

**Diseño de plan de mejora para incrementar la productividad en la pieza
RMPRE-MS, línea 3 de la empresa Global Flock de México s. de R.L de C.V**

Edith Dayana Marin Ruiz

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Ing. Isaac Carmona

M.I. Román Daniel Romero Mitre

Ing. Prudencia Medina Monterrosa

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ingeniería y Arquitectura

Facultad Ingeniería Industrial

2019

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente, a mis padres, mi hermana y mi familia porque son mi motivación y las personas que me inspiran a ser cada día mejor.

Seguidamente a la Universidad Santo Tomas sede Bucaramanga y Universidad Tecnológica de Tlaxcala por la oportunidad que me brindaron de poder realizar mis prácticas profesionales en México.

La empresa Global flock de México s. de R.L de C.V por la experiencia de ser líder de una línea de producción y adquirir conocimientos del sector automotriz que adquirí en el trascurso de mis prácticas profesionales, teniendo un crecimiento profesional y personal con las personas que me rodearon y la línea de producción que me asignaron de los cuales desarrollé durante el tiempo de la estadía cualidades como persona e ingeniera.

Agradezco a mi tutor de proyecto, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar este proyecto.

Y por último a la vida por permitirme lograr cumplir esta meta que me propuse en el trascurso de mi carrera y la oportunidad de conocer la cultura, el arte y las personas de México.

Contenido

	Pág.
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
1. Global Flock de México, S. de R.L. de C.V.	15
1.1 Antecedentes históricos	15
1.2 Ubicación.....	16
1.2 Misión y visión	17
1.2.1 Misión	17
1.2.2 Visión.....	17
1.3 Organigrama	17
1.4 Clientes	17
1.5 Productos	18
1.6 Giro.....	18
1.7 ¿Qué ofrece global flock?.....	19
1.8 Área de desarrollo.....	19
1.9 Planteamiento del problema	20
1.10 Justificación	21
1.11 Alcance	22
1.12 Limitaciones	22

2. Objetivos	23
2.1 Objetivo General	23
2.2 Objetivos Específicos	23
3. Marco Referencial	24
3.1 Marco Teórico.	24
3.1.1 ¿Qué es el flock?	24
3.1.2 Materiales que componen el flock	25
3.1.3 Tipos de flocado.....	28
3.1.4 Proceso de flocado	31
3.1.5 Empresa automotriz	31
3.1.6 Definición de productividad	33
3.1.7 Productividad en relación con la eficiencia y calidad.....	36
3.1.8 Ergonomía.....	38
3.1.9 Diseño asistido por computadora.....	40
4. Método	44
4.1 Recopilar información de la línea de producción y proceso de la pieza RMPRE-MS...	44
4.1.1 Revestimiento (RMPRE)	45
4.1.2 Medidas.....	45
4.1.3 Descripción pieza.....	46
4.1.4 Área de Flocado	47
4.1.5 Finalidad de flocado.....	47
4.1.6 Verificación de calidad	48
4.1.7 Producción de pieza	49

4.1.8 Proceso de la pieza.....	49
4.2 Identificar defectos de la pieza RMPRE- MS	55
4.3 Diseño de herramental de flocado para la pieza RMPRE- MS	60
4.3.1 Primer diseño	60
4.3.2 Piezas muestras	62
4.3.3 Recuperación de piezas.....	62
4.3.4 Preparación de piezas.....	63
4.3.5 Operación de flocado	63
4.4 Segundo diseño de herramental de flocado para la pieza RMPRE- MS	64
4.4.1 Materiales.....	64
4.4.2 Función.....	68
4.4.3 Ventajas del herramental.....	68
4.5 Registro de datos	69
4.5.1 Productividad.....	69
4.5.2 Calidad de las piezas.....	70
4.5.3 Ergonomía.....	71
5. Resultados	74
5.1 Producción	74
5.2 Transporte	76
5.3 Calidad de la pieza.....	77
5.4 Diagrama del lugar de trabajo.....	78
5.5 Movimientos	78
6. Conclusiones	80

7. Referencias Bibliográficas	83
-------------------------------------	----

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Defectos de piezas muestras	48
Tabla 2 Clasificación de defectos	55
Tabla 3 materiales del herramental	65
Tabla 4 Diagrama Bimanual proceso de flocado normal.....	72
Tabla 5 Diagrama Bimanual proceso de flocado con herramental	73
Tabla 6 Productividad de piezas muestras dadas por el proveedor	74
Tabla 7 Productividad de piezas flocadas con el herramental	75
Tabla 8 Diferencia entre tiempo sin herramental y tiempo con herramental.....	75
Tabla 9 Distancia y pasos de recorrido desde la mesa de transito hasta la cabina 1 y cabina 2 ...	76
Tabla 10 Toma de tiempos y promedio de la mesa de transito hasta la cabina 1	76
Tabla 11 Toma de tiempos y promedio de la mesa de transito hasta la cabina 2	77

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Logotipo de la empresa Global Flock. Adaptado de Global Flock, 2019	16
Figura 2. Mapa de ubicación de la planta Global Flock. Adaptado de Google Maps, 2019	16
Figura 3. Empresa Global Flock de México. Adaptado de Global Flock 2019.....	16
Figura 4. Organigrama de la empresa Global Flock de México. Adaptado de Global Flock 2019	17
Figura 5. Clientes de Global Flock de México. Adaptado de Global Flock 2019.....	18
Figura 6. Pieza entregada como materia prima vs pieza luego de pasar por el flockado,	25
Figura 7. Poliamidas técnicas listas para ser transformadas, se visualiza la forma en la que se puede encontrar las poliamidas para ser transformadas en otros materiales o como parte de compuestos del mismo tipo. Adaptada de Grupo Repol, Engineering Plastics, 2019	26
Figura 8. Planta de algodón, fibra natural compuesta, muestra uno de los materiales que componen el flock como la planta de algodón. Adaptada de Fundación Antama, 2017.....	28
Figura 9. Flockado desde microscopio, podemos ver el flockado al microscopio. La primera capa es la pieza a flockar, la segunda es el adhesivo y la tercera las fibras de flock. Adaptado de Historia del flock PDF, Google académico	29
Figura 10. Guanteras Flockadas, pieza plástica flockada, la pieza se usará como parte del ensamble interno de una guanteras para un automóvil. Adaptado de Global Flock de México 2019	31
Figura 11. Factores externos e internos de la productividad como materiales, personal competente, disponibilidad de capital, entre otros. Por Ingeniero Empresa 2015	34
Figura 12. Ciclo factores de la calidad, este ciclo muestra los factores que influyen en la calidad y su comportamiento, por Introducción a la calidad 2017.....	37

Figura 13. Relación cliente - proveedor – empresa. Por Introducción a la calidad 2017	38
Figura 14. Causas de la fatiga, Representación esquemática del efecto acumulativo de las causas cotidianas. Adaptado por Ergonomía 2016.....	40
Figura 15. Representación esquemática factor de estrés, Intensidad del estrés por trasportar carga. Adaptado por Ergonomía 2016.....	40
Figura 16. Proceso de diseño software descrito. Dado por Diseño asistido por ordenador 2010	41
Figura 17. Esquema general de un sistema CAD. Diseño asistido por ordenador 2010	42
Figura 18. Términos de SolidWorks, descrita en el texto anterior. Por SolidWorks 2015.....	44
Figura 19. Zona de flocado pieza REVESTIMIENTO POSTE B AT RH y RH ASY-MS-B PILLAR. Por Global Flock 2019	45
Figura 20. Nombre y código de cada lado de la pieza Revestimiento, RH- Rmpre00015 y LH- Rmpre00016. Adaptado de Global Flock 2019	45
Figura 21. Medidas en diferentes puntos del modelo MS. fuente propia 2019	46
Figura 22. Medidas área a flocar del revestimiento modelo MS. fuente propia 2019.....	46
Figura 23. Producto inicial revestimiento RH, en la imagen muestra cómo llega el producto a la planta de Global Flock, fuente propia 2019.....	47
Figura 24. Pieza Flocada revestimiento RH, pieza después de pasar por la línea de producción. Fuente propia Global Flock 2019	47
Figura 25. Almacenaje producto inicial. Global Flock 2019.....	49
Figura 26. Preparación de pieza. Global Flock 2019.....	50
Figura 27. herramental de la pieza y el área de aplicación de adhesivo. Global Flock 2019	50
Figura 28. Pieza flocada en el área de flocado. Global Flock 2019.....	51
Figura 29. Pieza en el proceso de flocada. Global Flock 2019.....	52

Figura 30. Piezas puestas en el rack. Global Flock 2019.....	52
Figura 31. Horno con ingreso de piezas. Por Global Flock 2019	53
Figura 32. Control de horno. Global Flock 2019.....	53
Figura 33. Limpieza de límites con pieza metálica. Global Flock 2019.....	54
Figura 34. Limpieza con pistola y brocha. Global Flock 2019.....	54
Figura 35. Resultados en general de las piezas enero 2019 recopilada por el área de calidad. Global Flock 2019	56
Figura 36. Resultados en general de las piezas febrero 2019 recopilada por el área de calidad. Global Flock 2019.....	56
Figura 37. Resultados en general de las piezas marzo 2019 recopilada por el área de calidad. Global Flock 2019.....	57
Figura 38. Formulario de calidad para el registro de piezas controladas. Global Flock 2019.....	57
Figura 39. Concentrado general de defectos por mes del año 2018 pieza Revestimiento poste B AT 19LH (MS). Global Flock 2018	58
Figura 40. Concentrado general de defectos por mes del año 2019 pieza Revestimiento poste B AT 19LH (MS). Global Flock 2019	58
Figura 41. Concentrado general de defectos por mes del año 2018 pieza Revestimiento poste B AT 19RH (MS). Global Flock 2019	59
Figura 42. Concentrado general de defectos por mes del año 2019 pieza Revestimiento poste B AT 19RH (MS). Global Flock 2019	59
Figura 43. Medidas de pieza Revestimiento. Fuente propia 2019.....	60
Figura 44. Boceto 1 de herramental para flocado. Fuente propia 2019	60
Figura 45. Materiales y ensamble de herramental. Fuente propia 2019	61

Figura 46. Ensamble de herramental. Fuente propia 2019	61
Figura 47. Herramental terminado prototipo 1. Fuente propia 2019	62
Figura 48. Piezas en el proceso de lavado. Fuente propia 2019	62
Figura 49. Preparación de piezas, se coloca masking tape alrededor del área a flocar. Fuente propia 2019.....	63
Figura 50. Piezas en el proceso de flocadas con el prototipo 1. Fuente propia 2019	63
Figura 51. Vistas del herramental prototipo 2. SolidWorks 2019	66
Figura 52. Ensamble de piezas en el herramental prototipo 2. SolidWorks 2019	66
Figura 53. Vista lateral y frontal del herramental. SolidWorks 2019.....	67
Figura 54. Vistas de herramental en físico Fuente propia 2019	67
Figura 55. Herramental en cabina de flocado. Fuente propia 2019	67
Figura 56. Diagrama de recorrido de la línea 3. Este diagrama muestra el recorrido desde las cabinas hasta el área de aplicación de adhesivo. Fuente propia 2019	69
Figura 57. Diagrama de disposición del lugar de trabajo de una pieza Asy-ms-b pillar. Fuente propia 2019	71
Figura 58. Diagrama de disposición del lugar de trabajo, de dos piezas Asy-ms-b pillar en el herramental. Fuente propia 2019	72
Figura 59. Registro de inspección diaria por turno. Global flock 2019.....	78
Figura 60. Resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado normal. Fuente propia 2019 ..	79
Figura 61. Resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado con herramental. Fuente propia 2019.....	79

Resumen

El diseño de un plan de mejora para incrementar la productividad en la pieza RMPRE-MS, línea 3 de la empresa Global Flock de México S. de R.L de C.V, se da mediante los defectos cualitativos, que son causados por el método de flocado de cada operario, generando reprocesos por el alto índice de rechazo y la baja productividad entre las unidades producidas y el tiempo establecido para alcanzar la meta.

El desarrollo de la mejora es mediante la recopilación de información de la línea de producción y proceso, en el ingreso de la pieza a la línea hasta el área de calidad obteniendo los datos históricos de producción y calidad de la pieza Revestimiento poste.

En ejecución del boceto son establecidas las condiciones y medidas del herramental para diseñar el prototipo en físico y la toma de datos mediante la productividad, calidad y ergonomía.

Palabras Clave: Flock, Productividad, Calidad, Ergonomía, Diseño

Abstract

The design of an improvement plan to increase productivity in the piece RMPRE-MS, line 3 of the company Global Flock de México S. de RL de CV, is given by qualitative defects, which are caused by the flocking method of each operator, generating reprocesses due to the high rejection rate and the low productivity between the units produced and the time established to reach the goal.

The development of the improvement is through the collection of information from the production line and process, in the entry of the piece to the line to the quality area obtaining historical production and quality data of the piece Coating post.

In execution of the sketch, the conditions and measures of the tooling are established to design the prototype in physical and data collection through productivity, quality and ergonomics.

Key Word- Flock, Productivity, Quality, Ergonomics, Design

Introducción

El proceso de flocado es mediante una fibra de diferente tamaño, grosor y color que usa la empresa GLOBAL FLOCK DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V. para incrustar en las partes de los vehículos con el fin de dar una apariencia estéticamente mas agradable, garantizar durabilidad de la pieza, reducción de ruido, mejoran el deslizamiento o para piezas de seguridad como el Revestimiento.

El problema identificado en la pieza RMRE-MS del diseño anterior en la línea 3, son los altos índices de rechazo lo cual genera un reproceso y disminuye la productividad en relación con la cantidad de piezas producidas en determinado tiempo.

El rechazo del modelo MS ya sea RH o LH, depende de los defectos cualitativos, causado por el método de flocado de cada operario y cómo consecuencia genera durante el turno gran cantidad de piezas lavadas y rechazadas

El plan de mejora consiste en implementar un prototipo de herramental de flocado para el diseño ASY-MS-B PILLAR con el fin de incrementar la productividad y el número de piezas a flocar en una sola trayectoria, disminuir el índice de rechazo estableciendo un método de flocado y estipulando que el herramental cumpla con las condiciones requeridas para evitar EFF y EFA, favoreciendo ergonómicamente a los colaboradores.

En la recopilación de los datos se establecen estrategias e indicadores para registro de los resultados y conclusiones del proyecto.

