



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**VISUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES ENFOCADAS
A EFICIENCIA Y CALIDAD PARA REAR COVER EN LOS MODELOS
G20 Y G42 DE BMW**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES**

**PRESENTA:
EMMANUEL PACHECO PEÑA**

**NOMBRE DEL ASESOR:
LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO**



APIZACO, TLAX., OCTUBRE 2024



Apizaco, Tlaxcala, 29/febrero/2024

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De Oficio: I.E.E. /286/2024

Asunto: Proyecto viable para Titulación Integral

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ
DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
P R E S E N T E.

AT'N: Jaime Alberto Elizalde Olin
Jefe del Depto. de Ing. Eléctrica y Electrónica

Por este medio, el que suscribe, en carácter de Asesor Interno del Proyecto de Investigación que a continuación se describe

Nombre del Egresado:	EMMANUEL PACHECO PEÑA
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. de Control:	18370867
Nombre del Proyecto:	"VISUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES ENFOCADAS A EFICIENCIA Y CALIDAD PARA REAR COVER EN LOS MODELOS G20 Y G42 DE BMW"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL POR RESIDENCIA PROFESIONAL

Hace constar que el mencionado proyecto cumple con los requisitos para la opción de Titulación Integral Informe de residencia profesional. A su vez, hago la solicitud para que se elabore la documentación correspondiente con la finalidad de que el estudiante continúe con su proceso de titulación.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes, enviando un cordial saludo.

ATENTAMENTE

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Luis Ervey Sánchez Sampedro
Asesor de Proyecto para Titulación

c.c.p.. Asesor
c.c.p. Egresado
c.c.p. Archivo



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 145, e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE Tlaxcala



Apizaco, Tlaxcala, 27/septiembre/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**PACHECO PEÑA EMMANUEL
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
CON NÚMERO DE CONTROL 18370867
PRESENTE**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIAS PROFESIONALES** cuyo tema es: **VISUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES ENFOCADAS A EFICIENCIA Y CALIDAD PARA REAR COVER EN LOS MODELOS G20 Y G42 DE BMW.** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

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



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 142, e-mail: dep@apizaco.tecnm.mx



2024

**Felipe Carrillo
PUERTO**

GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN
GOBIERNO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Carmen Peña Alonzo y Tomas Pacheco Hernández, por su inquebrantable apoyo a lo largo de mi trayectoria académica y personal. Han sido el pilar fundamental que me ha impulsado a perseguir mis metas y afrontar los desafíos con determinación. Su amor, aliento y sacrificio han sido el motor que me ha permitido concentrarme en mis estudios y perseverar ante las adversidades.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a mi asesor interno, el Maestro Ervey Sánchez Sampedro, y a mi asesor externo, el Lic. Christian Jahel Martínez Torres, por su dedicación, orientación y paciencia durante el desarrollo de mis residencias profesionales. Sus consejos, correcciones y guía fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

Quiero expresar mi gratitud a todos mis profesores, quienes con su pasión y compromiso transmitieron los conocimientos fundamentales que hoy me permiten estar en este punto de mi carrera. Sus enseñanzas han sido la base sobre la cual he construido mi formación académica y profesional. Agradezco su dedicación y entrega, que trascienden más allá del aula y dejan una huella perdurable en mi aprendizaje.

A todos mis amigos y compañeros, quiero agradecerles por compartir toda esta travesía conmigo. Sus palabras de aliento, colaboración y amistad han enriquecido mi experiencia universitaria y han hecho más llevaderos los desafíos.

Por último, pero no menos importante, deseo expresar mi sincero agradecimiento al Instituto Tecnológico de Apizaco por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y por todas las oportunidades y experiencias que me ha brindado, las cuales han sido fundamentales en mi desarrollo académico y profesional.

Sin el apoyo y contribución de todas estas personas, este logro no habría sido posible. Mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por su invaluable aporte a mi formación y crecimiento personal y profesional. ¡Gracias!

RESUMEN

El sector automotriz continúa enfrentando el desafío de equilibrar eficientemente la producción con el mantenimiento de altos estándares de calidad. En este contexto, el presente proyecto se lleva a cabo en Specialized Quality Services, donde se propone la visualización e implementación de acciones enfocadas en la eficiencia y calidad del ensamblaje del Rear Cover para vehículos BMW, específicamente los modelos G20 y G42. Se fundamenta en la aplicación de conocimientos adquiridos en gestión de calidad y control estadístico de procesos, con el objetivo de mejorar la productividad y cumplir con los estándares de calidad establecidos.

El proyecto aborda la ausencia de un instructivo detallado para la operación GP-12 en el sistema de ayudas visuales de la estación de trabajo, así como la implementación de mejoras en el área de ensamblado de Rear Cover. Se exploran estrategias para la mejora continua, buscando incrementar el número de piezas producidas por hora y mantener la integridad de los estándares de calidad.

Se consideran las sugerencias del equipo y del personal relacionado, así como actividades complementarias para optimizar el proceso de producción. La implementación de las propuestas se realiza mediante un enfoque colaborativo, involucrando al personal de Specialized Quality Services y a Cosma Magna. El proyecto culmina con recomendaciones y estrategias aplicables para futuras mejoras en procesos similares dentro de la organización.

Este proyecto ofrece una visión integral de la mejora continua en el ensamblaje del Rear Cover, destacando la importancia de la colaboración interdepartamental y la adaptación de mejores prácticas para alcanzar mayores niveles de eficiencia y calidad en la industria automotriz.

INDICE GENERAL

PRELIMINARES

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN	5
GENERALIDADES DEL PROYECTO	12
INTRODUCCIÓN	12
INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
OBJETIVOS	16
JUSTIFICACIÓN	17
MARCO TEORICO.....	18
1.- HISTORIA DEL AUTOMOVIL.....	18
1.1.- Antecedentes del automóvil.....	19
1.2.- ¿Por qué fue creado el automóvil?	19
1.3.- Origen del Automóvil.....	20
1.4.- Inicio de la Industria Automovilística.....	24
1.5.- El futuro del automóvil	26
2.- INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO Y PRODUCCION DE VEHICULOS	26
2.1.- Producción y exportación nacional de vehículos ligeros	28
2.2.- Empleo y PIB en la industria automotriz.....	28
2.3.- México dentro de la producción mundial de vehículos.....	29
2.4.- Plantas Automotrices en México	30
2.5.- Calidad en la industria Automotriz	31
3.- BMW	32
3.1.- BMW en México.....	32
3.2.- BMW – Aumento de Producción en México.....	33
4.- CARROCERIA DEL AUTOMOVIL	34
4.1.- La carrocería y su evolución.....	35
4.2.- Materiales para la carrocería del automóvil.....	37
4.3.- Tipos de carrocería.....	38
4.4.- Partes de la carrocería	40
4.5.- Estampado: ¿Como Influye en la fabricación de coches?.....	43
5.- NORMA ISO 9001:2015	45

5.1.- Principios de la gestión de la calidad	47
5.2.- Enfoque a procesos	48
5.3.- Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar	49
5.4.- Pensamiento basado en riesgos.....	50
6.- SERVICIO DE CONTENCIÓN DE PRODUCCIÓN TEMPRANA GP-12	50
6.1.- Propósitos vitales del servicio GP-12	51
7.- METODOLOGIAS APLICADAS.....	51
7.1.- Mejora continua.....	51
7.2.- Estandarización	56
7.3.- Mapeo de Procesos.....	60
7.4.- Diagrama de Ishikawa	66
7.5.- Gestión Visual.....	68
7.6.- Estudio de Tiempos.....	70
7.7.- Justo a Tiempo	72
DESARROLLO	73
8.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	73
8.1.- ¿Cómo es el flujo y proceso de material para el ensamblaje del Rear Cover?	73
8.2.- Criterios a evaluar durante la inspección del ensamble de Rear Cover	75
8.2.1.- Criterios a evaluar para ensamble de Rear Cover G20	75
8.2.2.- Criterios a evaluar para ensamble de Rear Cover G42	76
8.3.- Desempeño del área de ensamble de Rear Cover	77
8.3.1.- Rate por hora	77
8.3.2.- Análisis de tiempos muertos.....	78
8.3.3.- Primeras debilidades detectadas en el área de ensamble de Rear Cover	80
8.4.- Diagrama de Ishikawa	81
8.4.1.- Análisis de causas a través del diagrama de Ishikawa	82
8.4.1.1.- Materiales	82
8.4.1.2.- Mano de Obra	82
8.4.1.3.- Medición	83
8.4.1.4.- Medio ambiente.....	83
8.4.1.5.- Método	84
8.4.1.6.- Máquina	84
8.5.- Primera medición de tiempo en proceso de inspección.....	84

8.5.1.- Pasos genéricos sugeridos para la inspección del ensamblado final del Rear Cover	85
8.5.2.- Estudio de tiempos con los pasos genéricos sugeridos para la inspección con 3 muestras.....	87
8.6.- Análisis de las demoras para el inspector de calidad en el area Rear Cover	90
8.6.1.- Diagrama de flujo para el proceso de inspección de Rear Cover modelo G20.....	91
8.6.2.- Diagrama de flujo para el proceso de inspección de Rear Cover modelo G42.....	93
8.6.3.- Demoras principales a evaluar en la inspección de piezas	96
8.6.4- Identificación general de tiempos muertos en toda la línea de ensamble.....	96
RESULTADOS	98
9.- Resultados, planos, gráficas, prototipos, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros.....	98
9.1.- Ensamble Final	98
9.2.- Estrategias para el incremento de eficiencia y calidad:	100
9.2.1.- Implementación de un sistema de gestión de calidad:	100
9.2.2.- Optimización de procesos manuales:	105
9.2.3.- Optimización en la organización y secuencia de operaciones:	106
9.2.4.- Capacitación continua del personal:	108
9.2.5.- Mejora de la comunicación y colaboración intrapersonal:	109
9.2.6.- Aprovechamiento de tiempos muertos:	110
9.3.- Resultados de la implementación de estrategias	111
9.4.- Estudio de tiempos con estrategias implementadas	112
9.4.1.- Estudio de tiempos para Rear Cover G20 después de la implementación de estrategias	114
9.4.2- Estudio de tiempos para Rear Cover G20 después de la implementación de estrategias	115
9.4.3- Observaciones generales del nuevo método.....	116
9.5.- Estandarización del rate por hora de inspección.....	117
CONCLUSIONES	119
COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y APLICADAS	120
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	121
ANEXOS	125
1.- MANUAL DE INSPECCIÓN E INTRODUCCIÓN EN EL AREA DE ENSAMBLE DE REAR COVER (PARA G20 Y G42 DE BMW)	125
• INSTRUCCIÓN DE INSPECCIÓN EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE REAR COVER DE COSMA	128
2.- HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR (HOE) GP12	141

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Organigrama General de Specialized Quality Services (SQS)	14
Ilustración 2 - Ubicación de la Planta: “Magna: Cosma San Luis” en el estado de San Luis Potosí	14
Ilustración 3 - Rear Cover G20 & G42 (BMW)	15
Ilustración 4 - Inspección de ensamble en ST - GP12 REAR COVER	15
Ilustración 5 - El auto a vapor tenía el inconveniente de mantener la caldera caliente.....	20
Ilustración 6 - El Benz Patent-Motorwagen, de 1885, considerado el primer automóvil de la historia	22
Ilustración 7 - El automóvil eléctrico era más silencioso y menos pesado que las máquinas de vapor	23
Ilustración 8 - Industria Automotriz en México	27
Ilustración 9 - Contribución de México a la producción mundial y producción de México destinada a la exportación	28
Ilustración 10 - Representación de los Índices de empleos y PIB en 2021	29
Ilustración 11 - Producción (Unidades) de vehículos ligeros a nivel mundial de 2010 al 2021	29
Ilustración 12 - Mayores productores de vehículos por años.....	30
Ilustración 13 - Mayores productores de vehículos por años.....	30
Ilustración 14 - BMW Serie 3 (Séptima Generación) & BMW Serie 2 Coupé (Segunda Generación)	32
Ilustración 15 - Línea de Ensamblaje de BMW	33
Ilustración 16 - ¿Cómo se ve la carrocería de un automóvil?	34
Ilustración 17 - Muchos de los primeros vehículos en la historia contaban con carrocería de madera	35
Ilustración 18 - Comparación de la resistencia aerodinámica al avance sobre diferentes vehículos.....	36
Ilustración 19 - Ejemplares de carrocería de Acero y carrocería de Aluminio	38
Ilustración 20 - Clasificación según el volumen	39
Ilustración 21 - Carrocería General de un automóvil.....	41
Ilustración 22 Panel de Rear Cover para BMW Serie 2 Coupé.....	42
Ilustración 23 Rear Cover ensamblado en BMW Serie 3 (Séptima Generación)	43
Ilustración 24 - Las bobinas de metal utilizadas para el estampado pueden ser de múltiples tamaños, materiales y grosores.	44
Ilustración 25 - Un automóvil cuenta con numerosas piezas estampadas.....	45
Ilustración 26 - Logo y certificación de la norma ISO 9001:2015.....	46
Ilustración 27 - Representación esquemática de los elementos de un Proceso.....	49
Ilustración 28 - Inspectores de Calidad bajo el servicio GP-12	51
Ilustración 29 - Proceso de mejora continua	52
Ilustración 30 - Sub metodologías de Six Sigma: DMAMC y DMADV.....	54
Ilustración 31 - Principios básicos de la metodología Lean.....	55
Ilustración 32 - Estandarización de procesos	58
Ilustración 33 - Representación de un Diagrama de Análisis de Procesos o Corsograma	65
Ilustración 34 - Representación visual del diagrama de Ishikawa. (Metodología de las 6M)	66
Ilustración 35 - 5S como herramienta de Gestión Visual	69
Ilustración 36 - Requisitos básicos para realizar estudios de tiempos exitosos	71
Ilustración 37 - Diagrama de Ishikawa de las causas por las que existe Incumplimiento con el rate por hora ideal y mínimo aceptado en ensamble de Rear Cover	81
Ilustración 38 - Inspección del ensamblado final de Rear Cover (G42)	85

