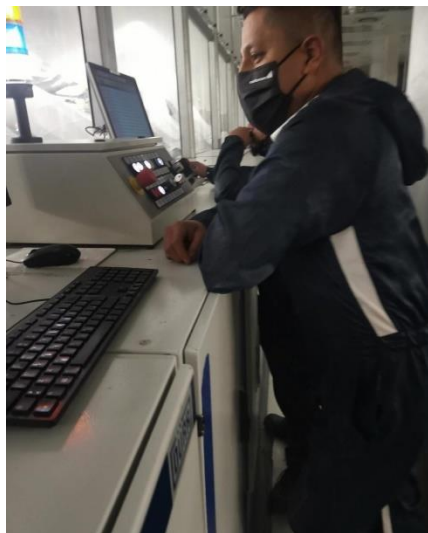


Figura 12: Seguimiento en cabina de primer-cooling

Consiste en subir a cabina de primer para poder bajar la referencia deseada sin parar la línea.

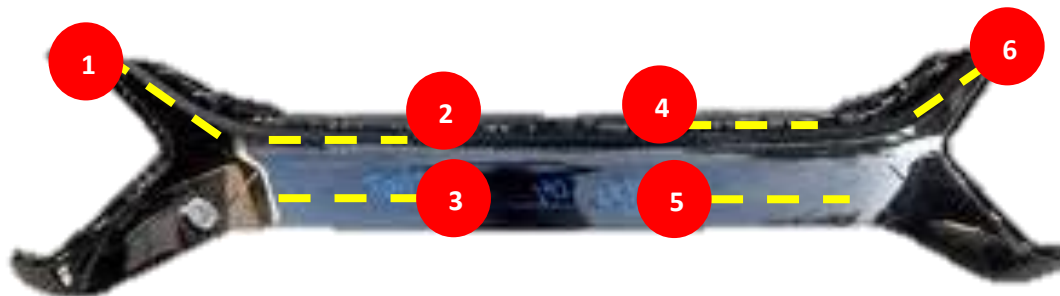
4.- Pesar referencia en ROH.

Posteriormente se vuelve a pesar dicha pieza, pero la diferencia de ahora es que esta tendrá primer. Por lo tanto, el peso es diferente (mayor).

25

5.- Obtener espesores de los puntos de medición de cada referencia.

Consiste en tomar la pieza de ROH con primer y posteriormente proceder a cortar con un taladro el punto de medición, para ello debemos saber que en una fascia central delantera existen 6 puntos medibles, los cuales son:



Conociendo cada punto procedemos a cortar y a sacar en forma de líneas un pedazo del material para posteriormente con ayuda del microscopio visualizar la cantidad de primer en Micras que contiene dicha referencia.

La obtención de espesores consiste en colocar las tiras de la referencia en un portaobjetos el cual se pondrá en contraste con el microscopio para visualizar los datos que requerimos de dicha referencia, como se puede observar a continuación:

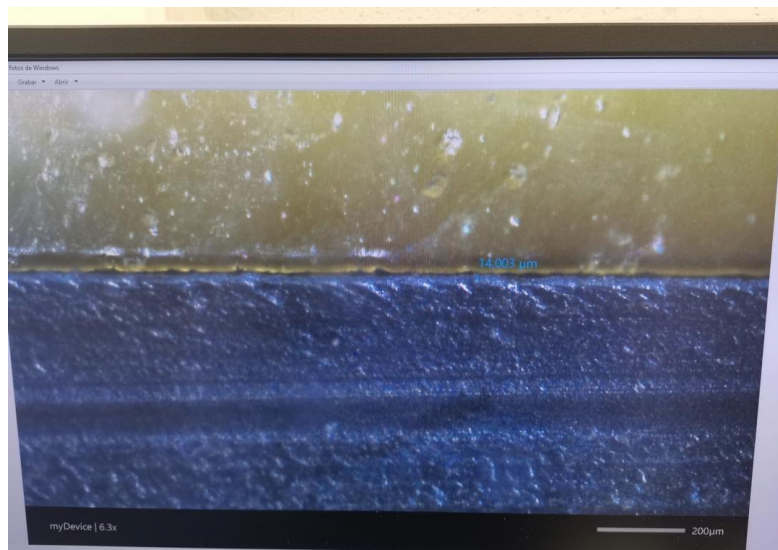


Figura 13: Espesor del punto 1-fascia central

El punto 1 nos da un total de 14.003 micras, por lo tanto, el espesor de este punto esta dentro de las tendencias marcadas por BASF.

6.- Captura de datos de los espesores en los formatos correspondientes.