1. Global Flock de México, S. de R.L. de C.V.

El presente capítulo sirve para presentar a la empresa en la cual se ofreció el servicio y/o se realizaron las prácticas profesionales para poder ayudar en las tareas que fueron definidas, de igual forma se describe el giro al que pertenece la empresa, así como también, se da a conocer los antecedentes de Global Flock de México, S. de R.L. de C.V.

Algo que tiene un gran valor, son la ideología con que la empresa se formó por eso se presentan la misión y visión. También se mencionan algunos de los clientes potenciales a los cuales se les trabaja desde que fue creada en un comienzo esta organización.

La siguiente información fue obtenida de la página web de la empresa

1.1 Antecedentes históricos

Empresa orgullosamente mexicana con más de 20 años de experiencia en el flocado de objetos en la industria automotriz. Inicia su operación en junio 2009, a fin de proporcionar a los clientes de México y América del Norte “objetos flocados” con la mejor calidad posible. Actualmente son más de 180 colaboradores (julio 2017), con participación dentro de la empresa para lograr la calidad que los caracteriza. La empresa se localiza a una hora de la ciudad de Puebla (PBC) y dos horas de la ciudad de México (MEX).

En septiembre 2017 Global Flock de Ramos Arizpe se mudó a su nueva planta más amplia en el parque industrial 30 en Ramos Arizpe, empresa conformada por más de 350 colaboradores, ubicada en el norte del país en el municipio de Ramos Arizpe en el estado de Coahuila. En esta región se atiende la demanda de flocado de alta calidad de objetos para clientes ubicados en esa región, así como del país vecino Estados Unidos GLOBAL FLOCK GROUP se consolida como el flocador más grande en la zona de Tratado de libre comercio (TLC).

Global Flock desde su creación se ha especializado en las diferentes técnicas de aplicación de fibras Flock a piezas plásticas.



Figura 1. Logotipo de la empresa Global Flock.
Adaptado de Global Flock, 2019

1.2 Ubicación

La planta Global Flock de México S. de R.L. de C.V. se encuentra ubicada en el Boulevard Eje Norte Mimiahuanpan N.º 20 dentro del Corredor Industrial Xicoténcatl I 7 del municipio de Tetla de la Solidaridad, del estado de Tlaxcala, México.

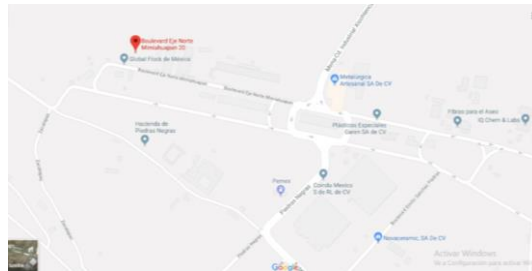


Figura 2. Mapa de ubicación de la planta Global Flock.
Adaptado de Google Maps, 2019



Figura 3. Empresa Global Flock de México.
Adaptado de Global Flock 2019

1.2 Misión y visión

1.2.1 Misión

Proporcionar un servicio de flocado que satisfaga las necesidades existentes en el mercado automotriz y en general

1.2.2 Visión

Ser líder en el flocado del mercado automotriz de América del Norte, ofreciendo un servicio integral mediante la innovación en nuestros productos, tecnologías y productos que favorecen nuevas oportunidades de negocio.

1.3 Organigrama

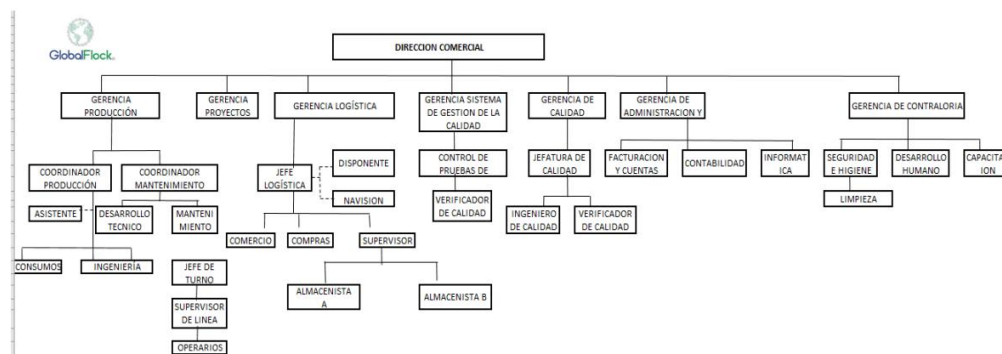


Figura 4. Organigrama de la empresa Global Flock de México.
Adaptado de Global Flock 2019

1.4 Clientes

Global Flock enlista un amplio portafolio de clientes entre esos se encuentra AUDI, Mercedes-Benz, Cadillac, Lincoln, Infinity, BMW, Acura, Saab, Nissan, Ford, Dodge, Jeep, Chevrolet, Chrysler, Toyota y Volkswagen



*Figura 5. Clientes de Global Flock de México.
Adaptado de Global Flock 2019*

1.5 Productos

Nuestros esfuerzos se orientan a satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, los cuales son en su mayoría de la industria automotriz, y suministran componentes como Tier 1, Tier 2 y Tier 3 a los diferentes OEM's como son Mercedes-Benz, Audi, BMW, Cadillac, Lincoln, Infiniti, Nissan, Ford, Volkswagen, GM, Toyota, Chrysler y Honda, entre otros. Las soluciones y servicios ofrecidos a cada cliente dependen del tipo de producto y su necesidad particular.

1.6 Giro

Empresa mexicana con experiencia en el flockado de objetos en la industria automotriz. Realizando flockado de piezas automotrices a gran escala con diferentes técnicas de aplicación de fibras de Flock a piezas plásticas, ofreciendo la aplicación de finas fibras sintéticas que permiten obtener un acabado textil aterciopelado, sin costura, aplicado directamente sobre piezas tridimensionales, dando un aspecto y una sensación al tacto muy agradable que no se limita a beneficios estéticos sino que otorga un ahorro al cliente, ya que, después del flockado, no es necesario cubrir las piezas con un acabado adicional textil.

La satisfacción total de los clientes, los cuales en su mayoría pertenecen a la industria automotriz, mismos que suministran componentes Tier 1 o Tier 2 a los diferentes OEM's

tecnológicos. Global Flock desde su creación se ha especializado en las diferentes técnicas de aplicación de fibras flock a piezas plásticas, como los componentes del interior de un vehículo tales como: guanteras, pilares A, B y C, compartimentos de descansabrazos, porta vasos, anaqueles de puertas, porta lentes, consolas centrales y muchos más.

Global Flock es líder en el continente americano y la única empresa con la capacidad y habilidad de aplicar un flock "PA 6.6;1.7 dtex: 0.5 mm" directamente sobre partes tridimensionales del plástico. Por ello, Global Flock es considerada en la industria del flockado como una empresa innovadora, buscando siempre la excelencia.

1.7 ¿Qué ofrece global flock?

- Estética (color, apariencia uniforme, realce del producto)
- Funcionales (resistencia al desgaste y exposición, reducción de ruido, mejoran el deslizamiento)
- Tacto (suavidad y densidad uniformes)
- Forma (uniformidad del acabado sobre geometrías irregulares)
- Versatilidad (se aplica sobre diferentes sustratos como plásticos, metal, madera, cerámica y otros).

1.8 Área de desarrollo

El área para desarrollar e implementar este proyecto es de producción, línea 3 donde se realizan las siguientes actividades:

- Responsables de línea de producción (Toma de decisiones)
- Elaborar reportes o formato requeridos por el puesto

- Diligenciar y controlar parámetros de producción
- Responsables de personal
- Responder de la línea de producción asignada (Línea 3)
- Vigilar e informar al responsable de turno sobre alguna falla
- Disponibilidad para rolar turnos y trabajos extraordinarios cuando lo necesite la empresa
- Conocer y aplicar las instrucciones de trabajo para cada proceso, actividades de mantenimiento y operación del equipo
- Entregar producción (metas) de acuerdo con los requisitos del cliente
- Análisis de la no conformidad y toma de decisiones correctivas inmediatas
- Asistir a junta semanalmente
- Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo durante la jornada, conservación de máquinas y equipos.
- Participación en las propuestas de mejora

1.9 Planteamiento del problema

La empresa Global Flock de México S. de R.L de C.V, departamento de producción, línea 3 realiza la producción de la pieza Revestimiento (RMPRE), durante el periodo del 2018 y 2019, lo cual esta pieza tiene altos índices de rechazo que genera un reproceso y poca productividad en relación con la cantidad de piezas producidas en determinado tiempo.

La pieza se divide en dos modelos MX y MS tanto de RH y LH, en este caso el modelo MS es de mayor rechazo, por defectos cualitativos como ELF (Límite de flockeo no respetados), EDF (Desprendimiento de Flock) o AGP (Grumo de pegamento).

Este tipo de pieza depende de la habilidad del operario para la aplicación de adhesivo en el diámetro con ayuda de un pincel, generando variación en la aplicación de adhesivo, no siendo uniforme o la cantidad precisa para esta área.

Los defectos EFF (Falta de Flock) y EFA (Flock acostado) depende del método de flockado de cada operario lo cual es señalado en la IT (instrucción de trabajo) y cómo consecuencia genera reprocesos durante el turno como gran cantidad de piezas lavadas y rechazadas, disminuyendo la cantidad de piezas estimadas durante el turno.

Este proceso está diseñado para que el colaborador pueda flockar una pieza por cabina según la Instrucción de trabajo REVESTIMIENTO POSTE B LH / RH MODX / MODS, aunque en algunos casos los operarios flockan de a dos piezas, lo cual ergonómicamente no es muy cómodo sostener con la mano y puede que la ampliación de flock no sea uniforme.

Este proceso es electroestático por tal motivo se hace uso de una antorcha pequeña junto con una tapa y una malla, siendo apta para el flockado de este tipo de pieza, aunque constantemente se identifica que durante el proceso se debe recargar 2 veces por pieza, generando un tiempo adicional durante el proceso de flockado.

1.10 Justificación

Esta propuesta se basa en incrementar la productividad de la pieza RMPRE-MS, por medio del diseño de un herramental de flockado que permite flockar 2 piezas a la misma vez, siendo viable para la empresa y línea de producción en la cantidad de piezas flockadas en determinado tiempo, cumpliendo las metas por turno y el requerimiento del cliente.

El nuevo modelo de la pieza (ASY-MS-B PILLAR) por indicaciones del proveedor debe tener adhesivo toda la zona del ovalo y una cuarta parte del diámetro con el fin de reducir los siguientes

defectos ELF (Límite de flockeo no respetados), EDF (Desprendimiento de Flock) o AGP (Grumo de pegamento), pero aun así se tiene la probabilidad que durante el proceso, se presente los siguientes defectos. EFA (Flock acostado) y EFF (Falta de flock) debido al diseño que tiene el área a flocar.

El herramental propuesto para la operación de flocado, debe incrementar la productividad, la calidad de las piezas y disminuir la cantidad de movimientos de las manos en el proceso.

La pieza estará apoyada sobre una base metálica con un almacenaje de fibra, generando mayor salto en el flock y menos tiempo en el llenado de la zona a flocar.

Para generar movimiento se tendrá un tubo en la parte superior del herramental y la base será sostenida por resortes, con el fin de generar una vibración constante.

Las piezas encajarán en el herramental con el fin de evitar movimientos hacia los lados o golpes entre las piezas cuando sean flocadas.

1.11 Alcance

El alcance de este plan de mejora está dirigido a la empresa Global Flock de México S. de R.L de C.V, departamento de producción, línea 3, área de flocado, pieza REMPRES-MS. Donde se busca incrementar la productividad laboral con respecto a la cantidad de piezas realizadas sobre horas-hombre empleadas y reducir los defectos más frecuentes de la pieza.

1.12 Limitaciones

- La empresa se reserva los derechos de información del proveedor
- La caracterización de los defectos en la pieza es tomada de la pieza antigua

- La pieza dispuesta inicialmente para el proyecto tuvo cambio en el diseño y límites por tal motivo la producción se llevó a cabo hasta los primeros meses del año 2019
- La toma de datos en el plan piloto del herramental de flocado, las muestras son piezas que ya pasaron por el proceso y fueron rechazadas
- Piezas muestras por el proveedor son recibidas desde el mes de mayo
- Piezas muestras de proveedor son de pocas cantidades (aproximadamente entre 60 a 70 pieza) y poco frecuentes
- El inicio del proyecto es dado de alta hasta el mes de septiembre
- Debido a que es una ´pieza nueva no se tiene instrucción de trabajo, herramental ni diagrama de flujo

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar plan de mejora para incrementar la productividad en la pieza RMPRE-MS, línea 3 de la empresa Global Flock de México S. de R.L de C.V

2.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información de la línea de producción y proceso de la pieza RMRE-MS
- Identificar defectos de la pieza RMPRE- MS
- Proponer diseño de herramental de flocado para la pieza RMPRE- MS
- Ejecutar plan piloto de herramental de flocado en la línea de producción
- Recopilar resultados del plan de mejora en la línea 3 de la pieza RMPRE - MS

3. Marco Referencial

3.1 Marco Teórico.

3.1.1 ¿Qué es el flock?