Ilustración 39 - Parte trasera y frontal del ensamble final de Rear Cover G20.....	98
Ilustración 40 - Parte frontal y trasera del ensamble final de Rear Cover G42.....	99
Ilustración 41 - Rear Cover (G20) ensamblado en BMW Serie 3 (Séptima generación)	99
Ilustración 42 - Manual de inspección ubicado en Anexo 1 y 2	100
Ilustración 43 - Supervisión y capacitación de nuevos inspectores	100
Ilustración 44 - Zonas inspeccionadas en ensamble de Rear Cover	104
Ilustración 45 - Áreas críticas en Rear Cover Support.....	104
Ilustración 46 - Adelanto de formatos en momentos oportunos	105
Ilustración 47 - Revisión continua de herramientas de trabajo. Consulte el inventario completo de materiales en Anexo 1.....	106
Ilustración 48 - Solicitar cambios de área siempre que se presente la oportunidad contribuye al desarrollo profesional de cada inspector.....	106
Ilustración 49 - Rutas para evitar congestionar las áreas más transitadas.....	107
Ilustración 50 - Correcto llenado de formatos de inspección. Consulte Anexo 1 para más información..	107
Ilustración 51 - Capacitación constante de personal a través de pequeñas pláticas antes de iniciar turno	108
Ilustración 52 - Reunión de equipo de inspectores para revisión y discusión de progreso.....	109
Ilustración 53 - El mejor lugar para dialogar siempre será en nuestras respectivas estaciones de trabajo	110
Ilustración 54 - Mantenimiento a la estación de trabajo del área en tiempo muerto	111
Ilustración 55 - Comparación de producción con y sin estrategias aplicadas en primer turno	111
Ilustración 56 - Comparación de producción con y sin estrategias aplicadas en segundo turno	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Simbología de la Norma ISO en diagramas	61
Tabla 2 - Simbología de un diagrama de flujo	63
Tabla 3 - Recopilación de simbología que se ocupara más adelante para el desarrollo del proyecto	64
Tabla 4 - Rate por hora ideal para el área de ensamblado de Rear Cover	77
Tabla 5 - Rate por hora mínimo aceptable para el área de ensamblado de Rear Cover	78
Tabla 6 - Actividades realizadas por un inspector de calidad y tiempo muerto generado durante el 1° turno.....	79
Tabla 7 - Actividades realizadas por un inspector de calidad y tiempo muerto generado durante el 2° turno.....	79
Tabla 8 - Estudio de tiempos con “Inspección genérica sugerida” para Assembly Rear Cover G20.....	88
Tabla 9 - Estudio de tiempos con “Inspección genérica sugerida” para Assembly Rear Cover G42.....	89
Tabla 10 - Diagrama de flujo para Assembly Rear Cover G20. Diagnóstico de Demoras en el proceso.....	91
Tabla 11 - Diagrama de flujo para Assembly Rear Cover G42. Diagnóstico de Demoras en el proceso.....	93
Tabla 12 - Condiciones no permitidas por el cliente	101
Tabla 13 - Estudio de tiempos con “Inspección Optimizada” para Assembly Rear Cover G20.....	114
Tabla 14 - Estudio de tiempos con “Inspección Optimizada” para Assembly Rear Cover G42.....	115
Tabla 15 - Tabla comparativa entre los tiempos medidos con el método de antiguo (Inspección Genérica sugerida) y el método nuevo (Inspección Optimizada) para el inspector de calidad nuevo.	116
Tabla 16 - Tabla comparativa entre los tiempos medidos con el método de antiguo (Inspección Genérica sugerida) y el método nuevo (Inspección Optimizada) para el inspector de calidad con experiencia.....	117
Tabla 17 - Obtención del rate por hora para los dos modelos de Rear Cover con datos del nuevo método.	118

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se caracteriza por su constante evolución y búsqueda de la excelencia en todos los aspectos de producción. Debido a ello, la eficiencia y la calidad se erigen como pilares fundamentales para el éxito y la competitividad de las empresas del sector. El presente proyecto se enfoca en abordar los desafíos específicos relacionados con el ensamblaje del Rear Cover en los modelos G20 y G42 de BMW, con el objetivo de optimizar los procesos y garantizar estándares de calidad superiores.

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de identificar y resolver los obstáculos que impactan la eficiencia y calidad en el proceso de ensamblaje del Rear Cover. A pesar de los avances tecnológicos y los estándares de calidad establecidos, persisten desafíos que pueden afectar tanto la satisfacción del cliente como la competitividad de la empresa en el mercado. Por lo tanto, esta investigación se propone abordar estas problemáticas de manera integral, mediante la aplicación de metodologías y herramientas específicas de gestión de calidad.

Specialized Quality Services (SQS), la empresa donde se desarrolla este proyecto, es una compañía especializada en ofrecer servicios de calidad e inspección específicamente diseñados para la industria automotriz. Su enfoque principal reside en satisfacer las necesidades y objetivos de sus clientes. Para garantizar la excelencia en sus operaciones, SQS proporciona un riguroso soporte técnico que se implementa tanto antes como durante la prestación de sus servicios. Con este enfoque se tiene como objetivo evitar la ocurrencia, realización y transmisión de no conformidades al proceso o cliente siguiente.

Este proyecto se enmarca en mi formación académica en Ingeniería en Sistemas Automotrices, donde he adquirido conocimientos y habilidades relevantes. Representa una oportunidad para aplicar estos conocimientos en un entorno industrial real y contribuir activamente a la mejora de los procesos en Cosma Magna por medio de SQS.

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

DATOS DE LA EMPRESA: Specialized Quality Services (SQS)

Desde 2013 Specialized Quality Services es una empresa dedicada a proveer servicios de soporte para la industria automotriz en México. Sus servicios están totalmente enfocados al cliente con el propósito de satisfacer sus necesidades y sus expectativas para contribuir al logro de sus objetivos. Proveen soluciones rápidas y efectivas a un costo competitivo las 24 horas los 7 días de la semana los 365 días del año.

- **MISIÓN**

Proveer a nuestros clientes de información confiable que les permita tomar decisiones apropiadas y oportunas al mismo tiempo que nos preocupamos por mejorar y crecer en nuestras áreas de negocio, ser una empresa competitiva de primer nivel en el ramo automotriz.

- **VISIÓN**

Ofrecer soporte de acuerdo con las necesidades del cliente para contribuir con las organizaciones de manufactura del sector automotriz, en el área de mejora de procesos y sistema de calidad, basados en nuestro conocimiento y experiencia, para ser una compañía eficaz y eficiente.

- **POLÍTICA DE CALIDAD**

En Specialized Quality Services ofrecemos servicios de inspección, retrabajos y soporte de ingeniería a empresas del sector automotriz en la república mexicana a través del cumplimiento oportuno de nuestros objetivos de calidad por lo que todos nos comprometemos a:

- 1.- Satisfacer los requisitos de nuestros clientes, las partes interesadas y los aplicables de la norma ISO 9001-2015.
- 2.- Mejorar continuamente nuestro sistema de gestión de la calidad.

- **ORGANIGRAMA**

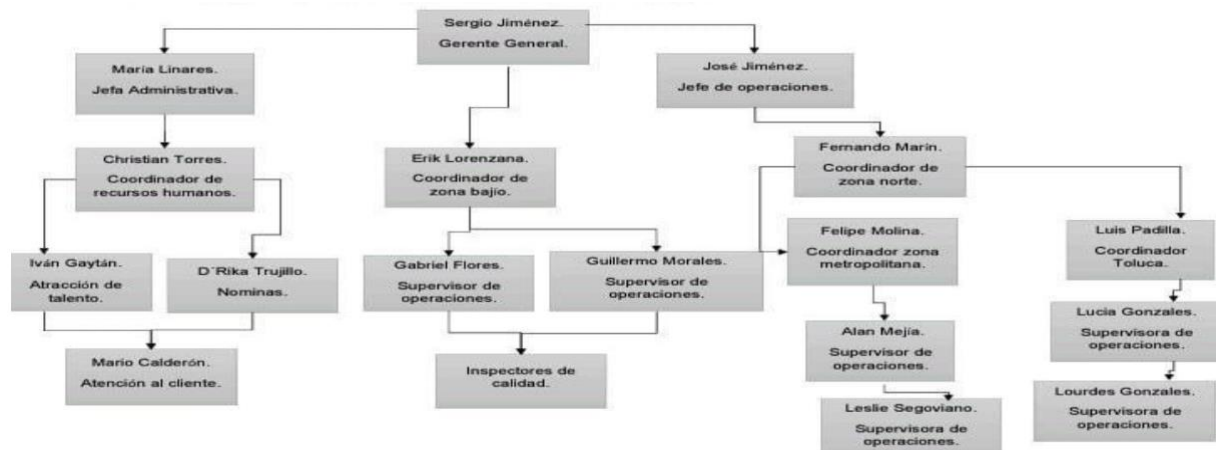


Ilustración 1 - Organigrama General de Specialized Quality Services (SQS)

- **UBICACIÓN**

Domicilio: Cima 1, Atlanta, C. P. 54740, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Teléfono: +52 56 4159 8982

RFC: VAOE581210II3

SQS presta servicios de calidad e inspección a la empresa “Magna: Cosma San Luis”, ubicada en *Avenida Houston S/N, C.P 79526, Logistic Park, Villa de Reyes, San Luis Potosí*, donde se llevaron a cabo mis residencias profesionales.

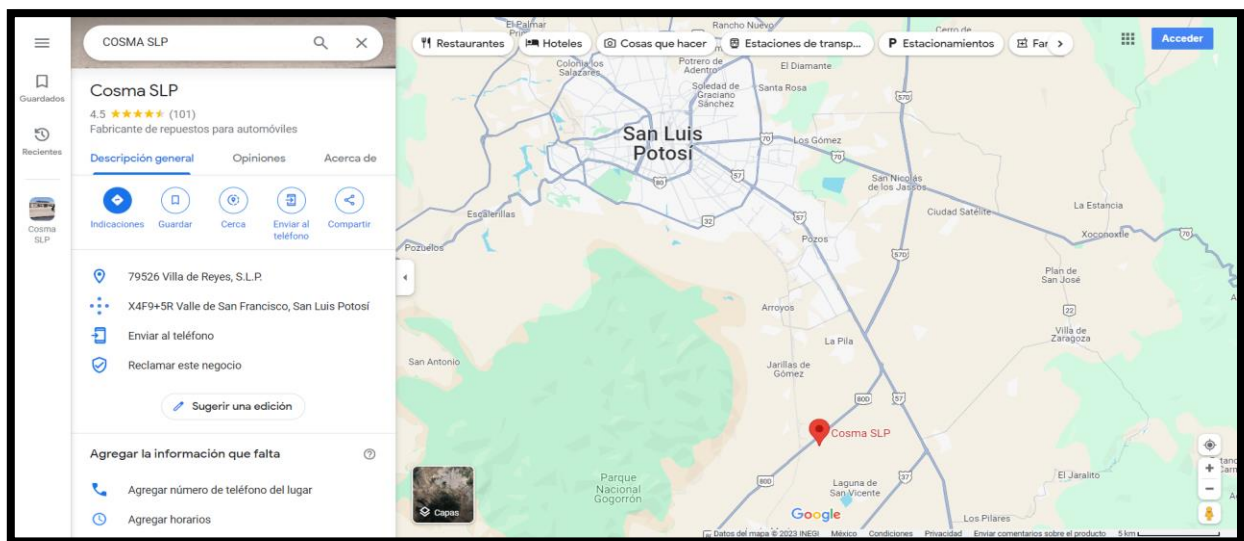


Ilustración 2 - Ubicación de la Planta: “Magna: Cosma San Luis” en el estado de San Luis Potosí

PUESTO Y AREA DE TRABAJO

Área de Trabajo: ENSAMBLE - REAR COVER G20 & G42 (BMW)



Ilustración 3 - Rear Cover G20 & G42 (BMW)

Puesto: Inspector de Calidad en Estación GP12 de Rear Cover (ST-GP12 Rear Cover)



Ilustración 4 - Inspección de ensamble en ST - GP12 REAR COVER

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de ensamblaje del Rear Cover en los modelos G20 y G42 de BMW enfrenta diversos desafíos que obstaculizan la eficiencia y la calidad del producto final. Entre estos desafíos se incluyen tiempos muertos en la producción, malas prácticas por parte del equipo de trabajo y criterios de inspección no definidos adecuadamente. Estos factores pueden generar retrasos en la producción, defectos en los productos y, en última instancia, afectar la percepción del cliente sobre la marca.

En este sentido, resulta imperativo abordar estas problemáticas de manera sistemática y efectiva, con el fin de optimizar los procesos de ensamblaje y garantizar estándares de calidad consistentes en la producción de Rear Cover para los modelos G20 y G42 de BMW. La identificación y solución de estos problemas no solo contribuirá a mejorar la competitividad de la empresa en el mercado automotriz, sino que también fortalecerá la relación con el cliente y reafirmará el compromiso con la excelencia en la producción.

OBJETIVOS

• OBJETIVO GENERAL

Visualizar e implementar acciones dirigidas a mejorar la eficiencia y calidad en el proceso de ensamblaje del rear cover en los modelos G20 y G42 de BMW, a través de la aplicación de metodologías y herramientas de gestión de calidad. Asimismo, se busca asegurar la coherencia y consistencia en la producción, garantizando así la satisfacción del cliente y fortaleciendo la posición competitiva de la empresa en el mercado automotriz.

• OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir los tiempos de inspección y liberación de piezas ensambladas dependiendo en el tipo de modelo de Rear Cover.
- Detectar y disminuir los tiempos muertos en el área.

- Evaluar y optimizar el flujo de trabajo en el área para la propuesta de mejoras.
- Añadir un conjunto de ayudas visuales que permitan distinguir condiciones permitidas o no por el cliente.
- Añadir un nuevo método de inspección.
- Proponer mejoras laborales que ayuden a aumentar el rate por hora.
- Estandarizar una nueva relación hora por hora en base al tiempo que ocupa el inspector.
- Fomentar el autodidactismo en los integrantes de equipo.
- Proponer un instructivo de inspección del Rear Cover ensamblado.

JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto encuentra su fundamentación en la necesidad imperante de mejorar los procesos de ensamblaje en la industria automotriz, particularmente en lo que respecta al Rear Cover de los modelos G20 y G42 de BMW. Dicha necesidad surge a raíz de la constante evolución y exigencia del mercado, donde la competitividad se define no solo por la calidad del producto final, sino también por la eficiencia en su fabricación. En este sentido, abordar los desafíos identificados en el proceso de ensamblaje no solo representa una oportunidad para optimizar la producción en Cosma Magna, sino también para fortalecer su posición como proveedor de confianza para BMW y otras marcas líderes en la industria.

Además, la implementación de acciones enfocadas en la eficiencia y calidad del ensamblaje del Rear Cover no solo beneficia a la empresa en términos de competitividad y rentabilidad, sino que también tiene un impacto directo en la satisfacción del cliente. La mejora en la calidad del producto final garantiza una experiencia más satisfactoria para los usuarios finales, fortaleciendo así la reputación de la marca y fomentando la fidelización de los clientes. Asimismo, al reducir los tiempos muertos y optimizar los procesos, se incrementa la capacidad de respuesta de la empresa ante las demandas del mercado, permitiéndole adaptarse de manera más ágil a las fluctuaciones de la demanda y a los cambios en las preferencias de los consumidores.

MARCO TEORICO

El marco teórico del presente proyecto se fundamenta en diversos aspectos clave que abarcan la historia del automóvil, destacando su evolución desde los primeros modelos hasta la actualidad. Se analiza también el papel de México en la producción de automóviles, examinando su crecimiento y contribución a la industria automotriz a nivel mundial. Se profundiza en la importancia de la carrocería del automóvil, explorando sus características y tecnologías asociadas.

Además, se dedica una sección al estudio de BMW, una marca de vehículos reconocida a nivel internacional. Asimismo, se analiza la norma ISO 9001:2015 y su relevancia en la gestión de la calidad en la industria automotriz.

Por último, se consideran las metodologías aplicadas en el proyecto que jugarán un papel crucial en el desarrollo y la implementación de las soluciones propuestas. Estas metodologías se seleccionarán cuidadosamente para garantizar la eficiencia y la efectividad en la consecución de los objetivos del proyecto.

1.- HISTORIA DEL AUTOMOVIL

La narrativa del vehículo de cuatro ruedas, conocido también como coche, auto o carro, constituye un relato fascinante en la historia humana. Este medio de transporte terrestre ha emergido como una de las invenciones más significativas y perdurables. Desde sus inicios, el automóvil ha sido testigo de una constante evolución, impulsada por una serie de eventos, innovaciones y avances científico-tecnológicos que han moldeado su trayectoria hasta el presente.

Inicialmente, los motores de los automóviles funcionaban mediante vapor, pero con el tiempo, esta tecnología fue reemplazada por la combustión de petróleo, marcando un hito crucial en su desarrollo. Hoy en día, incluso, nos encontramos con motores eléctricos que rivalizan en eficiencia con sus contrapartes de combustión.

El término "automóvil" tiene sus raíces etimológicas en el griego y el latín, derivando de la combinación de las palabras "autós", que significa "por sí mismo", y "mobilis", que significa "que se mueve". Esta designación encapsula la esencia misma de estos ingeniosos medios de transporte que nos brindan autonomía y movilidad. (Editorial Etecé, 2023)

1.1.- Antecedentes del automóvil

El progreso del automóvil se encuentra intrínsecamente ligado a los avances tecnológicos e industriales que surgieron durante la Revolución Industrial. Entre estos avances se destaca la invención de la máquina de vapor, cuyo principal artífice fue el ingeniero británico James Watt. Esta innovación no solo impulsó la creación de trenes, sino que también sentó las bases para los primeros intentos de construcción de vehículos automotores.

Además, el desarrollo del automóvil se benefició de los avances en el campo de la electricidad. Aunque el fenómeno eléctrico había sido reconocido desde épocas anteriores, su aplicación práctica en términos modernos fue posible gracias a las investigaciones de pioneros como Gramme, Tesla, Sprague y Graham Bell, entre otros.

Por último, otro elemento crucial fue el conocimiento sobre los combustibles, particularmente el motor de combustión interna. A medida que avanzaba el siglo XIX y se intensificaba la explotación petrolera a nivel mundial, se comenzó a comprender el potencial energético de esta sustancia fósil. Este conocimiento condujo al pleno desarrollo del motor de combustión interna, un hito tecnológico fundamental en la historia del automóvil. (Editorial Etecé, 2023)

1.2.- ¿Por qué fue creado el automóvil?

El nacimiento del automóvil fue motivado por la necesidad de facilitar el transporte de materiales y personas a largas distancias, y con una mayor velocidad. Anteriormente, se utilizaban carretas tiradas por animales robustos, conocidas como "tracción a sangre".

Sin embargo, este método de transporte presentaba limitaciones debido a las capacidades físicas de los animales.

La mecanización impulsada por la Revolución Industrial permitió la creación de una máquina con mayor capacidad de carga, velocidad y resistencia, que no se fatigara y que pudiera producirse en serie: el automóvil. (Editorial Etecé, 2023)

1.3.- Origen del Automóvil

El origen del automóvil es un proceso fascinante que abarca distintas etapas y avances tecnológicos clave:

1.3.1.- Etapa de motor a vapor:

La era del motor a vapor marcó los primeros intentos de crear un medio de transporte autónomo. Existen registros de los primeros automóviles que datan desde el año 1768, cuando el inventor Nicholas Joseph Cugnot creó el primer vehículo motorizado conocido como Fardier. Cugnot, aprovechando sus habilidades en mecánica, desarrolló un modelo que comenzó a circular por las calles de París en 1769.



Ilustración 5 - El auto a vapor tenía el inconveniente de mantener la caldera caliente

Recuperado de: <https://humanidades.com/historia-del-automovil/>

Este primer modelo consistía en una caldera y varios cilindros montados en una estructura rudimentaria, la cual Cugnot continuó mejorando a lo largo del tiempo. Realizó varias modificaciones hasta llegar a una versión optimizada en el año 1771. Actualmente, este modelo está en exhibición en el Museo Nacional de la Técnica en Francia.

En esta fase inicial de la historia del automóvil, destacan nombres como William Murdoch y Richard Trevithick, quienes contribuyeron al desarrollo de vehículos a vapor en 1774 y 1801 respectivamente. Estos inventores jugaron un papel crucial en el avance de la tecnología automotriz durante este período. (Diletto, 2021)

1.3.2.- Etapa de motor a combustible:

El desarrollo del motor a combustión interna marcó un hito crucial en la evolución del automóvil. Uno de los nombres más destacados en este campo es el de Nikolaus Otto, quien en 1876 patentó el motor de cuatro tiempos, que se convertiría en el estándar para la mayoría de los vehículos de combustión interna. Antes de esto, pioneros como Étienne Lenoir y Siegfried Marcus realizaron importantes contribuciones al diseño y desarrollo de motores de combustión interna. Sin embargo, fue Karl Benz quien logró el avance más significativo al patentar el primer automóvil propulsado por gasolina en 1886, lo que marcó el inicio de la era moderna del automóvil.

El inicio de la exitosa saga de Mercedes-Benz se remonta a este momento, con la obtención del certificado de nacimiento del automóvil bajo el número de patente DRP 37435, presentado por Carl Benz el 29 de enero de 1886 en la Oficina Alemana de Patentes Imperial en Berlín. Este documento, con una antigüedad de 132 años, representa la visión innovadora y empresarial de Carl Benz, y ha sido reconocido por su importancia histórica al formar parte del Programa Memoria del Mundo de la Unesco desde hace 9 años.

El primer vehículo motorizado de Benz, equipado con un motor de cuatro tiempos, representó una innovación sin precedentes en el mundo, al ser el primer vehículo impulsado por un motor de combustión interna. Este triciclo motorizado podía alcanzar una velocidad máxima de 16 km/h y fue sometido a su primera prueba pública el 3 de

julio de 1886 en Mannheim, Alemania, cuando Bertha Benz, esposa de Carl Benz, junto con sus hijos, realizó un viaje pionero de 104 kilómetros hasta Pforzheim. Este viaje histórico no solo demostró la viabilidad del automóvil para un uso diario, sino que también marcó el inicio de una nueva era en la movilidad.



Ilustración 6 - El Benz Patent-Motorwagen, de 1885, considerado el primer automóvil de la historia

Recuperado de: <https://humanidades.com/historia-del-automovil/>

Simultáneamente, Gottlieb Daimler, a unos 100 kilómetros de distancia de Benz, también estaba trabajando en su propio vehículo motorizado de cuatro ruedas, lo que demuestra cómo estas dos figuras pioneras contribuyeron de manera independiente pero simultánea al avance del transporte motorizado.

El legado de Carl Benz y Gottlieb Daimler sentó las bases para la revolución automotriz que transformaría la movilidad y la sociedad en las décadas siguientes. El 29 de enero de 1886 marcó el comienzo de un camino visionario que cambiaría para siempre la forma en que nos desplazamos: el nacimiento del automóvil. (La Merced Pilar, 2023)

1.3.3.- Etapa de motor eléctrico:

Aunque los vehículos eléctricos no alcanzaron la misma prominencia que los impulsados por motores de combustión interna en el siglo XIX, jugaron un papel importante en la historia del automóvil. Robert Anderson empresario y químico escocés, fue uno de los primeros en desarrollar un vehículo eléctrico práctico en la década de 1830 a quien se le conoce como el 'padre del automóvil eléctrico'.

Los vehículos eléctricos surgieron como resultado de una serie de diferentes factores. Tras la aparición del ferrocarril a finales del siglo XVIII, que revolucionó el transporte a larga distancia, el transporte individual de personas continuó dependiendo principalmente de los coches de caballos. Esta situación impulsó a las industrias e ingenieros de la época a buscar una solución alternativa.



*Ilustración 7 - El automóvil eléctrico era más silencioso y menos pesado que las máquinas de vapor
Recuperado de: <https://humanidades.com/historia-del-automovil/>*

A medida que avanzaba el siglo XIX, se realizaron más avances en la tecnología eléctrica, y en la década de 1880, los vehículos eléctricos comenzaron a competir con los de motor de combustión interna en términos de popularidad y rendimiento. A pesar de sus ventajas, como la ausencia de emisiones y un funcionamiento silencioso, los vehículos eléctricos enfrentaron desafíos como la limitada autonomía y la falta de infraestructura de carga.

Sin embargo, estos desafíos se están abordando en la era moderna con el resurgimiento de los vehículos eléctricos como una alternativa sostenible y eficiente a los vehículos tradicionales de combustión interna. (Rodríguez, 2022)

El desarrollo del automóvil es un proceso complejo y multifacético que ha involucrado a numerosos inventores, ingenieros y visionarios a lo largo de la historia. Desde los primeros intentos con motores a vapor hasta el surgimiento de los vehículos eléctricos modernos, el automóvil ha experimentado una evolución continua impulsada por la innovación y la búsqueda de soluciones para las necesidades de transporte y movilidad de la sociedad.

1.4.- Inicio de la Industria Automovilística

La industria automotriz abarca todas las empresas involucradas en la producción y comercialización de vehículos terrestres de autopropulsión, que van desde automóviles de pasajeros hasta autobuses, camiones, equipos agrícolas y otros vehículos comerciales. Además, esta industria es uno de los principales consumidores de productos primarios, como el acero, y genera una gran cantidad de empleos, siendo un sector industrial crucial para la economía de los países en los que opera.

Las primeras compañías constructoras de automóviles surgieron a fines del siglo XIX, con empresas como Panhard et Levassor en 1889 y Peugeot en 1891, ambas de origen francés. Aunque Francia fue pionera en la invención del automóvil, Estados Unidos impulsó enormemente la industria automotriz gracias a las contribuciones de Henry Ford.

La producción en serie, implementada en la industria automotriz a partir de 1914 gracias a Henry Ford y su Modelo T, permitió fabricar grandes cantidades de vehículos en poco tiempo. Ford también introdujo estrategias comerciales innovadoras, como ofrecer crédito a los compradores, lo que hizo que el automóvil fuera accesible para la clase media emergente.

Henry Ford, Henry Royce y Ettore Bugatti son considerados los innovadores clave de la industria automotriz, responsables de su crecimiento, expansión y renombre mundial durante lo que se conoce como la "edad dorada" del automovilismo. (Editorial Etecé, 2023)

General Motors, una competidora de Ford, cambió la industria al enfocarse en el diseño y comercializar modelos dirigidos a diferentes segmentos de mercado. Tras la recuperación de la industria después de la Gran Depresión y la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos lideró la producción automotriz hasta que la competencia de Europa y Japón aumentó hacia la década de 1960.