FRONT BUMPER RH TAOS PRIMER

ESPECIFICACIONES		
PRIMER	BASF	10-14



FB RH ESPESORES					
5A	PRIMER				
P1	11				
P2	12	CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
P3	14	Total (ml)	544.59	ROH	0.522
PROM	12	Pieza (ml)	30.25	PRIMER	0.524

Y así sucesivamente serán con todas las referencias de VOLKSWAGEN.

CONCENTRADO DE DATOS

27

Una vez que se realizan cada una de las actividades mencionadas anteriormente se llena un formato con los datos más importantes de cada una de las referencias, como lo son sus espesores, sus pesos, sus consumos totales, especificaciones y referencia.

En este caso se realizó el estudio previo de las diferentes piezas pintadas VOLKSWAGEN, tomando en cuenta la producción actual de las mismas.

CALCULOS DE EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA PRIMER

FORMULAS

$$\text{Diferencia en seco} = \text{peso primer} - \text{peso ROH}$$

$$\text{Consumo (pza. grs)} = \text{Consumo (pza. ml)} * \text{Densidad} \left(\frac{\text{grs}}{\text{ml}} \right)$$

$$\text{Porcentaje de robot} = \text{Consumo (pza. grs)} * \text{Solidos } \%$$

FRONT BUMPER RH TAOS PRIMER

ESPECIFICACIONES

PRIMER	BASF	10-14
--------	------	-------



FB RH ESPESORES					
5A	PRIMER				
P1	11				
P2	12				
P3	14				
PROM	12				
		CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
		Total (ml)	544.59	ROH	0.522
		Pieza (ml)	30.25	PRIMER	0.524

FRONT BUMPER LH TAOS PRIMER

ESPECIFICACIONES		
PRIMER	BASF	10-14



FB RH ESPESORES					
5A	PRIMER				
P1	14				
P2	10	CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
P3	13	Total (ml)	540.5	ROH	0.524
PROM	12	Pieza (ml)	30.02	PRIMER	0.527

FASCIA DELANTERA CENTRAL

ESPECIFICACIONES		
PRIMER	BASF	10-14



FB RH ESPESORES					
4A	PRIMER				
P1	16				
P2	14				
P3	12				
P4	15				
P5	13	CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
P6	12	Total (ml)	613.38	ROH	1.118
PROM	14	Pieza (ml)	76.67	PRIMER	1.126

ESPECIFICACIONES		
PRIMER	BASF	10-14

FB RH ESPESORES	
4A	PRIMER
P1	13
P2	13
P3	15
P4	11
P5	14
P6	13
P7	9
PROM	14



CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
Total (ml)	665.28	ROH	2.063
Pieza (ml)	83.16	PRIMER	2.075

ROOF SPOILER TAOS PRIMER

ESPECIFICACIONES		
PRIMER	BASF	10-14

FB RH ESPESORES	
4A	PRIMER
P1	10
P2	13
P3	13
P4	11
P5	14
P6	10
P7	10
P8	10
P9	10
P10	13
PROM	11



CONSUMOS ROBOT (ml)		PESO (KG)	
Total (ml)	620.78	ROH	1.504
Pieza (ml)	77.59	PRIMER	1.541

8 Análisis de resultados

8.1 Resultados de la eficiencia de transferencia en la cabina de primer

EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA - PRIMER VW						
FRONT BUMPER RH & LH						
FB RH						
Primer Schiefergrau						
Diferencia Seco	solidos %	densidad grs/ml	consumo /pza. ml (Robot)	consumo /pza. grs	Porcentaje de Robot	% transferencia a seco
2	40.42%	1.15	30.25	34.788	14.061	14%
ROOF SPOILER TAOS						
Primer Schiefergrau						
Diferencia Seco	solidos %	densidad grs/ml	consumo /pza. ml (Robot)	consumo /pza. grs	Porcentaje de Robot	% transferencia a seco
37	40.42%	1.15	77.59	89.2285	36.066	103%
FACIA DELANTERA CENTRAL						
Primer Schiefergrau						
Diferencia Seco	solidos %	densidad grs/ml	consumo /pza. ml (Robot)	consumo /pza. grs	Porcentaje de Robot	% transferencia a seco
8	40.42%	1.15	76.67	88.1705	76.670	10%
FB LH						
Primer Schiefergrau						
Diferencia Seco	solidos %	densidad grs/ml	consumo /pza. ml (Robot)	consumo /pza. grs	Porcentaje de Robot	% transferencia a seco
3	40.42%	1.15	30.02	34.523	13.954	21%
REAR BUMPER TAOS						
Primer Schiefergrau						
Diferencia Seco	solidos %	densidad grs/ml	consumo /pza. ml (Robot)	consumo /pza. grs	Porcentaje de Robot	% transferencia a seco
12	40.42%	1.15	83.16	95.634	38.655	31%

Concentrado de los cálculos respectivos para obtener la eficiencia de transferencia de cada referencia pintada en cabina de primer.

EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA- PRIMER VW						
PIEZA	PESO ROH	PESO PRIMER	DIF PESOS	PROM ESP	CONSUMO DEL ROBOT	%TRANSF SECO
FB RH	0.522	0.524	2	12	30.25	14%
FB LH	0.524	0.537	3	12	30.02	21%
RS TAOS	1.504	1.541	37	11	154.16	103%
RB TAOS	2.063	2.075	12	13	83.16	31%
FACIA DELANTERA CENTRAL	1.118	1.126	8	14	76.67	10%

Como podemos observar en la siguiente tabla se tienen los datos y las tendencias que generaron cada uno de esos valores, observando que la eficiencia de transferencia en pintura es mayor en la referencia del roof spoiler; esto quiere decir que se aprovecha la cantidad de pintura utilizado por lo que es menor la que se desperdicia.

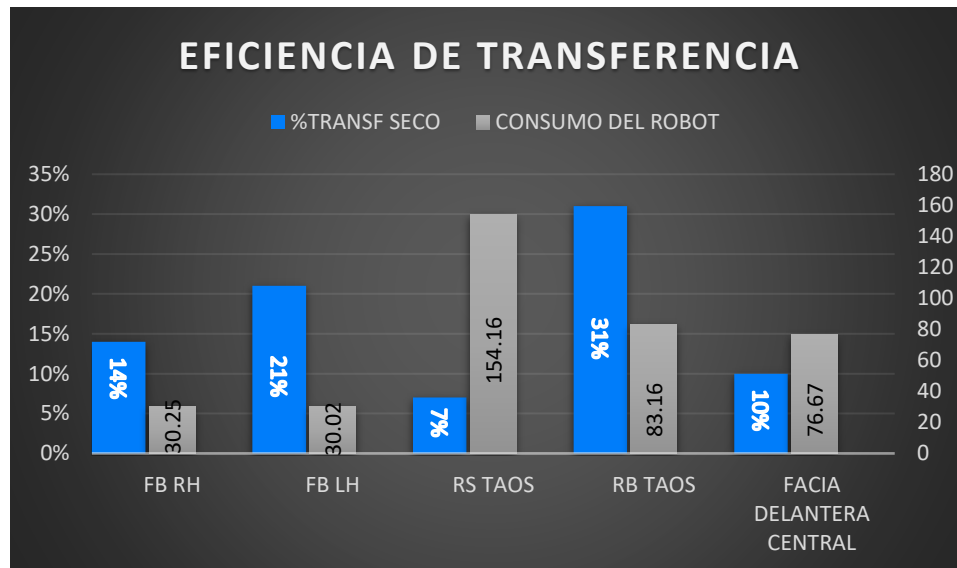


Gráfico 1: Eficiencia de transferencia en pintura por cada referencia.

Posteriormente se estuvieron haciendo diversas pruebas con la referencia fascia central media y los valores arrojados al momento de hacer sus respectivos espesores fueron favorables, ya que en tono y estructura estuvieron dentro de los parámetros establecidos por lo tanto hubo eficiencia en el proceso.

9 Propuesta de mejora

Durante la etapa de ajustes y pruebas funcionales se permitió conocer algunos inconvenientes que se tenían con los ajustes de los abanicos del robot y estos permitieron dar pauta a la planeación de nuevas mejoras además de las ya implementadas, principalmente con el objetivo de reducir el consumo excesivo de pintura, las mejoras a realizar son de acuerdo con los siguientes puntos:

- Estar en continua revisión de los robots, con el fin de aprovechar lo ya implementado y experimentando de acuerdo con los resultados obtenidos, ahorrar pintura para cada una de las referencias es nuestro mayor compromiso.
- Evitar los paros en cabinas, ya que al ser accionadas de nuevo los robots tienden a ser desestabilizados y eso hace que los abanicos de este no vayan en su respectivo eje, así como



el porcentaje de pintura varíe en cada referencia debido al tamaño, peso, posición y número de piezas que lleve cada skid al ser pintado.

- Instalación de controlador de cámara nuevo, con el fin de estar monitoreando los robots y con ello poder detectar alguna falla inmediata de este, para poder monitorear con exactitud y precisión el proceso.

32

10 Conclusiones

Los objetivos proyectados en este proyecto para el ahorro y el uso eficiente de la pintura fueron alcanzados con éxito, conociendo el proceso que lleva cada una de estas referencias para posteriormente ser venidas a nuestros proveedores, así como su aplicación correcta de cada una de las cabinas en donde se encuentran los robots que hacen que dicho trabajo sea eficiente y eficaz para nuestros respectivos clientes.