El Flock son fibras textiles de monofilamento de diferentes gruesos (detex), cortadas milimétricamente. La composición más común de este material puede ser de Nylon, Rayón o poliamida. [1]

El Flock es un material NO TÓXICO, no está considerado como sustancia peligrosa según normativas nacionales e internacionales, y los residuos pueden eliminarse como material industrial corriente. Es altamente respetuoso con el medio ambiente, se obtiene del reciclaje y recuperación de fibras que serían desechadas. El proceso de estampación con Flock y de su aplicación al tejido o a cualquier base, no es contaminante ya que se realiza mediante productos solubles al agua. [1]

El flocado consiste en colocar una fibra textil, a base de algodón, que recubre el interior del guante y crea un tacto agradable. Además, el flocado facilita la absorción de humedad y polvo. [2]

Las posibilidades de aplicación de la tecnología del flocado son prácticamente inagotables. El flock se utiliza en cualquier lugar donde se precisen sus propiedades táctiles, de aislamiento, insonorizantes, deslizantes, adhesivas, limpiadoras y decorativas. Durante el flocado, pequeñas partículas de fibra se insertan electrostáticamente en una capa de adhesivo previamente aplicada, de modo que se crea una superficie textil uniformemente densa a partir de millones de fibras de flock. [3]

Los flocados funcionales pueden aplicarse en todo tipo de aplicaciones industriales, como piezas moldeadas, guanteras, cables espirales, perfiles de goma, alfombras, artículos decorativos,

aplicadores cosméticos, números de maillot, deflectores, rodillos para pintar, paños de limpieza, estuches para gafas, capas aislantes y de barrera y mucho más. [3]

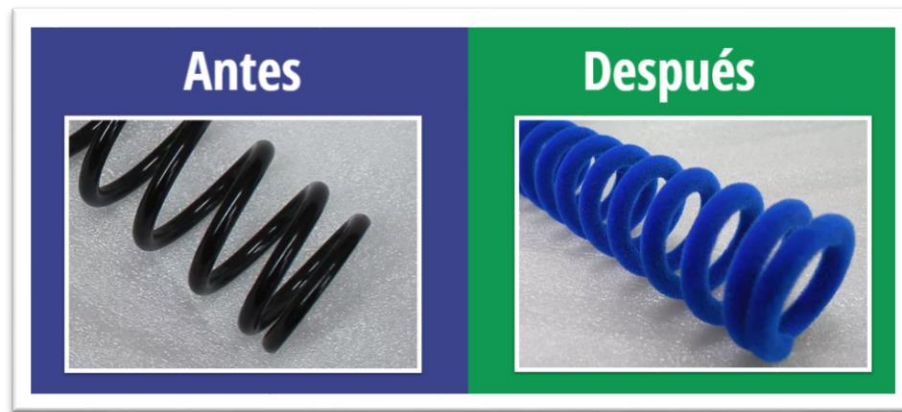


Figura 6. Pieza entregada como materia prima vs pieza luego de pasar por el flockado, espirales antes y después del proceso.

Adaptado de Página web Global Flock, 2019

3.1.2 Materiales que componen el flock

El Flock hace parte del grupo de las poliamidas (PA). Las poliamidas (densidad 1,13 kg/dm³) son materiales sintéticos fabricados con el fenol. Cuando no se colorean, el aspecto de las poliamidas es blanco lechoso. Son resistentes a la deformabilidad hasta unos 100 °C. A. [4]

Las poliamidas (nylons) se hallan entre los mejores termoplásticos de ingeniería. Son tenaces y resistentes a la abrasión en comparación con otros termoplásticos. También su resistencia a los agentes químicos es excelente. Las mayores diferencias de comportamiento entre los distintos tipos de poliamidas residen en el punto de fusión, la temperatura de reblandecimiento, y la absorción de humedad. Existen también diferencias en la resistencia a la tracción y el módulo elástico en condiciones de saturación de agua, por la acción plastificante que ésta tiene sobre las poliamidas. La mayor aplicación de las poliamidas está en las fibras textiles. [5]



Figura 7. Poliamidas técnicas listas para ser transformadas, se visualiza la forma en la que se puede encontrar las poliamidas para ser transformadas en otros materiales o como parte de compuestos del mismo tipo.

Adaptada de Grupo Repol, Engineering Plastics, 2019

3.1.2.1 Polímeros de poliamida para la aplicación de elementos exteriores de automóviles

La firma Du Pont. acaba de introducir, entre su nueva producción, una familia de resinas para ingeniería, basada en la tecnología de los nuevos nylons amorfos.

Las resinas de poliamida, como se sabe, pueden inyectarse y moldearse utilizando el equipamiento normal de los termoplásticos. Las resistencias al impacto de estos nuevos nylons, sin reforzar, están en el mismo orden de magnitud que las de las resinas de acetales. A causa de su resistencia al impacto, la poliamida en estudio se reserva para la utilización a bajas temperaturas, en parachoques de automóviles, que pueden absorber impactos a 8 km/h a temperaturas desde — 70C hasta 1500C. [5]

3.1.2.2 Nylon

Polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. Es una fibra manufacturada la cual está formada por repetición de unidades con uniones amida entre ellas. Las sustancias que

componen al nylon son poliamidas sintéticas de cadena larga que poseen grupos amida (-CONH) como parte integral de la cadena polimérica. Existen varias versiones diferentes de Nylons siendo el nylon 6,6 uno de los más conocidos.

La conductividad eléctrica del nylon es muy baja. La conductividad se incrementa con el contenido de humedad; su valor para el hilado de nylon 6,6 se incrementa en muchos órdenes de magnitud para un incremento de la humedad de 0 a 100 %.

Las salientes contribuciones de la fibra de nylon para alfombras, indumentaria y tapizados son su resistencia a la abrasión y su baja absorción de la humedad. La primera propiedad incrementa la durabilidad de la estructura textil, y la segunda contribuye al secado rápido. [6]

3.1.2.3 Resinas de policetonas

En la actualidad se comercializan, básicamente, dos tipos de policetona, la resina poliéter éter cetona (PEEK), y la resina de poliéter cetona (PEK); ambos son polímeros de carácter cristalino.

Las aplicaciones actuales y futuras de los termoplásticos de policetonas, las podemos resumir en recubrimientos de alambres y cables para instalaciones nucleares, pozos e instalaciones petrolíferas, así como fibras textiles como flock y otras aplicaciones de su tipo. [5]

3.1.2.4 Fibra natural (algodón)

Es una fibra textil natural como la lana, la seda y el lino que se diferencian de las fibras sintéticas como son el acrílico, el poliéster y la poliamida. Esta fibra tiene varias propiedades que hacen que su uso esté tan extendido: absorbe la humedad, se tiñe bien, no genera electricidad estática, es aislante y soporta altas temperaturas. La fibra de algodón se suele transformar en hilo para fabricar tejidos y tiene una infinidad de usos en ropa, hogar, decoración y en otros sectores.

En el mercado actual se encuentra flock de algodón y fibras o hilos en corte para uso industrial, para revestimientos textiles, para productos sometidos a fricción como los sistemas de frenos, papel, guantes, adhesivos y para productos que requieran resistencia, dureza, resistencia a la abrasión, de igual forma como componente de espesantes; ofreciendo siempre gran rendimiento y durabilidad. [7]



Figura 8. Planta de algodón, fibra natural compuesta, muestra uno de los materiales que componen el flock como la planta de algodón.

Adaptada de Fundación Antama, 2017

3.1.3 Tipos de flocado

3.1.3.1 Flocado electrostático

Desarrollado al comienzo de los años 50. Este método consiste en aplicar el flock en un campo eléctrico (generalmente de corriente continua), donde la fibra se carga desplazándose de forma continua entre los potenciales.

Como hemos explicado anteriormente, para realizar el proceso de flocado, se aplica fibras de textil cortas (monofilos) encima de una base que está preparada con adhesivo. El proceso puede ser neumático-estático, o sea con retropropulsión de aire, o estático dejando caer las fibras, donde actúa solo la gravedad. En este capítulo vamos a explicar el flocado estático.

Cuando se carga el flock a un polo (de los electrodos de alta tensión) el flock vuela simultáneamente con las líneas del campo en dirección al otro polo (el substrato flocado). Si hay

pegamento al substrato, el flock se queda vertical en el pegamento. Si no el flock se descarga y se deja atraer otra vez al electrodo de alta tensión. [8]

El campo electrostático, además, produce una aceleración importante de la fibra de flock. Con lo que conseguimos que el flock entre con mayor facilidad al adhesivo y así está mejor sujetado.

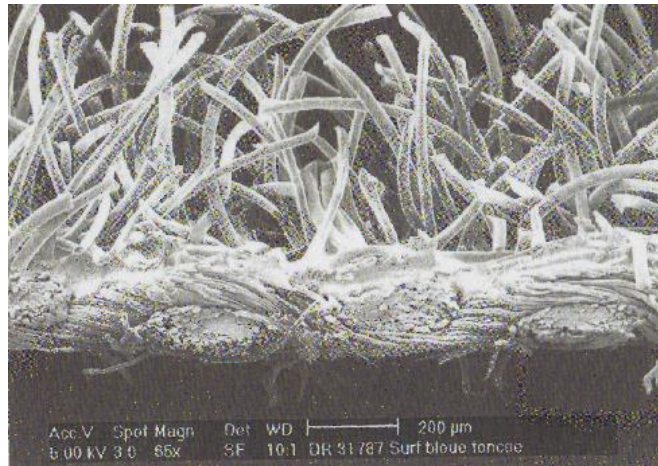


Figura 9. Flocado desde microscopio, podemos ver el flocado al microscopio. La primera capa es la pieza a flocar, la segunda es el adhesivo y la tercera las fibras de flock.

Adaptado de Historia del flock PDF, Google académico

El encolado se puede hacer mediante pistolas que aplican el adhesivo a la pieza; seguidamente se flocara la pieza. La máquina de flocar tiene un depósito de flock en la parte superior. La tolva tiene un dosificador de flock en la parte inferior que vibra, esto se hace para conseguir que el flock caiga, sino quedaría apelmazado en el dosificador. Al caer el flock pasa por una rejilla con corriente eléctrica, el flock al ponerse en contacto con la rejilla se lanza verticalmente hacia el objeto a flocar. La corriente que necesitaremos para flocar, está en un rango de 25 a 100 μA , depende del tipo de flock del adhesivo y de la pieza a flocar, experimentalmente veremos que la corriente suficiente es de 70 μA . Luego es dirigida la pieza al horno, donde se realizará el secado de la pieza [8].

El siguiente paso es el secado. Haremos pasar la pieza por un horno de cinta, la pieza estará dentro del horno unos 20 min. a 85°C de temperatura (estos datos pueden variar ligeramente en función de la pieza y de la cola). Después de los 20 min. en el horno, saldrá la pieza ya seca, en ese momento el operario que está al final de la cadena recogerá la pieza para su limpieza final. La limpieza final consiste en un chorro de aire para soplar las fibras de flock sobrantes, en una cabina de aspiración. La cabina de aspiración recogerá el flock sobrante que podrá reutilizarse nuevamente. [9]

2.1.3.2 Flocado mecánico

Es el recubrimiento de sustratos previamente tratados con un adhesivo es un proceso muy antiguo, como lo son las alfombras flocadas. La actual tecnología de flocado se ha impuesto definitivamente como consecuencia del flocado electrostático. [9]

2.1.3.3 Flocado electrostático mecánico

En general, el sustrato recubierto de adhesivo constituye el polo que hace tierra. El campo eléctrico orienta la posición de cada fibra, de modo que estas son dispuestas verticalmente respecto a la superficie plana del sustrato (alcanzando velocidades de 100-200 cm/s). Las fibras penetran en la capa del adhesivo son fijadas, formando así una superficie de pelos compactos.

En el pasado se esperaba que los artículos así obtenidos cumplieran exigencias muy elevadas, aunque estos no eran posibles debido a la tecnología de flocado disponible en aquel, entonces. Por consiguiente, la industria textil (confección, tapizado de muebles) se retiró decepcionada. Por otra parte, la utilización de estos artículos en el revestimiento de suelos resulta ser totalmente insatisfactoria. [9]

2.1.3.4 Flocado electroestático-neumático

Este sistema se aplica para flocar piezas de tres dimensiones, con puntas huecos, etcétera. Uno de los campos en el que ha progresado más el flocado es el campo de la automoción, gracias a las propiedades ya explicadas anteriormente. En este campo podemos flocar infinidad de piezas, pero las más comunes hasta el momento son guanteras, portaobjetos, pilares, asas, etcétera [9]

3.1.4 Proceso de flocado

El resultado del flock es un diseño uniforme con textura suave al tacto, parecida al terciopelo. Las superficies aterciopeladas tienen un ligero brillo, el cual se mantiene aún después de muchos lavados.



Figura 10. Guanterera Flocada, pieza plástica flocada, la pieza se usará como parte del ensamble interno de una guanterera para un automóvil.
Adaptado de Global Flock de México 2019

3.1.5 Empresa automotriz

La industria automotriz es considerada un pilar estratégico económico en virtud de los diferentes beneficios que trae consigo la generación de empleos a gran escala, las recaudaciones fiscales derivadas de las operaciones comerciales de la industria, la capacitación del personal, el desarrollo de proveedores locales y la modernización tecnológica relacionada. [10]

3.1.5.1 Empresa automotriz en México

El potencial de la industria automotriz mexicana es tal que representa el segundo sector económico más importante del país, además de que significa el elemento primordial de la modernización y estrategias de globalización de este. Esta industria opera en una zona geográfica privilegiada; se ubica al lado del mercado de consumo más grande en el nivel mundial: Estados Unidos; en un ambiente de desregulación comercial, mano de obra experimentada, transferencia de tecnología probada y una infraestructura de producción considerable. [10]

3.1.5.2 Modelo productivo de la industria automotriz

La industria de autopartes ha evolucionado de acuerdo con los cambios de la industria automotriz. Antes la industria automotriz diseñaba el vehículo, producía la mayoría de sus partes y lo ensamblaba. Las empresas de autopartes tenían funciones muy claras en ese modelo productivo

El primer nivel de proveedores (Tier 1) manufacturaba componentes; el segundo nivel (Tier 2) producía algunas partes sencillas que se integraban al nivel Tier 1; y el tercer nivel (Tier 3) proveía materias primas al nivel Tier 2.

Ese modelo de producción permaneció hasta la aparición del sistema Just in Time, el cual promovía la entrega de mercancías de manera directa de la fábrica al minorista o de partes de los proveedores de autopartes a la empresa que ensambla el vehículo final, sin la necesidad de acumular las mercancías en un almacén, a que esto significa incurrir en mayores costos. El nuevo sistema también implicó subcontratar procesos; sólo se mantuvieron los de alto valor agregado El resultado generó un cambio en las actividades de cada uno de los niveles de producción de las autopartes.

Los proveedores Tier 1 ahora son capaces de diseñar, integrar, sub ensamblar y entregar sistemas de módulos (de dirección, de aire acondicionado, entre otros) para montarse en los vehículos. Los proveedores Tier 2 producen o diseñan sistemas que se encuentran estandarizados a nivel mundial, para usarse en diferentes plataformas, mientras los proveedores Tier 3 ahora producen componentes para un tipo de vehículo en específico o sus derivaciones. La división del trabajo descrita ha incrementado la responsabilidad de los productores de autopartes, hasta llegar a producir 80% del automóvil. [11]

3.1.6 Definición de productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. [12]

La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

Calidad: la calidad es la velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo [13]

Productividad = Salida/Entradas (Formula 1)

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: Productos

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida más rápido que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada

3.1.6.1 Factores internos y externos que afectan la productividad

La productividad depende de factores internos como terrenos, edificios, materiales, energía, máquinas, equipo y recurso humano.