En las últimas décadas, la industria automotriz ha consolidado su posición como una de las más importantes en las economías globales, con fusiones entre empresas y la creación de grandes consorcios que compiten con tecnologías avanzadas y diseños innovadores. (Gonzales, 2022)

1.4.1.- Automatización en la industria automotriz: avances y perspectivas

La automatización en la industria automotriz abarca todas las fases de producción del vehículo, ejecutadas por máquinas automáticas, ya sea en parte o en su totalidad. (Srl A. 2019)

La automatización de la industria automotriz ha sido un factor clave en su evolución durante décadas, beneficiándose en múltiples niveles. En la actualidad, la fabricación de vehículos, incluyendo automóviles, autobuses y camiones, se lleva a cabo con la ayuda de grandes robots especializados en diversas tareas, reemplazando en gran medida las labores que anteriormente realizaban los trabajadores humanos.

Actividades específicas y potencialmente peligrosas, como la soldadura, son ahora ejecutadas por robots y máquinas gracias a la implementación de procesos automatizados. La industria automotriz continúa avanzando rápidamente en esta área, adoptando cada vez más robots colaborativos. Estos dispositivos, utilizados tanto por los fabricantes de vehículos como por sus proveedores, ofrecen una precisión y destreza mejoradas, además de ser seguros para trabajar junto a las personas. (Gonzales, 2022)

1.5.- El futuro del automóvil

El destino del automóvil es incierto. No hay indicios claros de un nuevo modelo que supere radicalmente a los existentes. Sin embargo, se requiere una transformación significativa para frenar la crisis ecológica derivada, en parte, de la combustión de combustibles fósiles, que daña los ecosistemas y contribuye al cambio climático. Además, los combustibles fósiles son una fuente de energía no renovable.

La respuesta de la industria y los gobiernos mundiales sigue siendo limitada. Mientras tanto, varias empresas están investigando y probando vehículos eléctricos eficientes, como los producidos por Tesla Motors Inc. (Editorial Etecé, 2023)

Las características clave de los autos del futuro incluyen cero emisiones, mayor espacio interior para comodidad de los pasajeros, máxima seguridad con sistemas inteligentes de transporte, capacidad de conducción delegada o autónoma, y hiperconectividad. Grandes marcas tradicionales y nuevas empresas (donde algunas no estaban relacionadas con la producción de vehículos), como Tesla, Google (Waymo), Uber y Apple, están desarrollando innovadores vehículos que pronto podrían ser comunes en los talleres. (Ruta 401, 2020)

El futuro del vehículo estará estrechamente ligado a las necesidades cambiantes de la sociedad y al avance tecnológico disponible en ese momento. Las características clave que se mencionaron previamente son fundamentales para anticipar la dirección que tomará la industria automotriz. Sin embargo, la evolución dependerá en gran medida de cómo se adapten estas innovaciones a las demandas y expectativas de los usuarios, así como de los avances tecnológicos que se desarrollen en el futuro.

2.- INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO Y PRODUCCION DE VEHICULOS

El potencial de la industria automotriz mexicana es impresionante, ya que constituye uno de los sectores económico más importantes del país. No solo eso, sino que también desempeña un papel fundamental en la modernización y las estrategias de globalización de México.

La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) es una organización sin fines de lucro establecida en 1951 con el propósito de representar al sector automotriz en México. Su misión principal es fomentar el crecimiento y desarrollo de la industria automotriz, así como divulgar estadísticas relevantes sobre ventas, producción y exportaciones de las empresas afiliadas. Al querer obtener datos actualizados y precisos sobre la industria automotriz siempre es recomendable recurrir a la información proporcionada por esta asociación.

AMIA acta como el enlace entre las empresas dedicadas a la fabricación, importación y comercialización de vehículos ligeros, y los representantes gubernamentales a nivel federal, estatal y municipal, así como con instituciones similares, cámaras empresariales y el público en general interesado en el sector.

Hoy en día, la industria automotriz en México genera cerca de 85 mil millones de dólares en divisas, es quinto exportador mundial de vehículos ligeros, es el séptimo fabricante de vehículos en el mundo y el primero en América latina. De igual forma, se caracteriza por ser el cuarto exportador de autopartes y con respecto al producto interno bruto (PIB) aporta el 18.3% manufacturero y 3.5% del PIB nacional. (AMIA, 2023)



Ilustración 8 - Industria Automotriz en México

Recuperado de: https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/

2.1.- Producción y exportación nacional de vehículos ligeros

De acuerdo con la AMIA, México aporta cerca del 3.9% de la producción mundial de vehículos ligeros, de las cuales el 91% se termina exportando a otros países y el restante, 9% se queda en México. Teniendo su mejor cliente Estados Unidos.

Tanto la producción como la exportación ha tenido un alza considerable durante más de 20 años, solo la crisis del 2008 y la pandemia del COVID-19 ha tenido un resultado negativo con respecto a años anteriores. (AMIA, 2023)

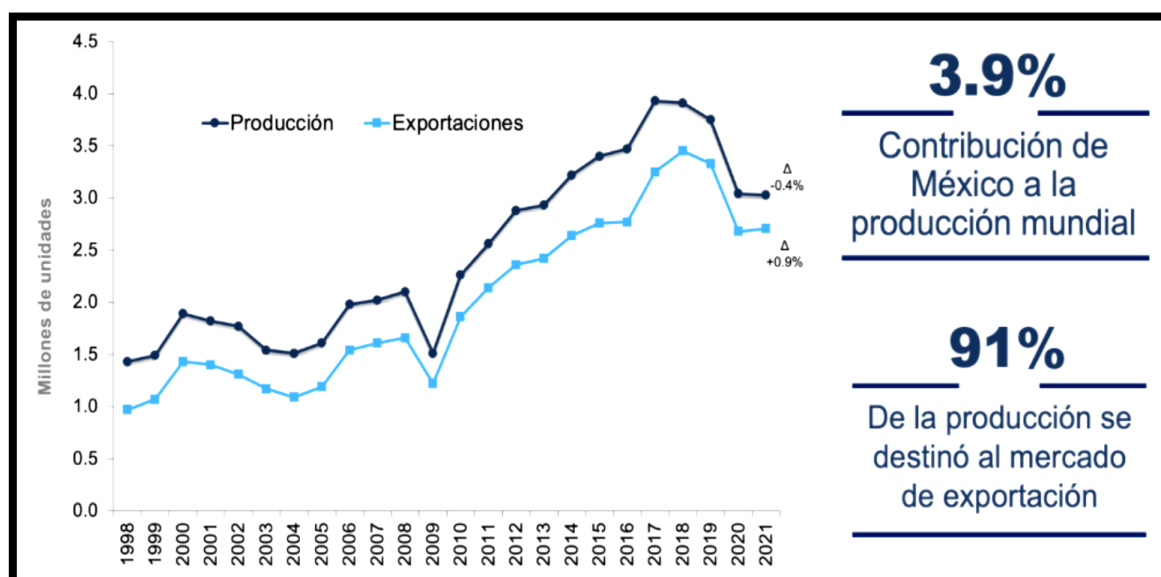


Ilustración 9 - Contribución de México a la producción mundial y producción de México destinada a la exportación

Recuperado de: https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/

2.2.- Empleo y PIB en la industria automotriz

La industria automotriz genera cerca de un millón de empleos, siendo beneficiados cerca de 3.5 millones de personas, tanto la industria terminal como la de autopartes. La ubicación privilegiada de México hace que sea atractivo para la inversión extranjera. Como sucedió con la inversión de BMW y Tesla que anunciaron al comienzo del año 2023 para México. (AMIA, 2023)

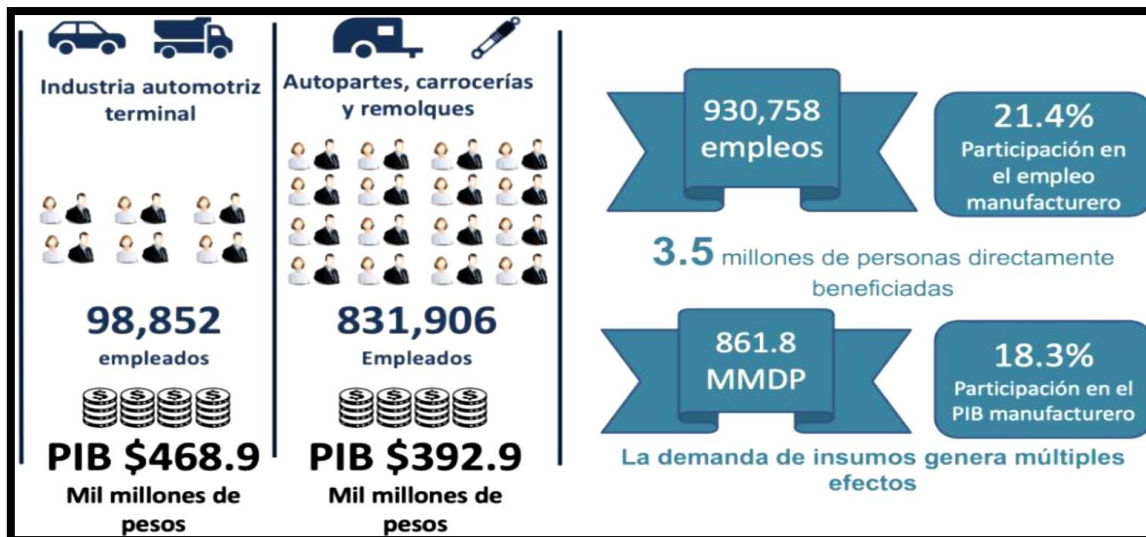


Ilustración 10 - Representación de los Índices de empleos y PIB en 2021

Recuperado de: https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/

2.3.- México dentro de la producción mundial de vehículos

- En el 2018 se alcanzó el máximo histórico en la producción mundial de vehículos.
- En el 2019 se enfrentó una disminución estructural en ventas en todos los mercados del mundo.
- En el 2020 la producción mundial retrocedió 15.8% debido a los severos efectos de la pandemia por COVID 19. Siendo México una de las más afectadas por esa situación.
- En el 2021 la producción solo creció 3.1% en respuesta a la persistente debilidad de la cadena global de suministro, especialmente los escasos de semiconductores.

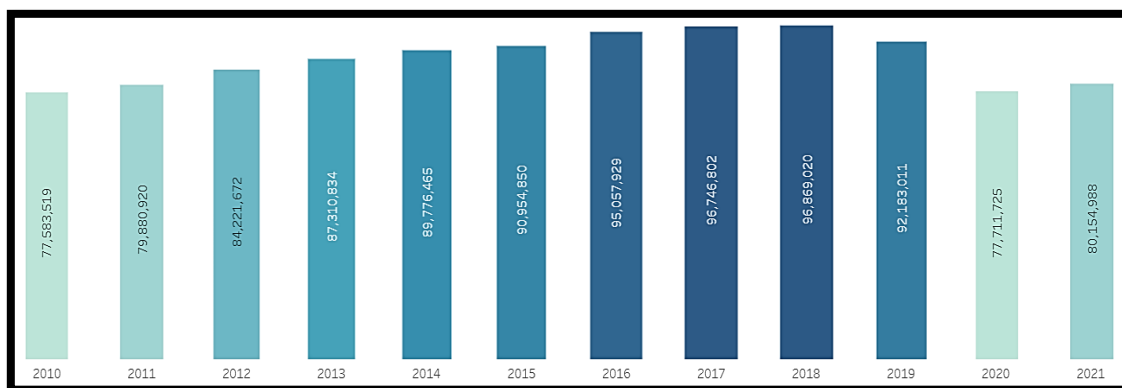


Ilustración 11 - Producción (Unidades) de vehículos ligeros a nivel mundial de 2010 al 2021

Recuperado de: <https://amia.com.mx/about/vehiculos-mexico/>

- Desde el 2010 México ha destacado por participar con el 3% de la producción mundial y en 2020 fue del 4.3 %.

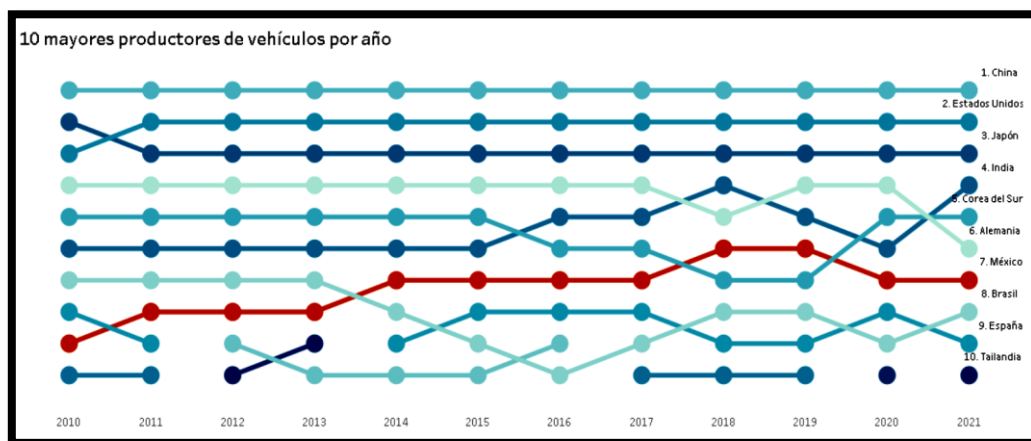


Ilustración 12 - Mayores productores de vehículos por años

Recuperado de: <https://amia.com.mx/about/vehiculos-mexico/>

2.4.- Plantas Automotrices en México

Las zonas norte y centro de México se encuentran concentrada la mayor parte del sector automotor, debido a las facilidades de su infraestructura en esas zonas.