Mediante los ajustes realizados se permitió poder ver la disminución de pintura en las referencias Volkswagen, dicho logro nos permite tener ahorro en tiempo y costes, es por ello que al poder ver en los gráficos dichos resultados deducimos que el ajuste en primer fue de manera óptima.

Todo esto brinda una perspectiva más clara de los alcances que tiene la tecnología basada en la aplicación de pintura con dichos abanicos, ya que son programados y monitoreados para que cada skid sea pintado de manera progresiva y el consumo sea menor.

Con lo aprendido dentro de la empresa durante la estadía además de todo lo práctico también se pudo aprender dichas técnicas y procedimientos que son llevados dentro del área de colorimetría, así como ver los diversos proyectos que están a punto de ser ejecutados para beneficio y crecimiento de la empresa.

11 Referencias

BYK. (s.f.). Obtenido de wave-scan 3: <https://www.byk-instruments.com/es/Apariencia/wave-scan-Piel-de-naranja/Medidor-de-piel-de-naranja-para-acabados-de-alto-brillo/wave-scan-3/p/7403>



BYK. (s.f.). Obtenido de BYK-mac i Color metalizado Espectrofotómetro multi-ángulo: <https://www.byk-instruments.com/es/Color-Control/BYK-mac-i-Color-metalizado-Espectrofot%C3%B3metro-multi-%C3%A1ngulo/c/2338>

Escuela Europea del automóvil. (s.f.). Obtenido de Colorimetría para coches: <https://www.mastersautomovil.com/blog/colorimetria-para-coches/#:~:text=La%20colorimetr%C3%ADa%20para%20coches%20es,que%20se%20miden%20los%20colores.>

eXacolor. (s.f.). Obtenido de Byk Mac i 12mm: <https://www.exacolor.com.mx/products/byk-mac-i-12mm>

SHERWIN-WILLIAMS Automotive Finishes. (s.f.). Obtenido de Círculo Cromático: <https://www.sherwinautomotive.com.mx/color-wheel.php>

SHERWIN-WILLIAMS Automotive Finishes. (s.f.). Obtenido de Herramientas de color : <https://www.sherwin-automotive.com/ar/es/herramientas-de-color>

SNNEK ACADEMY. (s.f.). Obtenido de Métodos para mejorar la colorimetria en el taller: <https://academy.sinnek.com/colorimetria-taller-chapa-pintura/>

SNNEK ACADEMY. (s.f.). Obtenido de IDENTIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE A REPARAR: <https://academy.sinnek.com/identificar-superficie-reparacion-espectrofotometro/>

SMP AUTOMOTIVE SYSTEMS MEXICO S.A. de C.V.

Zitlaltepec, Tlax, a 07 de Julio de 2022

MTRA. NORMA ANGÉLICA AGUIÑAGA SÁNCHEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
P R E S E N T E

Asunto: Carta de no inconveniencia

Por este medio hago constar que el alumno **Montserrat Flores Hernández** con número de control **17370690** de la carrera en **Ingeniería mecatrónica**, practicante en el área de **pintura** de SMP Automotive Systems México S.A de C.V ha finalizado su residencia profesional y aspira a obtener el título profesional en el Instituto Tecnológico de Apizaco con el proyecto "**Mejora en la eficiencia de transferencia de pintura**" a cargo del Ingeniero **Juan Pablo Coyotl Cortés** quien ocupa el cargo de **Ingeniero De Colorimetría**. Con un periodo de **7 de marzo del 2022 al 7 de julio del 2022**.

Así mismo, SMP Automotive Systems México S.A de C.V no tiene ningún inconveniente en extender la presente constancia para que dicho proyecto se utilice únicamente para los fines antes mencionados y concede las facilidades para el uso de este ante el Instituto Tecnológico de Apizaco, con el fin de que el interesado alcance su objetivo.

A T E N T A M E N T E


María Guadalupe Pérez
Recursos Humanos

SMP

SMP AUTOMOTIVE SYSTEMS
MEXICO S.A. DE C.V.

R.F.C.:PME971003NH7

N.R.P.:X6210376107

CARRETERA FEDERAL HUAMANTLA LA VENTA
KM 16+500 AL KM 17+190 No. 1650 C.P. 90590
ZITLALTEPEC DE TRINIDAD DE SÁNCHEZ SANTOS TLAXCALA

Av. Tlaxcala N° 480
Col. San Juan Cuautlancingo
Centro Cuautlancingo, Puebla
C. P. 72770

Teléfono Zitlaltepec (+52) 2232 ext 2164/2166
Teléfono Puebla (+52 222) 2 73 93 00 ext 122
www.smp-automotive.com