En los factores externos se encuentra la disponibilidad de materiales o materias primas, mano de obra calificada, políticas estatales relativas a tributación y aranceles, infraestructura existente, disponibilidad de capital e intereses y medidas de ajuste aplicadas. [14]



Figura 11. Factores externos e internos de la productividad como materiales, personal competente, disponibilidad de capital, entre otros.
Por Ingeniero Empresa 2015

3.1.6.2 Medición de la productividad

Productividad Total de los Factores, también llamada tasa residual. Se calcula por medio del modelo KLEMS (las siglas hacen referencia a Capital (K), Trabajo (L), Energía (E), Materiales

(M) y Servicios (S)). Para el cálculo se utiliza la metodología de Contabilidad del Crecimiento, la cual mide el cambio en la producción que no se explica por los cambios en los factores de producción (capital, trabajo, energía, materiales y servicios). [15]

Productividad laboral. Se mide con el Índice Global de Productividad Laboral de la Economía (IGPLE). El IGPLE se genera al relacionar el PIB trimestral en términos reales con el número de ocupados en el país o el número de horas trabajadas. El resultado es el PIB por persona ocupada o, en caso de utilizar el número de horas trabajadas, el PIB por hora trabajada. Para fines comparativos se optó por expresarlos en índices [16]

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Recursos Empleados (Formula 2)}$$

3.1.6.3 ¿Cómo aumentar la productividad?

La productividad tiene tres enfoques como: mantener los resultados y disminuir los recursos, Aumentar la producción manteniendo los mismos costos y combinar el aumentar la producción junto con el disminuir costos, aunque obviamente esto es más difícil de lograr.

El incremento de la productividad va de la mano con la organización debido a esto se debe buscar generar educación vocacional y programas de entrenamiento para disminuir el desajuste entre las habilidades demandadas y las disponibles [17]

Diversificación continua hacia sectores de mayor valor agregado que permitan aumentar la productividad [18]

Reasignación de recursos productivos, es decir, que los trabajadores se muevan de actividades de baja productividad a sectores con alta productividad [19]

Innovación a partir de la adquisición de conocimiento global y el desarrollo de capacidades internas [18]

Reformar los mercados para crear un entorno regulatorio adecuado y competente que permita el desarrollo de empresas innovadoras y competitivas. [18]

Alinear la inversión pública con las prioridades de la sociedad e impulsar la inversión privada. [17]

Fomentar el diálogo entre la academia y el sector industrial sobre que competencias son necesarias desarrollar para fomentar la productividad y la innovación. [17]

A nivel empresa, incrementar la productividad requiere un análisis caso a caso de cuáles son los factores que están impidiendo el uso eficiente de los recursos. Entre los factores que típicamente deben analizarse están: [20]

- Uso de buenas prácticas administrativas o habilidades gerenciales.
- Calidad de la fuerza de trabajo y capital.
- Inversión en tecnologías de la información, investigación y desarrollo.
- Innovaciones en la calidad de los productos.
- Estructura organizacional de las unidades de producción de la empresa.

3.1.7 Productividad en relación con la eficiencia y calidad

3.1.7.1 Eficiencia

La división entre los productos obtenidos y las metas que se tienen fijadas; obteniendo resultados. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. [21]

3.1.7.2 Relación entre productividad y eficiencia

Tiene relación inmediata con las actividades, operaciones y procesos en la obtención o producción de bienes y servicios, en el grado o cantidad en que se utilizan los recursos de la organización para realizar un trabajo u obtener un producto.

Desde luego el recurso humano es importante para el logro de una alta eficiencia, que implica la mejor manera de hacer o realizar las cosas (mínimo de esfuerzo y costo); por tanto una alta eficiencia supone la optimización en el uso de los recursos a utilizar. [22]

3.1.7.3 Calidad

La calidad del proceso hace referencia al grado en que un proceso aceptable, incluidos los criterios y las medidas de calidad, se ha implementado y adherido para la producción.

Busca gestionar la rentabilidad y los recursos, gestionar y resolver riesgos, gestionar y mantener los presupuestos, las planificaciones y la calidad de datos para la mejora de procesos.

Al aumentar la calidad del producto, su diseño y su facilidad de fabricación, el producto es más sencillo de producir y se desperdicia menos materia prima. Como consecuencia de ello, los costes de fabricación bajan. Además, al utilizar personal mejor formado, es más flexible y adaptable a las necesidades de la empresa, se cree que la reducción en costes en la empresa puede ser del orden del 20%. Esto permite bajar precios y por tanto aumentar las ventas, reiniciando el ciclo. [23]



Figura 12. Ciclo factores de la calidad, este ciclo muestra los factores que influyen en la calidad y su comportamiento.
Por Introducción a la calidad 2017

3.1.7.3 Relación entre la productividad y la calidad

Los proveedores, la empresa y los clientes forman un eslabón de la cadena de valor. Si el producto sufre distintas modificaciones en distintas empresas, se formará la cadena de valor, que partirá del suministrador de la materia prima y que terminará en el cliente final. En esta cadena, la empresa actúa unas veces como cliente y otras veces como proveedor. Actúa como cliente cuando compra a otras empresas sus productos.

Dentro de la propia empresa aparece esa relación cliente - proveedor, ya que cada área de la empresa, cada trabajador, “compra” a otras áreas sus productos, y “vende” a otras áreas lo que ella produce. Por tanto, y con la intención de que su producto sea vendible, el trabajador debe buscar que sea el adecuado a su cliente con el fin de incrementar la productividad y disminuir los retrabajos. [23]

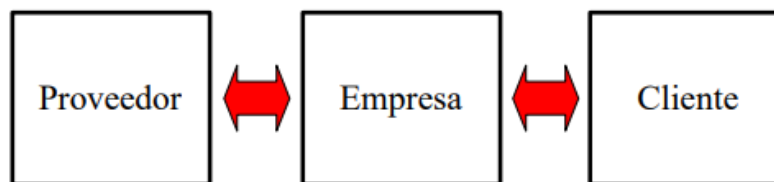


Figura 13. Relación cliente - proveedor – empresa.
Por Introducción a la calidad 2017

3.1.8 Ergonomía

La ergonomía consiste en definir cuáles son estos intervalos y explorar los efectos no deseados que se producirán en caso de superar los límites igualmente examina no sólo la situación pasiva del ambiente, sino también las ventajas para el operador humano y las aportaciones que éste/ésta pueda hacer si la situación de trabajo está concebida para permitir y fomentar el mejor uso de sus habilidades.

La medida del trabajo. En este contexto, el término trabajo significa una actividad humana con un propósito; va más allá del concepto más limitado del trabajo como una actividad para obtener un beneficio económico.

La naturaleza interdisciplinaria de la ergonomía y el hecho de que se trate de una disciplina relativamente reciente dificulta su inclusión en la organización existente. Al ser una actividad relacionada con las personas, se superpone con muchos otros campos de actividad, ya que las personas son el recurso básico y más generalizado de cualquier organización. La forma de incluirla dependerá de la historia y de los objetivos de cada organización en particular. El criterio principal es que los objetivos de la ergonomía se comprendan y se valoren adecuadamente y que los mecanismos necesarios para la implementación de las recomendaciones se elaboren dentro de la organización. [24]

3.1.8.1 La ergonomía en los sistemas de producción

A pesar de que el concepto de ergonomía ha tenido un desarrollo de forma paralela a la evolución de los sistemas de producción en las últimas décadas.

El estudio de las necesidades, capacidades, características y habilidades humanas para su consideración en el diseño y adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales sigue quedando excluido dentro de los principios y prácticas planteados en los diferentes sistemas de producción. Lejos de ello, el impetuoso deseo de no perder un solo minuto en una estación cuello de botella planteado en la producción basada en TOC, o la indispensable necesidad de mantener un tiempo Takt a lo largo de todo el sistema productivo previsto en la producción ajustada, puede llevar a supervisores y trabajadores, a incurrir en prácticas ergonómicamente inaceptables.

Las habilidades humanas pueden caracterizarse no sólo en relación con el operador humano, sino también en relación con habilidades más específicas, necesarias en situaciones determinadas, en las que resulta crucial un alto rendimiento. [25]

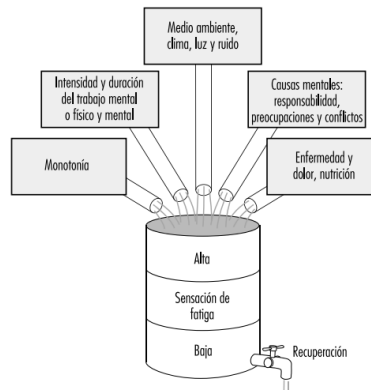


Figura 14. Causas de la fatiga, Representación esquemática del efecto acumulativo de las causas cotidianas.

Adaptado por Ergonomía 2016

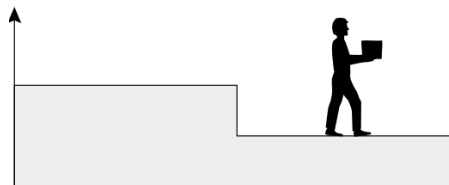


Figura 15. Representación esquemática factor de estrés, Intensidad del estrés por transportar carga.

Adaptado por Ergonomía 2016

De este modo, la ergonomía, como adaptación de la tecnología de la ingeniería a las necesidades del trabajador, es cada vez más necesaria y factible, gracias a los avances tecnológicos. [25]

3.1.9 Diseño asistido por computadora

En un sentido amplio, podemos entender el Diseño Asistido por Computador (CAD) como la “aplicación de la informática al proceso de diseño”

Sistema CAD, un sistema informático que automatiza el proceso de diseño de algún tipo de ente, para descartar, como sistemas CAD las aplicaciones que incidan tan solo en algún aspecto concreto del proceso de diseño.

Una herramienta CAD es un sistema software que aborda la automatización global del proceso de diseño de un determinado tipo de ente.

Las etapas de definición y ensayo con prototipos quedan fuera del ámbito del sistema CAD. El resto de las tareas se realizan utilizando el sistema CAD. La importancia de la realización de ensayos con prototipos dependerá de la naturaleza del ente a diseñar, y de la posibilidad de sustituirlos por simulaciones numéricas. Cuando no hay un proceso de fabricación en serie la construcción de prototipos no suele realizarse. [26]

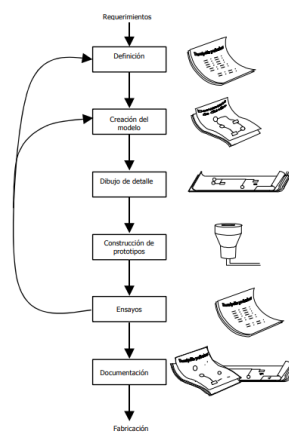


Figura 16. Proceso de diseño software descrito.
Dado por Diseño asistido por ordenador 2010

El diseño es un proceso iterativo de definición de un ente, por tanto, el desarrollo de un sistema CAD se debe basar en el establecimiento de un ciclo de edición soportado por técnicas de representación del modelo, de edición y de visualización. [26]

A un nivel más concreto, un sistema CAD debe realizar las siguientes funciones

- Definición interactiva del objeto.

- Visualización múltiple.
- Cálculo de propiedades, simulación.
- Modificación del modelo.
- Generación de planos y documentación.
- Conexión con CAM.

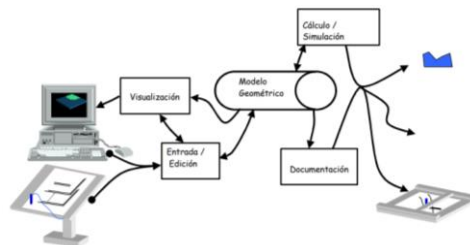


Figura 17. Esquema general de un sistema CAD.
Diseño asistido por ordenador 2010

2.1.9.1 SolidWorks

El software CAD SOLIDWORKS® es una aplicación de automatización de diseño mecánico que les permite a los diseñadores croquizar ideas con rapidez, experimentar con operaciones y cotas, y producir modelos y dibujos detallados.

Un modelo de SOLIDWORKS consta de geometría en 3D que define sus aristas, caras y superficies. SOLIDWORKS le permite diseñar modelos de forma rápida y precisa y están definidos por un diseño en 3D. [27]

2.1.9.2 Terminología

2.1.9.2.1 Origen

Tiene el aspecto de dos flechas azules y representa el punto de coordenadas (0,0,0) del modelo. Cuando un croquis está activo, aparece un origen de croquis en color rojo que representa la

coordenada (0,0,0) del croquis. Puede agregar cotas y relaciones a un origen de modelo, pero no al origen de un croquis.

2.1.9.2.2 Plano

Geometría constructiva plana. Puede utilizar planos con el fin de agregar un croquis en 2D, una vista de sección de un modelo, o un plano neutro en una operación de ángulo de salida.

2.1.9.2.3 Eje

Línea recta utilizada para crear la geometría, las operaciones o las matrices del modelo. Puede crear un eje con métodos distintos, incluida la intersección de dos planos. La aplicación SOLIDWORKS crea ejes temporales de forma implícita para las caras cónicas o cilíndricas de un modelo

.

2.1.9.2.4 Cara

Límites que contribuyen en la definición de la forma de un modelo o superficie. Una cara es un área (plana o no) de un modelo o superficie susceptible de ser seleccionada. Por ejemplo, un sólido rectangular tiene seis caras.

2.1.9.2.5 Aristas

Lugar en que se entrecruzan dos o más caras y se unen. Puede seleccionar aristas para operaciones de croquizar y acotar.

2.1.9.2.6 Vértices

Punto en que hacen intersección dos o más líneas o aristas. Puede seleccionar vértices para operaciones de croquizar y acotar. [27]

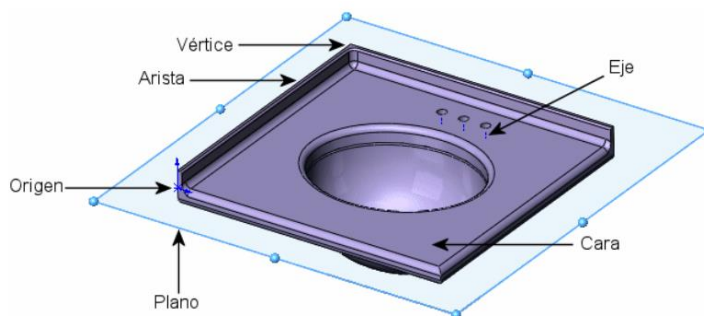


Figura 18. Términos de SolidWorks, descrita en el texto anterior.
Por SolidWorks 2015

4. Método

4.1 Recopilar información de la línea de producción y proceso de la pieza RMPRE-MS

La pieza REVESTIMIENTO POSTE B AT RH/LH fue implementado en la empresa Global Flock en el mes de agosto del año 2016 como una pieza de seguridad para ser flocada en el área del diámetro y ovalo donde es incrustada una cámara, el modelo MS-RH/LH mantuvo la producción hasta el mes de febrero, debido a un cambio de diseño propuesto por el proveedor.