- Existen 22 plantas de vehículos ligeros de 14 marcas en 14 estados.
- Existen 10 plantas de motores de 7 empresas en 6 estados.
- Existen 7 plantas de transmisiones de 6 empresas en 5 estados.

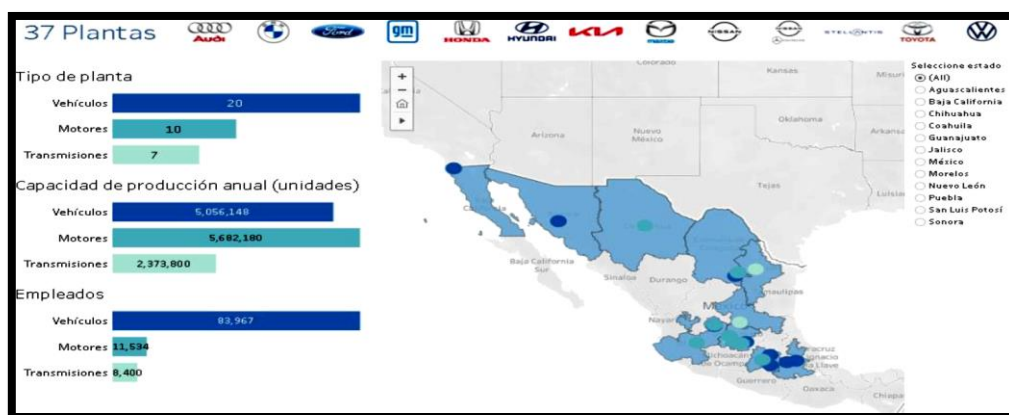


Ilustración 13 - Mayores productores de vehículos por años

Recuperado de: <https://amia.com.mx/about/vehiculos-mexico/>

2.5.- Calidad en la industria Automotriz

En la industria automotriz, el aseguramiento de la calidad se centra en garantizar que los vehículos sean diseñados, fabricados y entregados cumpliendo con los más altos estándares de calidad, confiabilidad y seguridad. La calidad en la industria automotriz es fundamental debido a su alta competencia y las exigencias de los clientes en términos de calidad y seguridad de los productos.

Es vital destacar que las metodologías fundamentales para el aseguramiento de calidad en este ámbito son Lean Manufacturing y Six Sigma, reconocidas por su efectividad en la mejora continua de los procesos y la excelencia operativa.

Por otra parte, se mencionan aspectos clave para el aseguramiento de calidad en la industria Automotriz:

- **Diseño del producto:** El proceso de aseguramiento de la calidad comienza en la fase de diseño del producto, donde los fabricantes se aseguran de que los vehículos cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos. Esto implica pruebas exhaustivas en prototipos y modelos conceptuales para identificar y resolver problemas de calidad antes de la producción en masa.
 - **Procesos de fabricación:** Es fundamental que los procesos de fabricación sean consistentes y confiables. Los fabricantes implementan controles de calidad en cada etapa, desde la adquisición de materiales hasta el ensamblaje final. Se realizan pruebas en línea durante la producción para detectar y corregir problemas de calidad de manera inmediata.
 - **Inspección de calidad:** La inspección de calidad es esencial para identificar posibles problemas en los vehículos terminados. Se llevan a cabo pruebas rigurosas, como pruebas de choque, durabilidad y rendimiento en carretera, para garantizar que los vehículos cumplan con los estándares de calidad y seguridad.
 - **Garantía de calidad:** Los fabricantes ofrecen garantías para asegurar la satisfacción del cliente y mantener su reputación de calidad. Estas garantías cubren aspectos como el rendimiento, la durabilidad y la satisfacción del cliente, proporcionando tranquilidad a los compradores y respaldando la calidad y seguridad de los vehículos.
- (MESbook, 2023)

3.- BMW

BMW, acrónimo de Bayerische Motoren Werke AG, es una empresa alemana que se especializa en la fabricación de automóviles y motocicletas de lujo y alta gama. Fundada en Múnich, Alemania, la compañía tiene como subsidiarias a Mini, Rolls-Royce, BMW i y BMW Bank. BMW es líder mundial en ventas dentro del segmento de vehículos de gama alta, compitiendo principalmente con marcas como Audi, Volvo, Lexus y Mercedes-Benz.

3.1.- BMW en México

Desde 1994, BMW Group ha dejado una huella significativa en México, y tras más de dos décadas de éxito en el mercado mexicano, la empresa reafirma su compromiso con el país mediante la apertura de su planta en el estado de San Luis Potosí.

La Planta San Luis Potosí de BMW Group tiene el honor de fabricar uno de los modelos más emblemáticos de la marca BMW. El Serie 3 es un vehículo icónico que ha redefinido el concepto de Sport Sedán en el mercado automotriz que se ha destacado como el modelo más exitoso de la marca, siendo un caso ejemplar en términos de ventas a nivel internacional. Sin embargo, no es el único modelo que se produce en México, el Serie 2 Coupé y el M2 también se encuentran en la lista de modelos que produce la planta de San Luis Potosí. (BMW, 2023)

La séptima generación del Serie 3 inició producción en la Planta de Múnich, posteriormente en China, y actualmente en San Luis Potosí. Es importante mencionar este modelo en particular, así como la segunda generación del Serie 2 Coupé de BMW ya que parte de sus componentes es de interés para el estudio y desarrollo de este proyecto.



Ilustración 14 - BMW Serie 3 (Séptima Generación) & BMW Serie 2 Coupé (Segunda Generación)

Recuperado de: <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es/informacion-acerca-de-la-planta/linea-del-tiempo.html>

3.2.- BMW – Aumento de Producción en México

BMW de San Luis Potosí está en proceso de contratar 750 nuevos empleados para operar en un segundo turno que comenzará en abril. La empresa busca aumentar su producción actual de 300 vehículos ensamblados diariamente. Los nuevos contratados recibirán un sueldo base mensual superior a los 10 mil pesos. Además, tendrán la oportunidad de crecer y trasladarse a la nueva planta industrial de la armadora, que comenzará a construirse en 2024 para la producción de baterías de litio y autos eléctricos en 2027. BMW tiene como objetivo producir 175 mil autos para finales de 2027, de los cuales el 50% serán eléctricos para su venta mundial en 2030. (Potosí, 2023)



Ilustración 15 - Línea de Ensamblaje de BMW

Recuperado de: <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es/informacion-acerca-de-la-planta/linea-del-tiempo.html>

Es alentador ver cómo BMW está expandiendo sus operaciones en San Luis Potosí, lo que no solo significa un impulso para la economía local con la creación de nuevos empleos, sino también un avance significativo hacia la fabricación de vehículos eléctricos. Esta expansión demuestra el compromiso de la empresa con la innovación y la sostenibilidad, preparándose para responder a las demandas del mercado mundial y contribuir a la transición hacia una movilidad más limpia y eficiente.

4.- CARROCERIA DEL AUTOMOVIL

La carrocería de un automóvil constituye la envoltura exterior y la estructura básica del vehículo, proporcionando un alojamiento seguro y protegido tanto para los pasajeros como para la carga transportada. Más allá de su función fundamental de contención y protección, la carrocería es un componente fundamental del diseño estético del automóvil, definiendo su apariencia general y contribuyendo a su identidad visual.

La carrocería también desempeña un papel crucial en la aerodinámica del vehículo, afectando su eficiencia energética y su rendimiento en términos de consumo de combustible y estabilidad a altas velocidades. Además, en la era moderna, la carrocería también puede integrar tecnologías avanzadas de seguridad, como zonas de deformación controlada y materiales de absorción de impactos, para mejorar la protección de los ocupantes en caso de colisión. (Ruta 401, 2023)



Ilustración 16 - ¿Cómo se ve la carrocería de un automóvil?

Recuperado de: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-carrocerias-principales-caracteristicas>

Dependiendo del tipo de carrocería que tenga podemos estar hablando de una clase de vehículo u otra. Mas adelante se mencionarán los distintos tipos de carrocerías que existen y sus principales características.

4.1.- La carrocería y su evolución

La evolución de la carrocería del automóvil es un proceso que se ha desarrollado a lo largo de más de dos siglos. En sus inicios, alrededor de 1770, las carrocerías servían principalmente como estructura para los carruajes de madera, proporcionando un espacio donde los pasajeros y la carga podían ser transportados. A medida que avanzaba el siglo XIX, comenzaron a surgir cambios significativos en el diseño de las carrocerías, especialmente con la introducción de formas curvas que marcaron una transición estilística en la fabricación de vehículos.



Ilustración 17 - Muchos de los primeros vehículos en la historia contaban con carrocería de madera

<https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/woodies-autos-con-carrocerias-de-madera.html>

Uno de los cambios más notables en la evolución de la carrocería fue la adopción de nuevos materiales, como el acero y el aluminio, en lugar de la madera. Estos materiales ofrecían una mayor resistencia y durabilidad, además de permitir diseños más aerodinámicos y ligeros. Esta transición marcó un hito importante en la industria automotriz, ya que contribuyó significativamente a mejorar la seguridad y el rendimiento de los vehículos.

Con el paso del tiempo, se han realizado constantes mejoras en la fabricación de carrocerías para abordar preocupaciones clave, como la seguridad y la eficiencia aerodinámica. En términos de seguridad, los fabricantes de automóviles han desarrollado carrocerías más resistentes y seguras, utilizando tecnologías avanzadas y materiales innovadores para absorber y disipar la energía de los impactos en caso de accidente.

Por ejemplo, los diseñadores de carrocerías han implementado técnicas de ingeniería avanzadas para crear zonas de deformación controlada que ayudan a minimizar los daños a los ocupantes en caso de colisión. Además, se han mejorado los sistemas de sujeción y protección, como los cinturones de seguridad y los airbags, para ofrecer una mayor protección en diversas situaciones de choque.

En cuanto a la eficiencia aerodinámica, los fabricantes de automóviles han realizado importantes avances en el diseño de carrocerías para reducir la resistencia al aire y mejorar el rendimiento del vehículo. Esto se ha logrado mediante la optimización de la forma y la geometría de la carrocería, así como mediante la incorporación de características aerodinámicas, como alerones y deflectores, que ayudan a dirigir el flujo de aire de manera más eficiente.

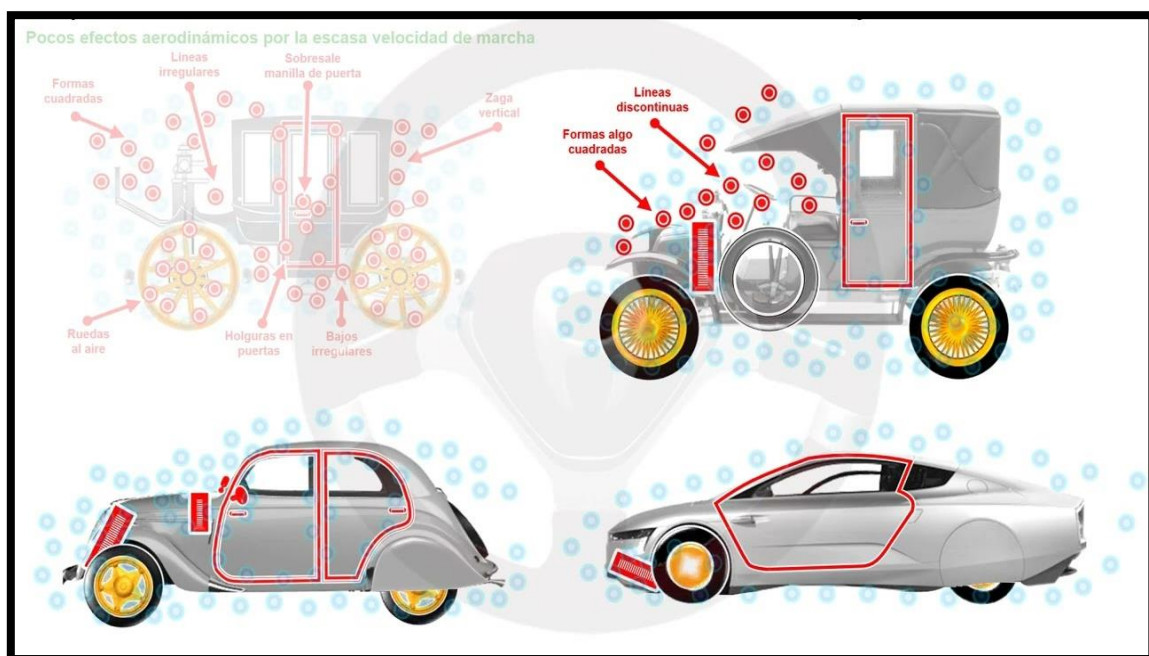


Ilustración 18 - Comparación de la resistencia aerodinámica al avance sobre diferentes vehículos

Recuperado de: <https://www.tecnologia-automovil.com/cursos/evolucion-de-la-tecnologia/carroceria-del-automovil-iv-1/>

En pocas palabras, la evolución de la carrocería del automóvil ha sido un proceso continuo de mejora y refinamiento a lo largo del tiempo, impulsado por avances en la tecnología y la ingeniería. Estas mejoras han contribuido significativamente a hacer que los vehículos sean más seguros, eficientes y aerodinámicos, proporcionando a los conductores y pasajeros una experiencia de conducción más cómoda y segura. (Ruta 401, 2023)

4.2.- Materiales para la carrocería del automóvil

En la actualidad, se utilizan una amplia gama de materiales para la construcción de la carrocería de un automóvil. Cada uno de estos materiales ofrece una serie única de ventajas y cualidades que se seleccionan según los objetivos de diseño específicos. Por lo tanto, es común ver carrocerías que combinan múltiples características para adaptarse a las diversas necesidades y preferencias de los clientes.