Dado el cambio de diseño el área de ingeniería de global flock ejecuta un nuevo proyecto de producción llamado ASY-MS-B PILLAR tanto para el lado RH y LH, cumpliendo las siguientes especificaciones dadas por el proveedor

- Respetar los límites de la zona a flocado
- Flocar el óvalo sin pasarse los bordes marcados
- Flocar una cuarta parte del diámetro

- Entrega de pieza totalmente limpia en la zona no flocada, sin rastros de adhesivo y flock



Figura 19. Zona de flocado pieza REVESTIMIENTO POSTE B AT RH y RH ASY-MS-B PILLAR.

Por Global Flock, 2019

4.1.1 Revestimiento (RMPRE)

La pieza para trabajar es el revestimiento, modelo MS, lo cual da referencia a una pieza grande y consta de dos lados tanto RH y LH.

Nombre o descripción: ASY-MS-B PILLAR

Código: Rmpre00015- Rmpre00016.

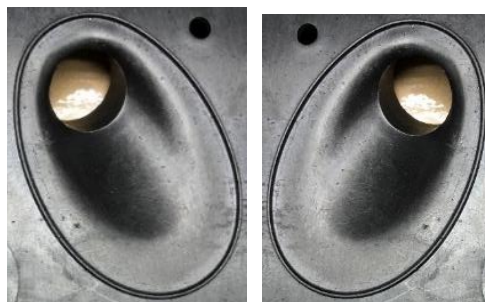


Figura 20. Nombre y código de cada lado de la pieza Revestimiento, RH- Rmpre00015 y LH- Rmpre00016.

Adaptado de Global Flock 2019

4.1.2 Medidas

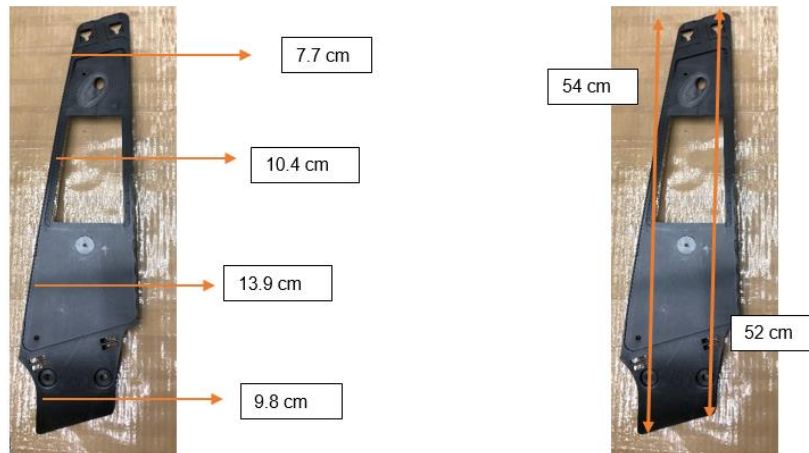


Figura 21. Medidas en diferentes puntos del modelo MS.
Fuente propia 2019

En esta pieza el área a flochar es el óvalo y el diámetro que tiene una longitud de 1.5 cm

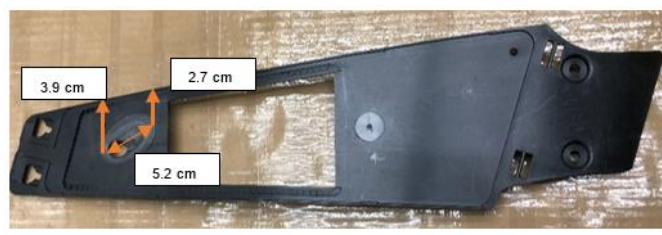


Figura 22. Medidas área a flochar del revestimiento modelo MS.
Fuente propia 2019

4.1.3 Descripción pieza

Esta pieza consta de un diámetro y óvalo inclinado hacia la derecha o izquierda dependiendo el lado de la pieza donde se le incrusta una minicámara de seguridad, la pieza es ensamblada en la parte delantera del vehículo, exactamente en los laterales.



Figura 23. Producto inicial revestimiento RH, en la imagen muestra cómo llega el producto a la planta de Global Flock.

Fuente propia 2019

4.1.4 Área de Flocado

El área a flocar de esta pieza es el óvalo, respetando su margen o contorno, seguidamente la cuarta parte del diámetro.



Figura 24. Pieza Flocada revestimiento RH, pieza después de pasar por la línea de producción.

Fuente propia Global Flock 2019

4.1.5 Finalidad de flocado

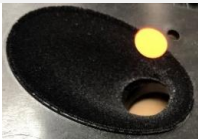
La finalidad de flockar el área del óvalo y diámetro, es evitar el reflejo del sol o la luz en la cámara de seguridad, por tal motivo esta pieza debe cumplir con los estrictos requerimientos y restricciones del cliente.

4.1.6 Verificación de calidad

El producto terminado al ser una pieza de seguridad, el verificador de calidad debe identificar que la pieza no tenga ELF (Límite de flockeo no respetados), EDF (Desprendimiento de Flock), AGP (Grumo de pegamento), EFF (Falta de Flock) y EFA (Flock acostado), la clasificación de los defectos se da por medio de una lista dada por producción y calidad teniendo unas abreviaturas o códigos y definición es de cada defecto.

En la tabla 1 están los defectos presentados durante las muestras realizadas desde el mes de mayo hasta junio.

Tabla 1 *Defectos de piezas muestras*

Defecto	Descripción	Imagen
EPE	En la parte cóncava izquierda se evidencia una pequeña partícula ocasionada por la contaminación del flock durante el proceso	
EFA	(Flock acostado) En la imagen se evidencia flock acostado en el inicio del diámetro	
EFF	(Falta de flock (Brillo)) En la parte lateral izquierda de la pieza la zona tiene una apariencia blanca y con adhesivo	
ELF	(Límites de flockeo no respetados) En el contorno de la pieza se evidencia una pequeña parte del plástico	

4.1.7 Producción de pieza

Esta pieza tiene como meta por día 1200 por cada lado (RH/LH)

4.1.8 Proceso de la pieza

Con base a la pieza Revestimiento Poste B AT la instrucción de trabajo es similar al proceso de la nueva pieza (ASY-MS-B PILLAR)

4.1.8.1 Ingreso de material en la línea

El ingreso de material en la línea se ubica en el cuadro marcado con cinta amarilla, cada caja cuenta con 96 piezas y una ficha con la descripción, código y lote



Figura 25. Almacenaje producto inicial.
Global Flock 2019

4.1.8.2 Preparación de pieza

El operario debe tomar de la caja de cartón una pieza y verificar visualmente que no presente grasa, desmoldante, rebabas en zona de flocado, pestaña trasera rota o dañada, para retirar residuos de polvo debe soplear la pieza con aire comprimido y dejar la pieza en la mesa de tránsito (máximo 15 piezas)



Figura 26. Preparación de pieza.
Global Flock 2019

4.1.8.3 Aplicación de Adhesivo

Insertar correctamente en el herramental la pieza, evitando manchas de adhesivo.



Figura 27. herramental de la pieza y el área de aplicación de adhesivo.
Global Flock 2019

La aplicación de adhesivo debe iniciar por la parte de arriba de la pieza, posteriormente por el área central y finalizar en la parte de abajo, con movimientos lentos hasta lograr una aplicación uniforme de adhesivo.

4.1.8.3.1 Parámetros de producción

- Aplicación de pegamento con pistola pulverizadora en forma Manual.
- Olla de presión (recipiente de adhesivo) 8 kg o de 2 kg (según aplique)
- Pistola: Surtek HVLP 108007
- Tobera pulverizadora: 1.4 mm chorro en abanico

- Presión del equipo: $3 \text{ kgf/Cm}^2 \pm 1 \text{ kgf/Cm}^2$ (para olla 8 kg)
- Presión del sistema: $7 \text{ kgf/Cm}^2 \pm 1 \text{ kgf/Cm}^2$

4.1.8.4 Operación de flockado (electrostático)

Verificar que la pieza tenga suficiente adhesivo en las partes a flockar seguidamente marcar la pieza con un plumón de aceite.



Figura 28. Marca de pieza.
Global Flock 2019

Iniciar la aplicación de flock girando constantemente la pieza hacia los lados siguiendo las curvas.



Figura 28. Pieza flockada en el área de flockado.
Global Flock 2019

La aplicación de flock debe ser uniforme a lo largo de la superficie y sacudida regularmente el excedente de flock no adherido, mediante pequeños golpes por la parte posterior.



Figura 29. Pieza en el proceso de flocada.
Global Flock 2019

Al finalizar la operación de flocado las piezas deben ser colocadas en el rack con un máximo de 2 filas de 12 piezas (24 piezas) en cada parrilla.



Figura 30. Piezas puestas en el rack.
Global Flock 2019

4.1.8.4.1 Parámetros de producción

EPF flocado manual electrostático: Alta tensión: 40 KV +/- 10 KV

4.1.8.5 Horno

Cuando el rack ha sido completado, lo deben transportar desde la línea hasta el horno.1, cerrar las puertas y ajustar la temperatura de secado ($95^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).



Figura 31. Horno con ingreso de piezas.
Por Global Flock 2019

Accionar el botón de encendido del horno verificando que los indicadores de flujo de aire y temperatura que se localizan a la izquierda estén encendidos. El tiempo de permanencia de las piezas en el horno será de 25 min +/- 5 min.



Figura 32. Control de horno.
Global Flock 2019

Una vez concluido el ciclo de secado de las piezas el horno se apaga, se saca el rack, cuidando que las piezas no sean golpeadas durante su manejo y evaluar el secado de la pieza.

4.1.8.6 Limpieza

La persona encargada de limpieza debe verificar que los límites de flock no se hayan excedido, limpiar con una herramienta metálica, en caso de ser necesario limpiar con un trapo humedecido en solvente goma laca.



Figura 33. Limpieza de límites con pieza metálica.
Global Flock 2019

Limpiar la pieza por medio de una pistola de aire con brocha, mediante movimientos de barrido, se retiran las fibras no adheridas, garantizando que no quedarán fibras sueltas de flock.



Figura 34. Limpieza con pistola y brocha.
Global Flock 2019

La presión del aire será $5 \text{ kgf/Cm}^2 \pm 1 \text{ kgf/Cm}^2$. Una vez limpia la pieza deberá inspeccionarse y concluida la operación se debe dejar la pieza en la mesa del verificador de Calidad

4.2 Identificar defectos de la pieza RMPRE- MS

Al tener el producto terminado, las piezas pasan por el área de calidad donde son controladas, cada turno el verificador de calidad realiza el registro de inspección de piezas Ok/No ok y tipos de defectos mostrada en la Tabla 2

Tabla 2 *Clasificación de defectos*

Código	Descripción defectos
EDF	Desprendimiento de flock
EFA	Flock acostado
EFF	Falta de flock (Brillo)
EFS	Flock suelto
ELF	Límites de flockeo no respetados
EPE	Bolitas de flock, partículas o grumos, partículas extrañas debido a trapos,
EPG	Piezas golpeadas
EPM	Piezas manchas
ERT	Piezas mal recuperadas o Exceso de retrabajo
ESF	Punto sin flock
EML	Mala limpieza
AEP	Exceso de pegamento
AFP	Falta de pegamento
AGP	Grumos de pegamento
APA	Pegamento abierto
APF	Piezas frescas, falta de secado o pegamento seco
ADF	Desprendimiento por falta de promotor
PCO	Piezas contaminadas
PEQ	Pieza equivocada
PFC	Pieza con falta de componente
PIN	Pieza incompleta
PPG	Pieza golpeada o daños físicos
PPM	Piezas manchadas con grasa y polvo
PRE	Piezas con rebabas y/o ráfagas
PRP	Piezas rotas en proceso
PRT	Piezas mal recuperadas, con exceso de retrabajo o rebabeo
PDF	Pieza deforme

El Revestimiento Poste B AT RH/LH hace parte de las 10 primeras piezas con índice de mayor rechazo el año 2018 y 2019, según la base de datos y antecedentes tomados por el área de calidad.

En las siguientes son tabulados los datos de las piezas con mayor rechazo de enero, febrero y marzo en el año 2019.

4.2.1.1 Enero

POSICION	FECHA	DESCRIPCION DE LA PARTE	PIEZAS CONTROLADAS	PIEZAS OK	PIEZAS NO OK	%RECHAZO
1	09.01.2019	Substrate TL MDLS GBDR Inner Flocked RHD	15	10	5	33,33
2	24.01.2019	REVESTIMIENTO POSTE B AT19RH (MS)	914	729	185	20,24
3	11.01.2019	Inside cover flocked PS RHD (INNEN DECKEL BFS RL)	100	81	19	19,00
4	02.01.2019	DIADEMA 19"	61	50	11	18,03
5	25.01.2019	REVESTIMIENTO POSTE B AT24RH (MX)	320	263	57	17,81
6	16.01.2019	REVESTIMIENTO POSTE B AT19RH (MS)	749	630	119	15,89
7	04.01.2019	DIADEMA 13.5"	20	17	3	15,00
8	19.01.2019	Reinforcement Bar Front flocked RH (Der).	272	239	33	12,13
9	03.01.2019	Glove Box Bin LHD Flocked	293	259	34	11,60
10	16.01.2019	Inside cover flocked PS RHD (INNEN DECKEL BFS RL)	69	61	8	11,59

Figura 35. Resultados en general de las piezas enero 2019 recopilada por el área de calidad. Global Flock 2019

4.2.1.2 Febrero

POSICION	FECHA	DESCRIPCION DE LA PARTE	PIEZAS CONTROLADAS	PIEZAS OK	PIEZAS NO OK	%RECHAZO
1	27.02.2019	OPTICAL DRIVE DELETE (flock)	800	641	159	19,88
2	02.02.2019	Inside cover DS LHD flocked (Innendeckel FS LL)	162	144	18	11,11
3	28.02.2019	REVESTIMIENTO POSTE B AT19LH (MS)	486	436	50	10,29
4	28.02.2019	BOP Glove Box BIN LHD FLOCKED PG05 BLACK	184	166	18	9,78
5	27.02.2019	Inside cover flocked PS LHD (INNEN DECKEL BFS LL)	229	211	18	7,86
6	01.02.2019	A/R Substrate body Flocked (CON FLOCK)	839	785	54	6,44
7	05.02.2019	REVESTIMIENTO POSTE B AT19LH (MS)	1.523	1.427	96	6,30
8	05.02.2019	Storage Bin W/O Charger flock (sin ventana)	253	240	13	5,14
9	07.02.2019	C1YC Bin mold & Flocked	800	759	41	5,13
10	20.02.2019	C1YC Bin mold & Flocked	800	760	40	5,00

Figura 36. Resultados en general de las piezas febrero 2019 recopilada por el área de calidad. Global Flock 2019

4.2.1.3 Marzo

Figura 37. Resultados en general de las piezas marzo 2019 recopilada por el área de calidad.
Global Flock 2019

[illegible]

Figura 38. Formulario de calidad para el registro de piezas controladas.
Global Flock 2019

En las siguientes figuras son evidenciados los defectos causados por el método de flocado.