Este enfoque de construcción de vehículos tiene como objetivo principal reducir el peso mientras se mejora la resistencia y la seguridad general. Para lograr esto, se emplean materiales más ligeros sin comprometer la seguridad del conductor y los pasajeros. Entre los materiales más utilizados en la carrocería de los autos en los últimos años se encuentran:

- Acero y sus Aleaciones
- Aluminio y sus Aleaciones
- Magnesio y sus aleaciones
- Plásticos y sus aleaciones, con o sin refuerzo
- Resinas termoestables fabricadas con fibra de vidrio o carbono

Aunque hay una variedad de opciones disponibles, el acero sigue siendo el material más comúnmente utilizado para las carrocerías de los automóviles, seguido por el plástico, el aluminio y la fibra de vidrio, esta última actualmente menos utilizada en vehículos utilitarios.

Sin embargo, algunos vehículos de gama alta están comenzando a incorporar componentes de magnesio y fibra de carbono para mejorar aún más las características aerodinámicas.

En términos de uso, el acero es el material predominante en la mayoría de los vehículos, especialmente en los de gama baja y media. El aluminio también se emplea en ciertas partes, como el capó, en autos de este rango de precios.

No obstante, en los vehículos de gama alta, el aluminio cobra mayor importancia, llegando a ser el principal material en algunas carrocerías. Modelos como el Audi TT, el Audi Q7 o la Range Rover Evoque son ejemplos de autos con carrocerías mayormente fabricadas en aluminio.

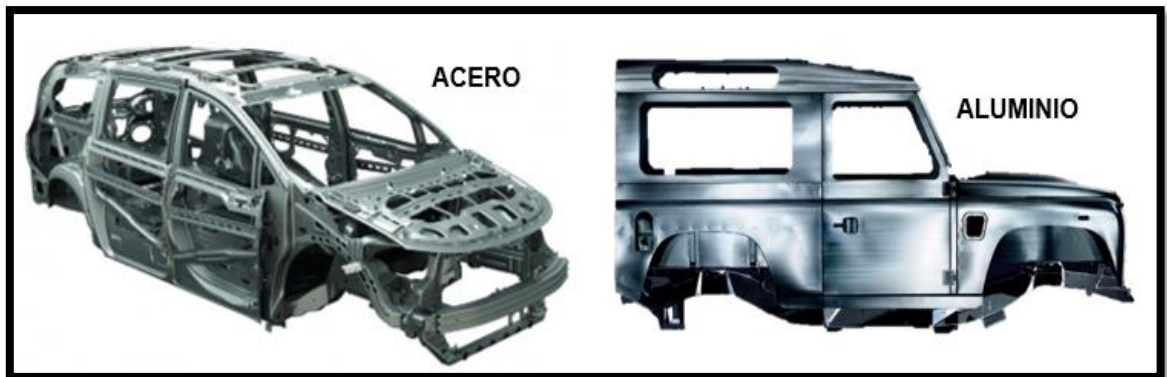


Ilustración 19 - Ejemplares de carrocería de Acero y carrocería de Aluminio

Recuperado de: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-acero-en-la-carrocer%C3%ADa>

Además, las regulaciones de emisiones cada vez más estrictas han impulsado la necesidad de reducir el peso de los vehículos, lo que ha llevado a la introducción de nuevas aleaciones metálicas y materiales sintéticos. Esta diversidad requiere que los fabricantes posean un conocimiento más profundo para trabajar adecuadamente con las distintas aleaciones. (Muratalla, 2022)

4.3.- Tipos de carrocería

Los vehículos actuales emplean varios tipos de carrocerías, que incluyen:

- Chasis con carrocería separada: El chasis sostiene los componentes mecánicos y la carrocería es independiente, se puede separar para reparaciones. Se utiliza en vehículos como todoterrenos, furgonetas y camiones.

- **Plataforma con carrocería separada:** La plataforma, un chasis soldado, soporta los componentes mecánicos y el piso del vehículo, mientras que la carrocería se une con tornillos. Ejemplos son el Citroën Mehari y el 2CV.
- **Carrocería monocasco:** Hecha de una sola pieza, con partes desmontables como capós y puertas. El Lancia Lambda fue pionero en este diseño en 1923.
- **Carrocería autoportante:** La más común actualmente, formada por piezas soldadas que constituyen la estructura completa del vehículo. Permite reparaciones relativamente sencillas al reemplazar las piezas afectadas.

4.3.1.- Clasificación según el volumen

Podemos encontrar tres categorías:

- **Monovolumen:** Integra completamente los habitáculos del motor, pasajeros y maletero en una sola unidad.
- **Dos volúmenes:** Esta carrocería cuenta con un espacio para el capó y el motor, además de otro espacio que combina la zona para pasajeros y carga.
- **Tres volúmenes:** En esta categoría, se distinguen claramente tres partes: el espacio para el motor, el habitáculo de pasajeros y el área de carga.

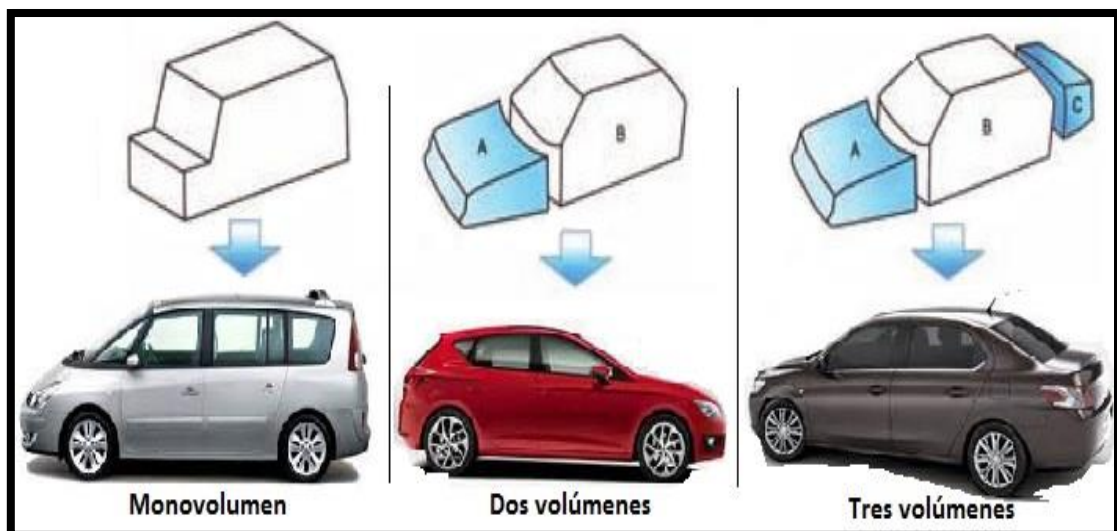


Ilustración 20 - Clasificación según el volumen

Recuperado de: <https://automocionymasswatsond.blogspot.com/2015/12/estructuras.html>

4.3.2.- Clasificación según su diseño o forma

Según su diseño y estética, se pueden identificar varios tipos de carrocerías, entre los cuales se destacan:

- Sedán o berlina: Carrocería de tres volúmenes en la que la luneta trasera permanece fija.
- Hatchback de 3 puertas y 5 puertas: La luneta trasera se integra con el portón del maletero.
- Familiar o ranchera: Presenta un techo elevado hasta el portón trasero para facilitar el acceso a la plataforma de carga.
- Coupé: Mayormente de dos o tres volúmenes y con dos puertas laterales.
- Vehículo todoterreno: Diseñado para circular en cualquier tipo de terreno, inicialmente concebido como apoyo militar durante la Segunda Guerra Mundial y luego adaptado para uso civil.
- Descapotable: Con la característica de que su techo puede desmontarse o plegarse sobre el vehículo.
- SUV (Vehículo Utilitario Deportivo): Combina una estética deportiva con capacidades todoterreno, ganando popularidad en los últimos años. (Ruta 401, 2023)

4.4.- Partes de la carrocería

Los elementos fundamentales y principales que componen la carrocería monocasco son:

- Paneles laterales: Estas son las partes exteriores de la carrocería que recubren los costados del vehículo, proporcionando protección y forma aerodinámica.
- Paneles del techo: Son los componentes superiores de la carrocería que cubren y protegen el habitáculo del vehículo, ofreciendo seguridad y resguardo contra el clima y otros elementos externos.
- Paneles del piso: Estas son las partes inferiores de la carrocería que sirven como base estructural del vehículo, ofreciendo soporte y rigidez para el chasis y los pasajeros.

- Travesaños: Son elementos estructurales adicionales que refuerzan la rigidez y la resistencia de la carrocería, distribuyendo la energía en caso de impacto y mejorando la seguridad del vehículo y sus ocupantes.

Los elementos exteriores más destacados de una carrocería autoportante son:

- Parachoques: Estas son las partes delantera y trasera de la carrocería diseñadas para absorber impactos y proteger el vehículo en caso de colisión.
- Guardabarros: Estas son las partes que cubren las ruedas del vehículo y protegen la carrocería de salpicaduras de agua y suciedad, así como de posibles daños causados por piedras u otros objetos en la carretera.
- Espejos retrovisores: Son dispositivos ubicados en los laterales del vehículo que permiten al conductor tener una visión trasera y lateral del entorno, aumentando la seguridad y facilitando las maniobras.
- Lunas: Son los cristales que forman las ventanas del vehículo, proporcionando visibilidad al interior y protección contra el viento, la lluvia y otros elementos externos.

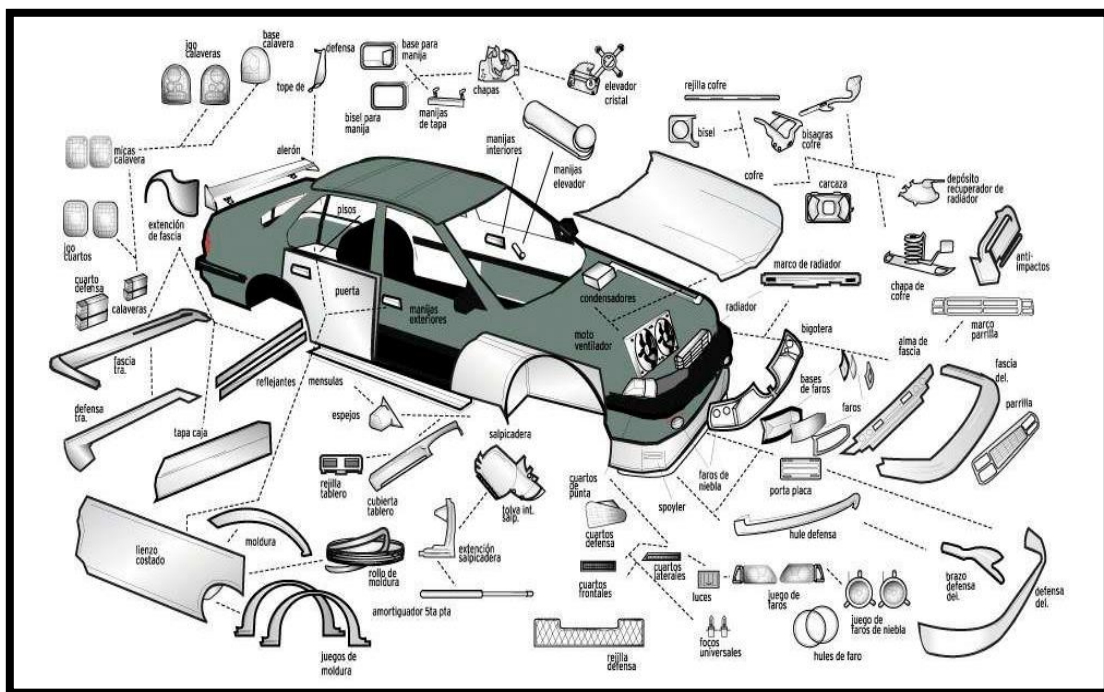


Ilustración 21 - Carrocería General de un automóvil

Recuperado de: <https://www.pistonudos.com/es/las-partes-de-la-carroceria-de-un-coche-y-sus-componentes>

Es importante conocer los nombres de las diferentes partes de la carrocería de un automóvil para poder comunicarnos de manera correcta sobre el tema. Algunas de las partes más comunes son:

- Capó: es la tapa delantera del motor.
- Maletero: es la parte trasera del vehículo donde se encuentra el espacio de carga.
- Puertas: son las aberturas laterales que permiten el acceso al habitáculo del vehículo.
- Parabrisas: es el cristal delantero que protege al conductor y los pasajeros del viento y los objetos externos. (Pistonudos, 2023)

4.4.1.- Rear Cover

Para enriquecer la revisión teórica, se incorpora información suministrada por el personal del área, destacando la experiencia práctica y el conocimiento específico sobre esta parte de la carrocería y que complementa la literatura existente.

El Rear Cover, o cubierta trasera, es una parte integral de la carrocería de muchos vehículos automotores. Se encuentra ubicado en la parte posterior del automóvil y se encarga de proporcionar soporte estructural al parachoques trasero. Esta pieza, fabricada típicamente con aleaciones de acero o aluminio para garantizar durabilidad y resistencia, forma parte del diseño aerodinámico del vehículo y contribuye a su estética general.



*Ilustración 22 Panel de Rear Cover para BMW Serie 2 Coupé
Recuperado de: Cosma Magna San Luis – Ensamble Rear Cover G42*

Durante el proceso de ensamblaje, el rear cover se coloca como una base sobre la cual se montará el parachoques trasero. Aunque su diseño puede variar según el fabricante y el modelo del vehículo, su función principal es brindar protección y estabilidad en la zona trasera del automóvil. Además, el rear cover puede tener características específicas que optimizan el rendimiento aerodinámico del vehículo, como deflectores de aire o elementos de diseño que reducen la resistencia al viento.