Mes	Producido	Ok	Rec
Ene	1267	1264	3
Feb	2043	2023	20
Mar	6798	6675	123
Abr	6215	6175	40
May	6156	6019	137
Jun	4865	4835	30
Jul	3069	3012	57
Agt	4884	4825	59
Sep	6455	6147	308
Oct	3182	3117	65
Nov	8133	7855	278
Dic	4079	4067	12
TOTAL	57146	56014	1132

EPE	EPG	EPM	ERT	EFA	ELF	EFF	EDF	AEP	AGP	APA	ESF	PRP	OTROS	SUMA	% Rec
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,24%
9	5	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	20	0,98%
24	38	0	0	1	14	42	0	0	4	0	0	0	0	123	1,81%
10	15	0	0	2	6	5	1	0	0	0	0	1	0	40	0,64%
24	72	20	0	5	9	7	0	0	0	0	0	0	0	137	2,23%
22	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	30	0,62%
11	27	0	0	3	12	4	0	0	0	0	0	0	0	57	1,86%
15	13	3	0	0	17	4	0	0	0	7	0	0	0	59	1,21%
42	50	0	26	44	68	36	31	0	0	4	0	0	7	308	4,77%
0	9	1	0	3	8	34	2	0	0	0	8	0	0	65	2,04%
14	56	0	1	31	20	63	24	34	23	0	8	3	1	278	3,42%
2	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	12	0,29%
175	295	24	27	90	157	199	60	34	31	11	16	5	8	1132	1,98%

Figura 39. Concentrado general de defectos por mes del año 2018 pieza Revestimiento poste B AT 19LH (MS).
Global Flock 2018

Mes	Producido	Ok	Rec
Ene	5984	5849	135
Feb	2435	2280	155
Mar	365	298	67
Abr	130	130	0
TOTAL	8914	8557	357

EPE	EPG	EPM	ERT	EFA	ELF	EFF	EDF	AEP	AGP	APA	ESF	PRP	OTROS	SUMA	% Rec
16	23	0	0	9	25	32	0	1	1	0	21	7	0	135	2,26%
4	16	0	0	5	49	31	33	11	0	0	6	0	0	155	6,37%
0	0	0	0	0	1	2	0	18	41	0	5	0	0	67	18,36%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
20	39	0	0	14	75	65	33	30	42	0	32	7	0	357	4,00%

Figura 40. Concentrado general de defectos por mes del año 2019 pieza Revestimiento poste B AT 19LH (MS).
Global Flock 2019

Mes	Producido	Ok	Rec
Ene	0	0	0
Feb	1844	1794	50
Mar	6955	6900	55
Abr	6179	6101	78
May	5304	5012	292
Jun	4060	4007	53
Jul	4870	4747	123
Agt	4835	4680	155
Sep	5493	5183	310
Oct	4415	4378	37
Nov	7331	7099	232
Dic	4699	4597	102
TOTAL	55985	54498	1487

EPE	EPG	EPM	ERT	EFA	ELF	EFF	EDF	AEP	AGP	AFP	APA	ESF	PRP	OTROS	SUMA	% Rec
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
5	13	0	0	7	5	18	0	0	2	0	0	0	0	0	50	2.71%
6	10	0	0	22	7	3	6	1	0	0	0	0	0	0	55	0.79%
5	41	0	0	3	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.26%
53	67	11	0	20	81	33	18	0	0	0	0	0	9	0	292	5.51%
15	8	0	0	13	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.31%
12	46	0	0	22	32	5	4	0	1	0	0	0	1	0	123	2.53%
34	49	0	0	5	42	14	0	1	0	0	8	0	0	0	153	3.16%
39	54	2	0	31	132	52	0	0	0	0	0	0	1	0	311	5.66%
3	2	1	0	3	4	3	1	2	0	0	16	3	0	0	38	0.86%
8	64	0	0	28	57	23	7	11	16	0	0	13	0	0	227	3.10%
6	26	5	0	11	29	0	0	0	0	29	0	0	1	0	107	2.28%
186	380	19	0	165	425	161	36	15	19	29	24	16	12	0	1487	2.66%

Figura 41. Concentrado general de defectos por mes del año 2018 pieza Revestimiento poste B AT 19RH (MS).
Global Flock 2019

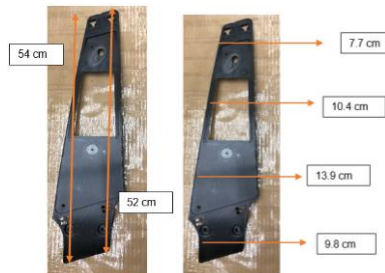
Mes	Producido	Ok	Rec
Ene	6629	6057	572
Feb	1554	1492	62
Mar	383	352	31
Abr	133	129	4
TOTAL	8699	8030	669

EPE	EPG	EPM	ERT	EFA	ELF	EFF	EDF	AEP	AGP	APA	AFP	ESF	PRP	OTROS	SUMA	% Rec
28	100	0	0	25	87	216	21	1	31	0	2	60	0	1	572	8.63%
17	8	0	0	1	25	7	4	0	0	0	0	0	0	0	62	3.99%
0	2	0	0	0	6	9	7	0	2	0	0	5	0	0	31	8.09%
0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3.01%
45	111	0	0	26	120	233	32	1	33	0	2	65	0	1	669	7.69%

Figura 42. Concentrado general de defectos por mes del año 2019 pieza Revestimiento poste B AT 19RH (MS).
Global Flock 2019

4.3 Diseño de herramental de flocado para la pieza RMPRE- MS

4.3.1 Primer diseño



*Figura 43. Medidas de pieza Revestimiento.
Fuente propia 2019*

Altura 1: 54cm, Altura 2: 52cm, Ancho 1: 9.8cm, Ancho 2: 13.9 cm

En el desarrollo del primer diseño se tomaron medidas de la pieza RMPRE-MS, se tiene en cuenta esos cuatro datos para el diseño del herramental.

La propuesta inicial es un herramental para flocar y debe cumplir las siguientes condiciones:

- El herramental debe tener tres compartimentos donde se pueda encajar las piezas
- La pieza debe estar verticales
- La pieza debe estar inclinación hacia adelante
- El área a flocar debe estar en la parte superior del herramental y paralela a la antorcha



*Figura 44. Boceto 1 de herramental para flocado.
Fuente propia 2019*

Se envía el boceto al área de mantenimiento, para los cortes de las piezas necesarias en el herramental con el fin de ser ensamblado.

Materiales

Para la construcción de la base del herramental, se utilizó:

- Lamina de acrílico, grosor 0.5 cm
- Masking tape
- Pegamento
- Plumón.



Figura 45. Materiales y ensamble de herramental.
Fuente propia 2019

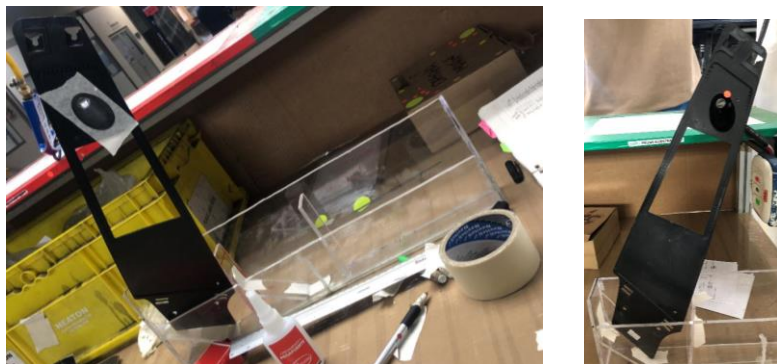


Figura 46. Ensamble de herramental.
Fuente propia 2019

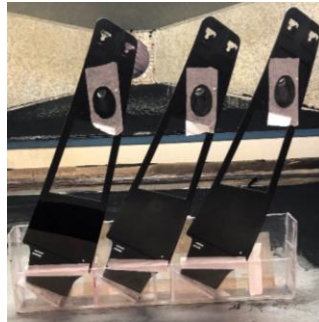


Figura 47. Herramental terminado prototipo 1.
Fuente propia 2019

4.3.2 Piezas muestras

Las piezas muestras a utilizar en el herramental son piezas rechazadas, esto quiere decir que ya pasaron por el proceso y presentaron defectos por tal motivo son enviadas a cuarentena, la cantidad de piezas disponibles son 8 RH y 7LH en total son 15 piezas.

En total el número de muestra asignadas para el proyecto son 10 RH y LH, por tal motivo tienen un tercer reproceso 2 piezas RH y 3 LH.

4.3.3 Recuperación de piezas

Las piezas seleccionadas son disueltas en thinner aproximadamente 1 hora, seguidamente se inicia la limpieza quitando el flock, dejando totalmente limpio el diámetro y contorno del área, para finalizar se dejan secar y se almacenan en una caja.



Figura 48. Piezas en el proceso de lavado.
Fuente propia 2019

4.3.4 Preparación de piezas

Debido a que es una pieza nueva y no se tiene herramental para la aplicación de adhesivo, antes de ingresar las piezas en el proceso, se debe poner masking tape alrededor del área a flochar y en el diámetro, un inserto de manguera para solo ser flocado una cuarta parte de esta zona.



Figura 49. Preparación de piezas, se coloca masking tape alrededor del área a flochar.
Fuente propia 2019

4.3.5 Operación de flocado

En el área de aplicación de adhesivo, el operario debe retirar el masking tape y el inserto, seguidamente toman tres piezas y las ajustan en el herramental para flochar.



Figura 50. Piezas en el proceso de floccadas con el prototipo 1.
Fuente propia 2019

4.3.6 Análisis herramental

Este tipo de diseño no es óptimo para la pieza debido a que el herramental no daba una vibración constante, por el tipo de material de la base que fue acrílico, el operario debía generar mayor fuerza al dar golpes con el tubo, genera mayor tiempo para flocar la pieza.

El herramental no tenía una estabilidad para sostener las piezas, se optó por asegurar el herramental con cinta pero al golpear el herramental las piezas se caían o se direccionaban a un lado.

Se estableció que el punto que da mayor vibración a la pieza era la esquina de atrás izquierda pero el material no fue resistente y se agrieto, durante la operación en el herramental se evidencia una acumulación de flock en el interior del herramental.

Las piezas flocadas presentaban EFF lo cual generaba un reproceso volver a flocar por ese motivo se optó por otro de diseño.

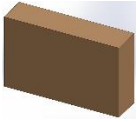
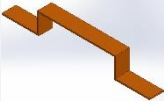
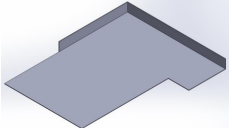
4.4 Segundo diseño de herramental de flocado para la pieza RMPRE- MS

Con respecto a las contingencias del primer diseño se propone un herramental para flocar que cumpla las siguientes condiciones

- El herramental debe tener dos compartimentos donde se pueda encajar las piezas
- La pieza debe estar horizontales, apoyada por una lámina
- El área a flocar debe estar en la parte superior del herramental

4.4.1 Materiales

Tabla 3 *materiales del herramental*

Nombre	Material	Medidas	Cantidad
	Plástico	Alto: 5cm	2 unidades
		Ancho: 8 cm	
		Profundo 2 cm	
	Plástico	Alto: 8cm Diámetro: 1cm	4 unidades
	PVC	Alto: 21.5cm Diámetro: 4,1cm	1 unidades
	Plástico	Alto: 3cm	2 unidades
		Ancho: 15 cm	
		Profundo 5 cm	
	Metálico	Alto: 5.5cm Diámetro: 2.6cm	6 unidades
	Metálico	Alto: 7.5cm Diámetro: 2.6cm	2 unidades
	lámina galvanizada calibre 20	Alto: 4cm	1 unidad
		Ancho: 43 cm	
		Profundo 54 cm	

Fuente propia 2019

El prototipo consta de una base, una pestaña lateral y frontal de lámina galvanizada calibre 20

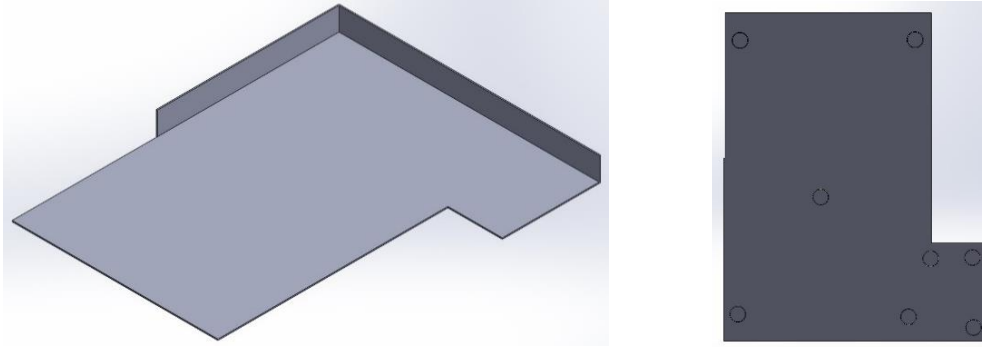


Figura 51. Vistas del herramental prototipo 2.
SolidWorks 2019

El ensamble del prototipo se desarrolla con los siguientes materiales y se da a conocer la finalidad de cada pieza

- Dos rectángulos para darle altura a la pieza
- Cuatro tubos de plástico para que la pieza se mantenga en su posición
- Dos encajes para las piezas
- Un tubo para que el operario genere la vibración del herramental
- Ocho resortes como apoyo en la vibración del herramental