En pocas palabras, el rear cover es una pieza esencial de la carrocería de un automóvil, proporcionando tanto soporte estructural como contribuciones estéticas y aerodinámicas importantes. Su construcción robusta y diseño integrado lo convierten en un elemento clave para la funcionalidad y el rendimiento del vehículo.



Ilustración 23 Rear Cover ensamblado en BMW Serie 3 (Séptima Generación)

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=f0Q85ndLzPo&list=LL&index=3>

4.5.- Estampado: ¿Como Influye en la fabricación de coches?

En los inicios de la automoción, los vehículos se fabricaban manualmente, lo que resultaba en un proceso largo y costoso. Sin embargo, con la popularización del automóvil, los métodos de fabricación se han refinado y automatizado, alineándose con las prácticas de la industria. En este contexto, el proceso de estampado juega un papel crucial, ya que se utiliza en numerosas piezas del vehículo, tanto en el chasis como en la carrocería.

El estampado de metales, también conocido como estampación, es un proceso esencial en la fabricación de vehículos. Consiste en comprimir una plancha de metal entre dos moldes para darle una forma específica. Este proceso ha sido vital en la evolución de la industria automotriz y se realiza utilizando dos métodos principales según la temperatura: el estampado en caliente y el estampado en frío.

- El estampado en caliente: implica calentar el metal por encima de su temperatura de cristalización, que suele ser de alrededor de 910 °C para el acero. Esto permite una mayor deformación del metal, aunque a menudo con una menor precisión dimensional y rugosidad en comparación con el estampado en frío.
- El estampado en frío: se utiliza con planchas de menor espesor y no requiere un calentamiento tan elevado como en el estampado en caliente. Se emplean materiales dúctiles y maleables como el acero de baja aleación, aleaciones de aluminio, latón, plata u oro. Este proceso se utiliza para una variedad de operaciones, como troquelado, corte, acuñado, curvado o plegado.



Ilustración 24 - Las bobinas de metal utilizadas para el estampado pueden ser de múltiples tamaños, materiales y grosores.

Recuperado de: https://cdn-images.motor.es/image/m/694w.webp/fotos-diccionario/2021/02/estampado-estampacion_1612545269.jpg

En una fábrica de automóviles moderna, el estampado se lleva a cabo de manera automatizada utilizando prensas y robots. La estampación se realiza en plantas de gran tamaño, con maquinaria de alta precisión y capacidad de presión para satisfacer las demandas de producción. (Plaza, S/f)



Ilustración 25 - Un automóvil cuenta con numerosas piezas estampadas

Recuperado de: <https://www.motor.es/que-es/estampado-estampacion>

Al igual que en la fabricación de automóviles, donde la calidad de la carrocería es fundamental para la seguridad y el rendimiento del vehículo, en el ámbito empresarial, la implementación de estándares de calidad como la Norma ISO 9001 juega un papel crucial en la garantía de la calidad y la eficiencia de los procesos. Ahora, pasemos a explorar cómo los principios de gestión de la calidad, que son fundamentales en la Norma ISO 9001, pueden beneficiar a las organizaciones en diversos sectores industriales.

5.- NORMA ISO 9001:2015

La adopción de la norma ISO 9001:2015 implica una decisión estratégica para una organización, ya que puede contribuir significativamente a mejorar su rendimiento general y establecer una base sólida para iniciativas de desarrollo sostenible.

Los beneficios potenciales de implementar un sistema de gestión de la calidad basado en esta norma son diversos, entre ellos:

- a) La capacidad para ofrecer productos y servicios que cumplan regularmente con los requisitos del cliente, así como con los requisitos legales y reglamentarios aplicables.
- b) Facilitar oportunidades para mejorar la satisfacción del cliente.
- c) Abordar los riesgos y oportunidades asociados con el contexto y los objetivos de la organización.
- d) Demostrar la conformidad con los requisitos especificados del sistema de gestión de la calidad.



Ilustración 26 - Logo y certificación de la norma ISO 9001:2015

Recuperado de: <https://qsr.com.mx/que-significa-estar-certificado-bajo-la-norma-iso-9001/>

Es importante destacar que esta norma puede ser utilizada tanto por partes internas como externas de la organización. Además, no se pretende establecer una uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad ni alinear la documentación con la estructura de la norma. Tampoco se requiere el uso exclusivo de la terminología específica de la norma dentro de la organización.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos en esta norma son complementarios a los requisitos para los productos y servicios. Se emplea un enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y el pensamiento basado en riesgos.

El enfoque a procesos permite a la organización planificar sus procesos y sus interacciones, mientras que el ciclo PHVA asegura que los procesos cuenten con

recursos adecuados, se gestionen correctamente y se identifiquen oportunidades de mejora. El pensamiento basado en riesgos ayuda a identificar factores que podrían desviar los procesos y el sistema de gestión de la calidad de los resultados planificados, permitiendo implementar controles preventivos y maximizar el uso de oportunidades.

El cumplimiento continuo de los requisitos y la consideración constante de las necesidades y expectativas futuras son desafíos importantes para las organizaciones en un entorno dinámico y complejo. Para alcanzar estos objetivos, pueden ser necesarias diversas formas de mejora, como la corrección, la mejora continua, el cambio abrupto, la innovación y la reorganización.

En esta norma, se utilizan las siguientes formas verbales: "debe" para indicar un requisito, "debería" para una recomendación, y "puede" para un permiso, posibilidad o capacidad. La información identificada como "NOTA" se proporciona para orientar la comprensión o clarificar el requisito correspondiente.

5.1.- Principios de la gestión de la calidad

Los principios de la gestión de la calidad son fundamentales para esta Norma Internacional, basándose en los principios descritos en la Norma ISO 9000. Cada principio se presenta con una declaración que lo define, una justificación de por qué es relevante para la organización, ejemplos de los beneficios que puede brindar y acciones típicas para mejorar el desempeño organizacional al aplicar dicho principio.

Estos principios son los siguientes:

- **Enfoque al cliente:** Significa entender y satisfacer las necesidades actuales y futuras del cliente, asegurando su satisfacción y fidelidad.
- **Liderazgo:** Implica establecer una visión clara, una dirección estratégica y crear un entorno interno en el que las personas puedan contribuir al logro de los objetivos de la organización.
- **Compromiso de las personas:** Reconoce que el éxito de la organización depende del compromiso y la capacitación de su personal en todos los niveles.

- **Enfoque a procesos:** Se centra en la comprensión y la mejora de los procesos internos de la organización, asegurando eficacia, eficiencia y consistencia en la entrega de productos y servicios.
- **Mejora:** Busca continuamente la mejora del desempeño global de la organización, a través de la innovación, el aprendizaje y la aplicación de mejores prácticas.
- **Toma de decisiones basada en la evidencia:** Se basa en el análisis de datos y la información relevante para tomar decisiones fundamentadas y efectivas.
- **Gestión de las relaciones:** Reconoce la importancia de establecer relaciones mutuamente beneficiosas con proveedores, socios y otras partes interesadas para alcanzar los objetivos comunes.

Estos principios proporcionan una guía sólida para la implementación exitosa de un sistema de gestión de la calidad y contribuyen al logro de resultados consistentes y sostenibles para la organización.

5.2.- Enfoque a procesos

La Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos para mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad y aumentar la satisfacción del cliente al cumplir con sus requisitos. Entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos. Este enfoque permite controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema para mejorar el rendimiento global de la organización. Implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones para alcanzar los resultados previstos según la política de calidad y la dirección estratégica. La gestión de los procesos y el sistema puede lograrse utilizando el ciclo PHVA y un pensamiento basado en riesgos para aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados. Aplicar este enfoque permite comprender y cumplir los requisitos, considerar los procesos en términos de valor agregado, lograr un desempeño efectivo y mejorar continuamente mediante la evaluación de datos e información.

La siguiente representación gráfica ilustra un proceso genérico y presenta la interacción entre sus elementos. Los puntos de control para el seguimiento y la medición, cruciales para el control del proceso, son particulares para cada proceso y pueden variar según los riesgos asociados.

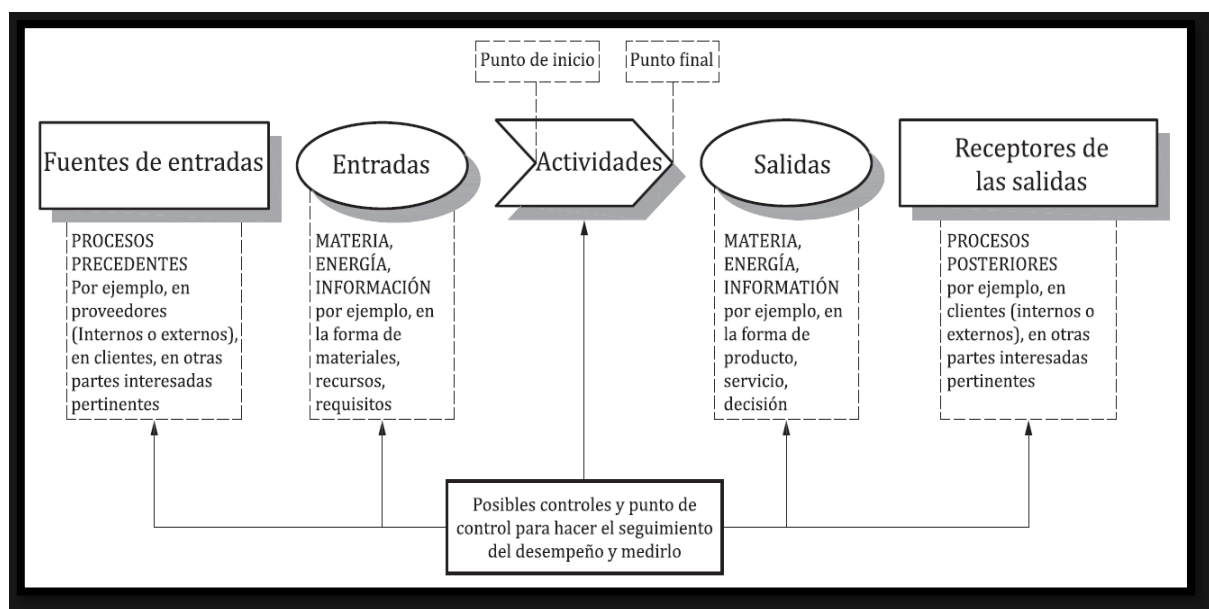


Ilustración 27 - Representación esquemática de los elementos de un Proceso

Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es:fig:2>

5.3.- Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar

El ciclo PHVA, que comprende las etapas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, es aplicable a todos los procesos individuales y al sistema de gestión de la calidad en su conjunto. Este ciclo se describe brevemente de la siguiente manera:

- Planificar: Establecer los objetivos del sistema y sus procesos, asignar los recursos necesarios, identificar riesgos y oportunidades.
- Hacer: Implementar lo planificado.
- Verificar: Realizar seguimiento y medición de procesos, productos y servicios respecto a políticas y objetivos, y reportar resultados.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar el desempeño según sea necesario.

5.4.- Pensamiento basado en riesgos

El pensamiento basado en riesgos es crucial para el éxito de un sistema de gestión de calidad. Aunque implícito en ediciones anteriores de la Norma ISO 9001, este enfoque implica tomar medidas preventivas para evitar no conformidades potenciales, analizar las no conformidades que surjan y tomar medidas adecuadas para evitar su repetición.

Para cumplir con los requisitos de la norma, una organización debe planificar e implementar acciones para abordar tanto los riesgos como las oportunidades. Esto establece una base para mejorar la efectividad del sistema de gestión de calidad, lograr mejores resultados y prevenir impactos negativos.

Las oportunidades pueden surgir en situaciones favorables para alcanzar un resultado deseado, como atraer clientes, desarrollar nuevos productos o servicios, reducir residuos o mejorar la productividad. Sin embargo, es importante considerar los riesgos asociados. Los riesgos representan la incertidumbre y pueden tener efectos positivos o negativos. Aunque una desviación positiva puede resultar en una oportunidad, no todos los efectos positivos del riesgo conducen a oportunidades. (ISO, 2015)

6.- SERVICIO DE CONTENCIÓN DE PRODUCCIÓN TEMPRANA GP-12

El servicio de Contención de Producción Temprana GP-12 se centra en detectar productos no conformes como un último filtro en las líneas de producción, garantizando la detección del 100% de los defectos.

Este servicio, también conocido como Contención Temprana, es parte integral del proceso de aprobación de partes de producción. Su implementación beneficia a la empresa al aplicarse a todos los componentes de preproducción y producción, así como a las piezas nuevas y modificadas en el inicio de proyectos. Además, establecer un servicio GP-12 requiere un plan de contención que asegure la identificación rápida de cualquier problema de calidad en las instalaciones del proveedor, evitando así fallos en las instalaciones del cliente. (Atsoring, 2021)

6.1.- Propósitos vitales del servicio GP-12

El propósito de la Contención Temprana GP-12 es multifacético:

- Validar el plan de control de producción del proveedor.
- Salvaguardar los centros de ensamblaje, fabricación y almacenes de piezas de servicio de las no conformidades de calidad en momentos críticos.
- Documentar los esfuerzos del proveedor para verificar el control de sus procesos durante la puesta en marcha, aceleración o revisiones del proceso de fabricación.
- Garantizar que cualquier problema de calidad se identifique, contenga y corrija rápidamente en la ubicación del proveedor.
- Mejorar la participación y visibilidad de la alta dirección del proveedor en el proceso.