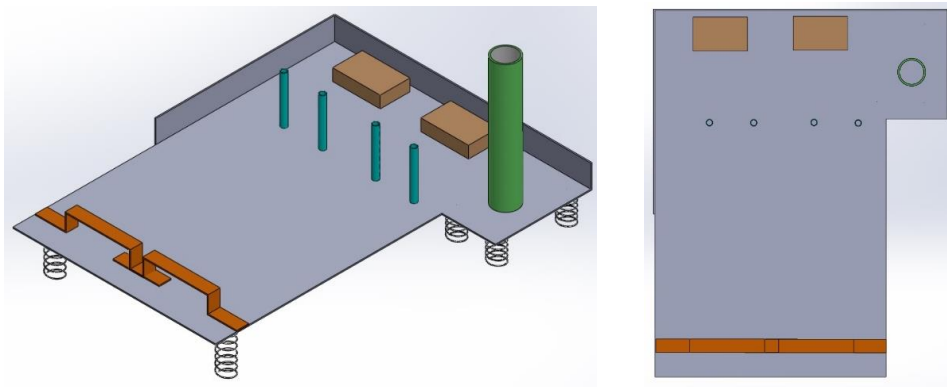


Figura 52. Ensamble de piezas en el herramental prototipo 2.
SolidWorks 2019

Se muestra la vista lateral y frontal con las piezas de ensamble del herramental

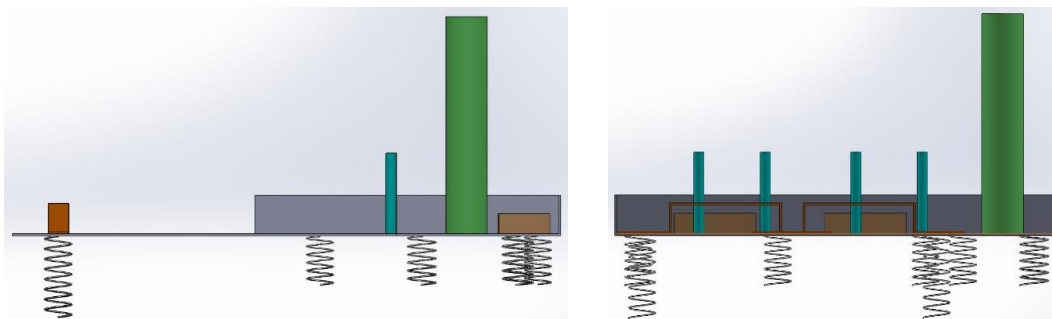


Figura 53. Vista lateral y frontal del herramental.
SolidWorks 2019

Herramental ensamblado, vistas de prototipo y en el área de flocado

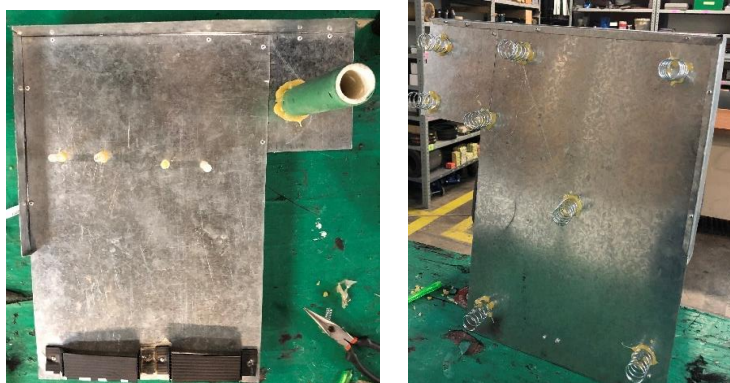


Figura 54. Vistas de herramental en físico
Fuente propia 2019

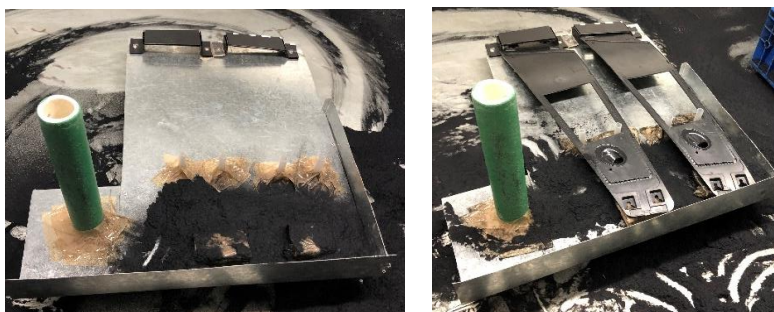


Figura 55. Herramental en cabina de flocado.
Fuente propia 2019

4.4.2 Función

- Antes de ingresar las piezas en el herramental se debe tener almacenado el flock en la parte superior del herramental
- El tubo y el área de la pieza a flocar debe estar en la parte superior de la cabina en dirección del operario
- El operario debe de encajar las dos piezas en la parte inferior y en el centro de la pieza debe ir los tubos pequeños del herramental para que no se muevan durante la vibración
- Se inicia la operación de flocado y se genera vibración en las piezas con el tubo por medio de los golpes que genera el operario con la palma de la mano

4.4.3 Ventajas del herramental

- Está diseñado para flocar dos piezas a la vez
- Se reduce un transporte, en un solo recorrido desde la cabina hasta la mesa, el operario se lleva las dos piezas
- Para las dos piezas se utiliza una carga de la antorcha debido al almacenaje de flock en la parte superior
- Genera vibración a la vez para dos piezas
- Consta de un tubo y resortes para generar mayor vibración, disminuyendo la fuerza que debe generar la mano izquierda de los operarios.
- Reducción movimientos en la operación de flocado.
- Mediante la ruta de flocado se puede llenar todos los ángulos de la pieza
- Reducción de defectos como EFF y EFA

4.5 Registro de datos

- Este proyecto se divide en tres aspectos para la toma y registro de datos teniendo en cuenta que el área a trabajar es el de flocado por medio de un herramental.
- Se tiene en cuenta a dos colaboradores del área de flocado para los siguientes puntos.

4.5.1 Productividad

La cantidad de piezas y el tiempo que se demoran al flocar son diligenciadas en las tablas propuestas, determinando la productividad dada en la formula (3).

Para la toma de tiempos se registran 10 datos en el área de flocado de la pieza en la producción normal y la producción con el herramental determinando el total de unidades realizadas dividido entre la suma de tiempos requeridos dando como resultado la productividad de cada método de flocado para realizar la respectiva comparación.

$$Productividad: \frac{\text{Resultados alcanzados o producidos}}{\text{Resultado utilizado}} = \frac{\text{Unidades procesadas}}{\text{tiempo requerido}} \quad (Formula 3)$$

4.5.1.1 Transportes

Se mide la distancia, pasos y se registra 20 datos del tiempo que requieren desde la cabina 1 y cabina 2 hasta la mesa de espera luego de ser pasada por el área de aplicación de adhesivo, ilustrado en el diagrama de recorrido del área de aplicación de adhesivo y área de flocado

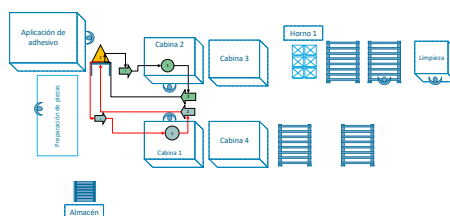


Figura 56. Diagrama de recorrido de la línea 3. Este diagrama muestra el recorrido desde las cabinas hasta el área de aplicación de adhesivo.

Fuente propia 2019

4.5.1.2 Metodología para el flockado de las piezas

4.5.1.2.1 Paso 1

Inicialmente se debe agitar la antorcha alrededor del área a flockar de las dos piezas

4.5.1.2.2 Paso 2

Agitar la antorcha alrededor del óvalo de cada pieza

Nota: la antorcha debe estar lejos de la pieza para el paso 1 y 2

4.5.1.2.3 Paso 3

Con la palma de la mano izquierda se debe dar suaves golpes en el tubo regenerando una vibración constante

4.5.1.2.4 Paso 4

Durante la vibración se debe mantener la distancia de la antorcha y aplicar flock alrededor de cada pieza.

4.5.1.2.5 Paso 5

Inspeccionar visualmente que la pieza cumpla las especificaciones de flockado

4.5.2 Calidad de las piezas

Las 20 piezas pasan por cada etapa del proceso con el fin de ser verificadas e inspeccionadas al finalizar el proceso en el área calidad de la línea 3, para esto se tiene el formato de registro de

inspección diaria por turno (FM3.7/02 REV 03/18.05.16) con fecha, número de piezas Ok, piezas No ok y tipos de defectos, este formato es diligenciado completamente por la verificadora de calidad y firmado por el responsable de turno.

Inicialmente se comunica al verificador que los aspectos a evaluar son relacionados a la apariencia del flock con respecto a EFF o EFA debido que estos dependen del método de flocado y el herramental.

4.5.3 Ergonomía

Los aspectos para evaluar en la ergonomía con beneficio a los colaboradores y el proceso son:

4.5.3.1 Diagrama del lugar de trabajo

Se hace una comparación por medio de un diagrama de disposición del lugar de trabajo con las respectivas medidas desde el colaborador hacia las herramientas necesarias para la operación de una pieza ASY-MS-B PILLAR RH y dos piezas ASY-MS-B PILLAR en el herramental.

Se toma un punto de referencia, en este caso es la mitad de la cabina (77.5 cm) de la cual se mide la distancia que tiene las herramientas a usar para el flocado como la pieza, antorcha y almacenaje de flock.

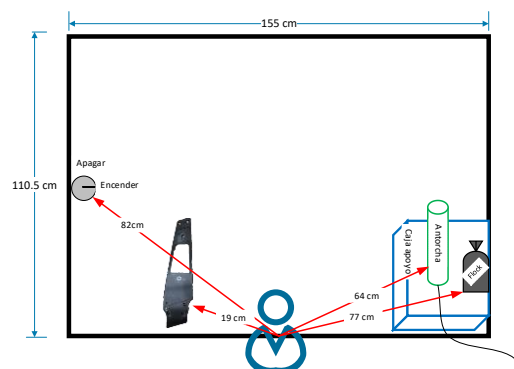


Figura 57. Diagrama de disposición del lugar de trabajo de una pieza Asy-ms-b pillar.
Fuente propia 2019

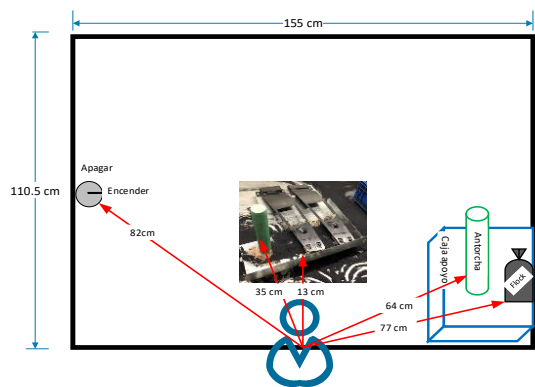


Figura 58. Diagrama de disposición del lugar de trabajo, de dos piezas Asy-ms-b pillar en el herramental.
Fuente propia 2019

4.5.3.1 Movimientos

La tabla 4 son los movimientos que realizan en la operación de flocado desde que la pieza está en la cabina y la tabla 5 son los movimientos de flocado en el momento que las piezas se encuentran en el herramental hasta finalizar el proceso de flocado.

Se hace un resumen y una comparación por medio de la cantidad de símbolos y su descripción teniendo en cuenta que aproximadamente se tiene un promedio de tiempo a flocar sin herramental de 58,89 s y con el herramental de 41,58 dado en la tabla 6 y tabla 7.

Tabla 4 Diagrama Bimanual proceso de flocado normal

Mano izquierda	Símbolo	Símbolo	Mano derecha
Ociosa			Mover mano hacia antorcha
Ociosa			Sostener antorcha
Mover mano hacia la pieza			Mover la antorcha hacia la lámina
Sostener pieza			Sostener antorcha
Mover pieza hacia la lámina			Sostener antorcha
Movimiento giratorio de la pieza			Agitar antorcha

Tabla 4 (Continuación)

Dar golpes constantes a la pieza en la lámina			Sostener antorcha
Sacudir pieza con la lámina			Agitar antorcha
Dar golpes constantes a la pieza en la lámina			Sostener antorcha
Sostener pieza en la lámina			Mover antorcha hacia la antorcha
Movimiento giratorio de la pieza			Agitar antorcha
Sacudir pieza con la lámina			Mover la antorcha hacia la caja de apoyo
Soltar pieza			Soltar antorcha

Global Flock 2019

Tabla 5 Diagrama Bimanual proceso de flocado con herramental

Mano izquierda	Símbolo	Símbolo	Mano derecha
Ociosa			Mover mano hacia antorcha
Ociosa			Sostener antorcha
Ociosa			Mover la antorcha hacia el herramental
Ociosa			Agitar antorcha alrededor de las dos piezas
Mover mano hacia el tubo			Agitar antorcha alrededor de las dos piezas
Dar suaves golpes con la palma de la mano al tubo			Agitar antorcha alrededor de las dos piezas
Dar suaves golpes con la palma de la mano al tubo			Mover antorcha hacia la caja de apoyo
Dar golpes con la palma de la mano al tubo			Soltar antorcha
Ociosa			Ociosa

Global Flock 2019

5. Resultados

5.1 Producción

En la tabla 6 se tiene el registro de la cantidad de piezas realizadas y el tiempo requerido para cada pieza, teniendo la producción de 10 piezas en 588,9 s, registrando como tiempo máximo 64,2 s y mínimo de 56,05 s.

Tabla 6 *Productividad de piezas muestras dadas por el proveedor*

Producción normal										
	RH-ASY-MS-B PILLAR					LH-ASY-MS-B PILLAR.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unidades										
procesadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiempo										
requerido (s)	56,05	57,46	59,04	62,4	56,25	59,17	64,2	56,3	59,2	58,83

	Total	
Total de unidades procesadas	10	
Total tiempo requerido (s)	588,90	Productividad
Promedio	58,89	2%

Fuente Propia 2019

En la tabla 7 se tiene el registro de la cantidad de piezas realizadas y el tiempo requerido para cada pieza implementando en el proceso el herramental propuesto teniendo la producción de 20 piezas en 415.81 s, registrando como tiempo máximo 42,33 s y mínimo de 40,77 s.

Tabla 7 *Productividad de piezas flocadas con el herramental*

Producción con herramental										
	RH-ASY-MS-B PILLAR					LH-ASY-MS-B PILLAR.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unidades										
procesadas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tiempo										
requerido (s)	40,7	41,6	42,5	41,2	42,3	41,2	40,8	41,24	42,12	41,7

	Total	
Total de unidades procesadas	20	
Total de tiempo requerido (s)	415,81	Productividad
Promedio	41,58	5%

Fuente propia 2019

Tabla 8 *Diferencia entre tiempo sin herramental y tiempo con herramental*

TSH: tiempo sin herramental
TCH: tiempo con herramental
TSH-TCH
173,09

Fuente propia 2019

De estos resultados se obtiene una productividad de 2% (tabla 6) y 5% (tabla 7), donde se evidencia un incremento de 3% en la productividad, dado por la cantidad de piezas teniendo incremento de hasta un 50% de piezas producidas a comparación del método tradicional y con una diferencia de 173,09 s en el tiempo del proceso tabla 8.

5.2 Transporte

En la tabla 9, 10 y 11 se tiene el recorrido de la cabina 1, con una distancia de 124 cm, 4 pasos, un promedio de tiempo de ida 2,68 s y tiempo de vuelta de 2,98 s, obteniendo un total de 5,66 s desde la cabina hasta la mesa donde se encuentran las piezas, dando un estimado de tiempo de recorrido de dos piezas aproximadamente de 11.33 s.

La cabina 2 tiene una distancia de 112.5 cm, 5 pasos, un promedio de tiempo de ida 2,49 s y tiempo de vuelta de 2,83 s. Obteniendo un total de recorrido de 5.32 s, dando un estimado de tiempo de recorrido de dos piezas aproximadamente de 10.64 s.

Al implementar el herramental dado que su diseño esta para flojar de a dos piezas se evidencia una reducción del tiempo de recorrido a la mitad, en la cabina 1 el tiempo total será de 5,66 s y la cabina 2 es de 5,32 s para dos piezas.

Tabla 9 *Distancia y pasos de recorrido desde la mesa de transito hasta la cabina 1 y cabina 2*

Transporte	Cabina 1	Cabina 2
Distancia (cm)	124	112.5
Pasos	5	4

Fuente propia 2019

Tabla 10 *Toma de tiempos y promedio de la mesa de transito hasta la cabina 1*

Cabina 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tiempo de ida (s)	2,7	3,8	2,4	2,8	3,0	2,3	2,7	2,0	2,7	2,2	2,0	3,0	2,3	2,3	2,7	2,7	2,7	2,5	3,1	2,7
Tiempo regreso (s)	3,0	2,7	2,3	2,2	2,7	3,8	3,1	3,6	3,6	2,8	2,7	2,2	2,5	3,0	2,96	2,65	3,39	3,3	3,15	3,75

Tabla 10 (Continuación)

	Promedio
	2,68
	2,98
Total Recorrido 1 pieza	5,66
Total Recorrido 2 pieza	11,33

Fuente propia 2019

Tabla 11 Toma de tiempos y promedio de la mesa de transito hasta la cabina 2

Cabina 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tiempo de ida (s)	2,3	2,2	1,8	2,5	2,4	2,7	1,9	2,2	2,3	2,7	2,7	2,2	3,1	2,1	3,2	2,7	2,0	2,6	2,5	2,7
Tiempo regreso (s)	3,9	2,7	3,3	2,9	3,5	3,1	2,41	2,9	2,33	2,9	3,02	2,55	2,65	2,29	2,16	2,23	3,07	2,28	3,51	2,65

	Promedio
	2,49
	2,83
Total Recorrido 1 pieza	5,32
Total Recorrido 2 pieza	10,64

Fuente propia 2019

5.3 Calidad de la pieza

Se pasan al área de calidad el día 3-julio-2019 piezas RMPRE 00020 RH-ASY-MS-B PILLAR de las cuales se tiene como piezas controladas 10, piezas ok 9 siendo un 90% y piezas No ok: 1 que corresponde a un 10%.

La causa de este porcentaje de rechazo se debe a que es una de las primeras piezas que se ingresan en el proceso con el herramental y presenta como defecto EFF (Falta de flock) debido a que se implementa una ruta para flocar.

El día 4-julio-2019 piezas RMPRE 00019 LH-ASY-MS-B PILLAR de las cuales se tiene como piezas controladas 10, piezas ok 10 siendo un 100% y piezas No ok: 0.

Dado los resultados de la figura 53 el total de piezas verificadas por calidad son 20. De las cuales las piezas ok fueron 19 siendo un 95%, piezas No ok 1 que corresponde a un 5%.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PZAS. CONTROLADAS	RE TRABAJOS OK	RE TRABAJOS NO OK	PIEZAS OK	PIEZAS NO OK	% NO OK	EFF
RMPRE 00020	RH-ASY-MS-B PILLAR							
	total	10	-	-	9	1	10%	1
RMPRE 00019	LH-ASY-MS-B PILLAR							
	total	10	-	-	10	-	-	

Figura 59. Registro de inspección diaria por turno.
Global flock 2019

5.4 Diagrama del lugar de trabajo

Las cabinas tienen medidas de 155 cm x 110.5 cm, en la figura 51 la pieza está a una distancia de 19 cm, la antorcha 64 cm y el flock 77 cm. En la figura 52 la distancia aproximada del herramental y la pieza es de 13 cm, el tubo de PVC esta desde el punto de referencia hasta la parte superior a 35 cm, la antorcha 4 cm y el flock a 77 cm.

5.5 Movimientos

Teniendo en cuenta la tabla 4 y 5, se tiene el resumen de la tabla 4 de los movimientos del proceso normal

Resumen mano izquierda		Resumen mano derecha	
	2		0
	2		4
	2		4
	8		5
Total	14	Total	13

Figura 60. Resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado normal.
Fuente propia 2019

Y el resumen de la tabla 5 de los movimientos del proceso con herramental

Resumen mano izquierda		Resumen mano derecha	
	5		1
	1		2
	0		2
	3		4
Total	9	Total	9

Figura 61. Resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado con herramental.
Fuente propia 2019

De la figura 60 resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado normal se tiene de la mano derecha 2 esperas (ocioso), 2 transportes, 2 sostenimientos y 8 operaciones, de la mano izquierda 0 esperas (ocioso), 4 transportes, 4 sostenimientos y 5 operaciones.

En figura 61 resumen de Diagrama Bimanual proceso de flocado con herramental se tiene de la mano derecha 5 esperas (ocioso), 1 transportes, 0 sostenimientos y 3 operaciones, de la mano izquierda 1 esperas (ocioso), 2 transportes, 2 sostenimientos y 4 operaciones.

Comparando estos dos diagramas en la mano derecha en el proceso de flocado normal se tiene 14 movimientos en total, en la mano derecha con herramental es de 9 teniendo una diferencia de 5 movimientos menos en la operación de flocado.

En la mano izquierda en el proceso de flocado normal se tiene 13 movimientos en total, en la mano izquierda con herramental es de 9 teniendo una diferencia de 4 movimientos menos en la operación de flocado.

6. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto se da mediante el análisis del proceso, enfocado en una pieza realizada en la línea 3.

Principalmente se identificó el problema y se establecieron los objetivos para ejecutar una mejora en una de las operaciones como el método de flocado por medio de la propuesta de un herramental donde se evalúa la productividad, la calidad de las piezas y la ergonomía, mediante los indicadores propuestos y evaluados en el plan piloto.

De este proyecto se cumplió los cinco objetivos y de lo cual se puede concluir.

- El herramental establecido para este tipo de pieza es el diseño 2, en este modelo la cantidad de piezas a flocar son dos, ya sea RH o LH, desarrollando una ruta de flocado que disminuye el tiempo del proceso mediante vibraciones constantes y la cantidad de cargar de la antorcha debido a que se tiene un almacenaje de flock en el interior del herramental.
- El herramental debe cumplir con tener en la parte de atrás 8 resorte de los cuales en la parte inferior deben ser 2 cm más altos para mantener el almacenaje de flock en la parte superior, los tubos que van en la mitad de la pieza deben tener una altura 3 cm más alto desde la pieza para evitar que se salgan las piezas en el momento de la vibración.

- El punto clave de que la pieza no presente EFF o EFA depende de que la pieza inicialmente debe ser espolvoreada desde lejos y con un constante movimiento de vibración.
- Se propone dos piezas en el herramental debido a que la aplicadora de adhesivo solo puede generar esa cantidad de piezas para dos flocadores es un tiempo determinado, evitando exceso o falta de adhesivo.
- El operario realiza solo una trayectoria, donde lleva las dos piezas a la misma vez desde la mesa de transito hasta la cabina de aplicación, reduciendo un transporte, tiempo y la fatiga del colaborador.
- Al establecer en el herramental un almacenaje de flock y la ruta de flocado, genera que el tiempo de flocado sea más rápido debido a que solo se hace uso de una carga en la antorcha para dos piezas, anteriormente por pieza se consumía la capacidad completa de la antorcha.
- Al implementar el herramental en el proceso exactamente en la operación de flocado se obtiene una mayor productividad debido a que se incrementa un 50% en las unidades procesadas y se reduce el tiempo en la operación por la cantidad de piezas que permite flocar el herramental, estos factores ayudan a reducir el tiempo desde que el operario toma la pieza hasta que la pieza es flocada.
- Al tener el herramental una lámina de apoyo, una constante vibración y una ruta de flocado se tiene un proceso más definido, lo cual ayuda a reducir los defectos como EFF y EFA en las piezas, aproximadamente de 20 piezas se obtuvo un 95% de piezas que cumplen con lo establecido por calidad.
- En relación de los colaboradores, el proceso y el herramental se tiene un beneficio en la reducción de movimientos, en el flocado normal cada pieza es sostenida y golpeada por el movimiento generado con la mano del operario, en el herramental, el operario no sostiene

ninguna pieza con la mano, debido a que las piezas debe encajar en los insertos que tiene en la lámina y la vibración es generada con la fuerza del operario por medio de golpes con la palma de la mano y los resortes generando mayor rebote.

- Para este herramental se propone que el material de los laterales se rellene de poliuretano o las láminas sean de polietileno con el fin de no de toques al operario en el momento de pasar la antorcha.
- Se recomienda una antorcha más grande con el fin de que la carga sirva para dos usos en el herramental, esto quiere decir una carga para 4 piezas.
- Se propone que la mesa donde se colocan las piezas con adhesivo debería de estar en un punto intermedio entre las cabinas de flocado la cabina de aplicación de adhesivo.

7. Referencias Bibliográficas

- [1] S. I. d. F. S. Sifloc, «Sifloc, Sistemas Integrales de Flocado, S.L.», 2017. [En línea]. Available: <https://www.sifloc.com/qu%C3%A9-es-el-flocado/>. [Último acceso: 19 06 19].
- [2] S. L. I. y. Cualificación, «S. L. Innovación y Cualificación,» de *Prevención de riesgos profesionales y seguridad en el montaje de instalaciones solares*, Malaga , ENAE0108. Malaga: IC Editorial. , 2017, p. P 142.
- [3] I. Flocking, «Grupo CHT,» 2019. [En línea]. Available: https://www.cht.com/cht/web.nsf/id/pa_flocado-tecnico-industrial.html. [Último acceso: 19 Grupo CHT. (2019). Industrial Flocking . 19/06/19, de CHT Solutions Sitio web: 06 19].
- [4] G. W. A. Leyensetter, «Tecnología de los oficios metalúrgicos,» vol. Volumen 3, nº ., p. p 234. , 2009.
- [5] F. J. M. Columbrí, «materiales de alta tecnología,» de *Materiales y procesos avanzados*, Madrid, España, Editorial CSIC - CSIC Press. Última Versión, ., 2010, pp. pp 91-94.
- [6] Á. T. Perez Rodriguez, E. Ferras Santiesteban y M. y. F. S. J. M. Perez Perez, «caracterización y propiedades de nylons,» *Rev Cub Quim*, vol. vol.26, pp. pp.166-180., 2014.
- [7] R. Macy, Química orgánica simplificada, Cdmx, México: Última edición, p 103, 2010.
- [8] «INDUSTRIAS TAK,» Flocado, 2019. [En línea]. Available: <http://industriastak.es/portfolio/flocado/>. [Último acceso: 20 06 2019].
- [9] F. A. o. Europe, « Flock Association of Europe,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.flock.de/en/this-is-flock/the-history-of-flocking>. [Último acceso: 20 06 2019].
- [10] A. V. Miranda, «La industria automotriz en México,» Scielo, Mexico, 2009.
- [11] S. M. Ramírez, «industria de autoparte,» de *Comercio Exterior*, Mexico, 2013, pp. 3, 4..

- [12] M. y. V. R. Galindo, «Productividad» en Serie de Estudios Económicos,» vol. 1, México DF: México, 2015.
- [13] J. Zambrano, «Productividad,» 28 05 2014. [En línea]. Available: <http://juli1194.blogspot.com/>.
- [14] D. F. Betancourt, «Ingeniero empresa,» Productividad: Definición, medición y diferencia con eficacia y eficiencia, 27 05 2017. [En línea]. Available: www.ingenioempresa.com/productividad.
- [15] P. t. d. l. f. m. KLEMS, «INEG,» Mexico, 2014.
- [16] INEGI, «Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra,» INEGI, 2015.
- [17] W. E. Forum, «Bridging the Skills and Innovation Gap to Boost Productivity in Latin America: The Competitiveness Lab: A World Economic Forum Initiative,» 2015.
- [18] OECD, «Perspectives on Global Development,» 2014.
- [19] I. L. Organization., «Global Wage Report 2012/13: Wages and equitable growth,» 2013.
- [20] C. Syverson, «What Determines Productivity? Journal of Economic Literature,» 2011.
- [21] E. Orozco, «Plan demejora para incrementar la productividad.,» 2016. [En línea]. [Último acceso: 21 06 19].
- [22] E. Gomez, « Eficiencia Eficacia Y productividad,» 2017. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/11994269/Eficiencia_Eficacia_Y_productividad?auto=download. [Último acceso: 23 06 2019].
- [23] J. N. Herrera, «Introducción a la calidad,» 2017. [En línea]. Available: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/infodir/introduccion_a_la_calidad.pdf. [Último acceso: 23 06 2019].
- [24] M. Márquez, «En Los sistemas de producción y la ergonomía,» Redalyc, Venezuela, 2012.

- [25] W. L. y. J. Vedder, «Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>. [Último acceso: 23 06 2019].
- [26] J. Torres, «Diseño asistido por ordenador.,» Universidad de Granada, 2010. [En línea]. Available: <https://lsi.ugr.es/~cad/teoria/Tema1/resumentema1.pdf>. [Último acceso: 23 06 19].
- [27] Solidworks, « introducción a solidworks,» 2015. [En línea]. Available: https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_ES.pdf. [Último acceso: 24 06 19].