Ilustración 28 - Inspectores de Calidad bajo el servicio GP-12

Recuperado de: <https://www.atsorting.com/contenciones-gp-12/#:~:text=El%20servicio%20de%20Contenci%C3%B3n%20de,detecci%C3%B3n%20del%20100%25%20del%20defectivo.>

7.- METODOLOGIAS APLICADAS

7.1.- Mejora continua

Un proceso de mejora continua, también conocido como Continuous Improvement Process (CIP) en inglés, es un ciclo constante e incremental de mejora de productos, servicios y procesos. Se trata de un enfoque estructurado para la mejora continua que las organizaciones pueden emplear para identificar, definir, implementar, medir y analizar la efectividad del cambio.

Los procesos de mejora continua, inherentemente iterativos, permiten a las organizaciones comprometerse constantemente con el cambio, mejorando así la eficiencia, la calidad de los productos y servicios, y la satisfacción del cliente de manera más consistente. Esta mejora continua y repetitiva va de la mano de la innovación. Muchas de las empresas más innovadoras y exitosas se basan en modelos de mejora continua para perfeccionar sus productos y procesos con el tiempo.

Estos procesos son comúnmente utilizados en industrias como la manufactura, la atención médica y la tecnología, pero el concepto puede aplicarse a cualquier organización que busque mejorar sus operaciones y resultados.

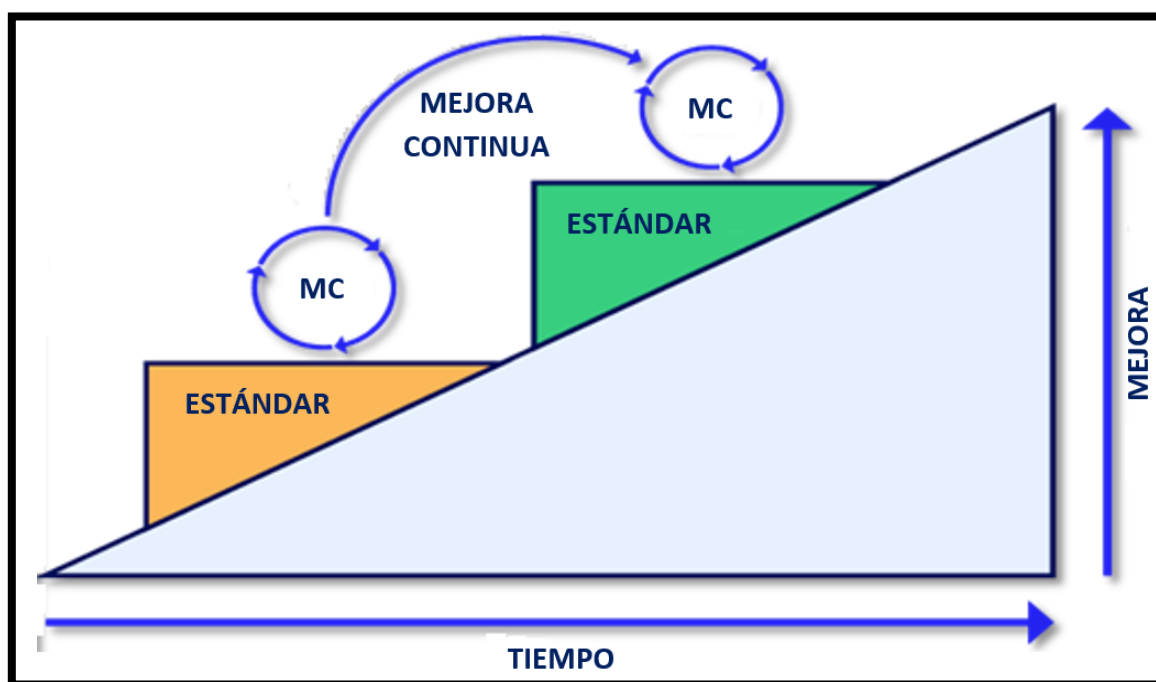


Ilustración 29 - Proceso de mejora continua

Recuperado de: <https://appian.com/blog/acp/process-mining/continuous-improvement-process-explained.html>

Los procesos de mejora continua ofrecen una serie de beneficios significativos que van más allá de simplemente mejorar la eficiencia. Cuando se implementan en toda una organización, generan una cultura de innovación y responsabilidad que brinda una ventaja competitiva y promueve un crecimiento y éxito continuos.

Algunos de los beneficios clave de implementar un proceso de mejora continua incluyen:

- Mayor eficiencia y productividad: Optimizar los procesos comerciales permite a la organización lograr más con menos recursos, lo que reduce los costos operativos y mejora la rentabilidad.
- Experiencia de cliente mejorada: Los procesos de mejora continua conducen a productos y servicios de mayor calidad que satisfacen las necesidades de los clientes. Al comprometerse con la mejora constante, se pueden ofrecer actualizaciones continuas que superan las expectativas de los clientes.
- Fuerza laboral comprometida y empoderada: Los procesos de mejora continua brindan oportunidades de aprendizaje y crecimiento constante para los empleados, lo que fortalece su compromiso y empoderamiento. Identificar y abordar áreas de mejora juntos fomenta el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos.
- Agilidad y resiliencia: Una cultura empresarial comprometida con la mejora continua se caracteriza por su flexibilidad, lo que facilita la adaptación a las necesidades cambiantes del mercado, las regulaciones y las tendencias del sector.
- Ventajas competitivas: Enfocarse en la mejora constante conduce a productos, servicios y procesos más innovadores que superan a la competencia, posicionando a la organización como líder en el mercado.

La implementación de la mejora continua se puede llevar a cabo a través de diversas metodologías, entre las cuales destacan: Six Sigma, Lean Manufacturing, PHVA (metodología usada principalmente por la norma ISO 9001:2015 y que ya fue descrita en su correspondiente apartado), entre otras, cada una con enfoques específicos para optimizar procesos, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia en las organizaciones. A continuación, se describen las dos metodologías más usadas en cuanto a calidad automotriz se refiere.

7.1.1.- Six Sigma

Six Sigma es un método que busca mejorar la calidad de los procesos al reducir defectos y minimizar la variabilidad, empleando análisis estadístico de datos. Introducido por Bill Smith de Motorola en los años 1980, se basa en principios como enfoque en el cliente,

eliminación de problemas, colaboración y mejora continua. Desde su adopción por GE (General Electric), ha extendido su aplicación más allá del sector manufacturero.

Six Sigma consta de dos sub metodologías principales:

- DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar): utilizada para mejorar procesos o productos existentes que no cumplen con las necesidades del cliente o los estándares de la empresa.
- DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar): empleada para desarrollar nuevos procesos o productos, o para optimizar aquellos que ya han sido mejorados, pero aún no cumplen con las expectativas.

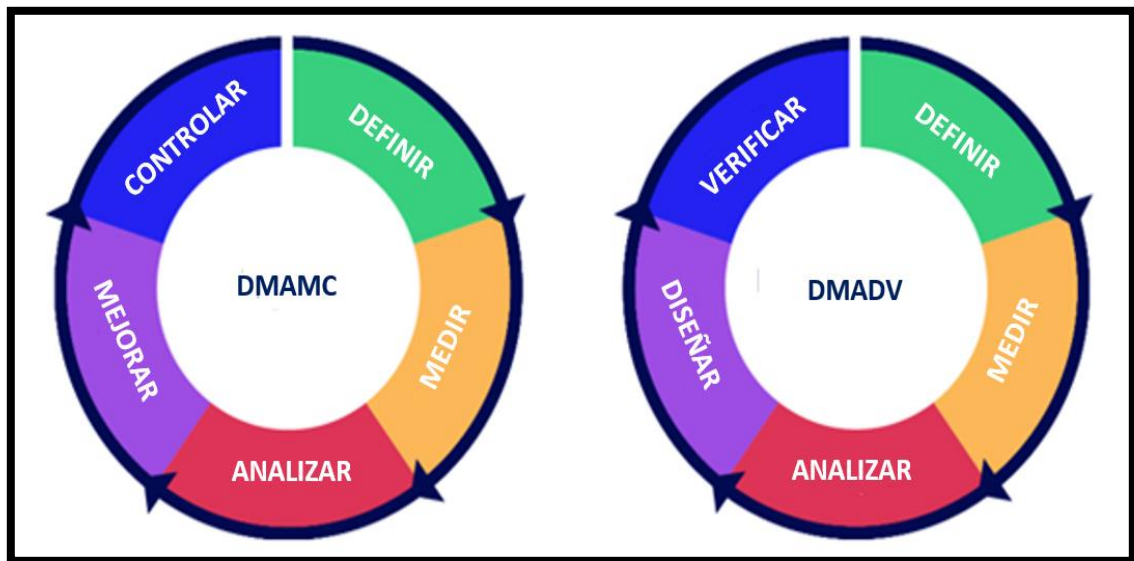


Ilustración 30 - Sub metodologías de Six Sigma: DMAMC y DMADV

Recuperado de: <https://appian.com/blog/acp/process-mining/continuous-improvement-process-explained.html>

7.1.2.- Lean

La metodología Lean se emplea para optimizar los procesos mediante la eliminación del desperdicio y el enfoque en la creación de valor para el cliente, fundamentándose en los principios de mejora continua y respeto a las personas. Originada en la fabricación y desarrollada por Shigeo Shingo y Taiichi Ohno en el Sistema de Producción de Toyota, Lean se ha extendido a diversas industrias, desde la atención médica hasta las finanzas y el desarrollo de software. A menudo, se combina con otras metodologías de mejora continua, como Kaizen o Six Sigma.

Los cinco principios básicos de la metodología Lean son:

- Identificación de valor: Se centra en lo que beneficia a los clientes y elimina ineficiencias y desperdicios.
- Mapeo del flujo de valor: Documenta todos los pasos involucrados en el proceso de creación de valor utilizando técnicas como el tablero Kanban o el descubrimiento de procesos.
- Creación de flujos de trabajo eficientes: Elimina los cuellos de botella que causan ineficiencia en los procesos.
- Desarrollo de un sistema de extracción: Crea una cola para nuevos trabajos para optimizar los recursos y reducir la sobreproducción.
- Mejora continua: Evalúa y repite los pasos anteriores para abordar nuevos desafíos y generar eficiencia y adaptabilidad en los procesos a lo largo del tiempo.



Ilustración 31 - Principios básicos de la metodología Lean

Recuperado de: <https://appian.com/blog/acp/process-mining/continuous-improvement-process-explained.html>

7.1.3.- Como se implementa un proceso de mejora continua

La implementación de un proceso de mejora continua generalmente involucra una serie de pasos, aunque las organizaciones pueden optar por diferentes métodos como Kaizen, PDCA, Six Sigma, lean o TOC para guiar este proceso. Estos pasos comunes incluyen:

1. Definir el alcance implica identificar el proceso que requiere mejoras y establecer metas claras. Es esencial comenzar gradualmente, enfocándose en cambios iterativos y continuos para lograr los mejores resultados en el proceso de mejora.
2. La selección de un equipo diverso y multidisciplinario es fundamental. Esto incluye a líderes de diferentes áreas y niveles dentro de la organización, lo que fomenta el compromiso y la responsabilidad de los empleados, elementos cruciales para cultivar una cultura de mejora continua.
3. Identificar oportunidades de mejora se basa en comprender a fondo los procesos existentes y sus ejecuciones. Este análisis, respaldado por la recopilación de datos y el uso de herramientas como la minería de procesos o diagramas de causa y efecto, revela áreas de ineficiencia y desperdicio que pueden ser objetivos de mejora.
4. El desarrollo del plan de mejora es el siguiente paso, una vez identificadas las oportunidades. Este plan establece prioridades, objetivos mensurables y un cronograma para implementar cambios de manera efectiva.
5. La implementación del plan implica ejecutar las acciones definidas. Es crucial involucrar a todas las partes interesadas y comunicar los cambios en todo momento. La mejora continua implica aprender de los obstáculos encontrados y ajustar en el camino.
6. El monitoreo del progreso es esencial para evaluar el impacto de las mejoras implementadas. Comparar los resultados con los objetivos establecidos proporciona información valiosa para futuras iteraciones.
7. Finalmente, la mejora continua implica identificar constantemente nuevas oportunidades de mejora. Al revisar los procesos de manera continua y documentar lecciones aprendidas, se puede iterar en el ciclo de mejora o aplicar los resultados estandarizados a otras áreas de mejora. (*Rachel Nizinski, 2023*)

7.2.- Estandarización

La estandarización consiste en un conjunto de reglas que todas las organizaciones deben seguir para garantizar la calidad y los estándares de los bienes producidos. Al aplicarla, se asegura la consistencia y comparabilidad de los productos según los estándares

definidos, lo que facilita la coordinación y toma de decisiones dentro de la organización. Su objetivo es mejorar la productividad, calidad, seguridad y compatibilidad de los productos.

- Importancia de la Estandarización:

La estandarización es esencial porque constituye el pilar fundamental para el desarrollo de productos bajo reglas y protocolos universalmente adoptados. Al emplearla, se facilita la interoperabilidad y la compatibilidad, acelerando así el proceso de desarrollo. Además, su implementación en organizaciones y empresas contribuye a reducir errores en el desarrollo de productos.

Este proceso, aceptado globalmente, permite a las organizaciones comercializar sus productos a nivel mundial y mantener la confiabilidad del producto, aumentando su productividad al seguir estándares. Asimismo, protege al consumidor y mantiene su confianza en los productos. La estandarización garantiza que los productos de uso universal cumplan con las mismas regulaciones y reglas, preservando así su calidad. Se pueden emplear diversos tipos de procesos de estandarización, como la gestión de calidad, la seguridad de la información y la seguridad alimentaria, todos cruciales para mantener la calidad del producto.

- Ventajas de la Estandarización

La estandarización ofrece una serie de ventajas significativas para las organizaciones, algunas de las cuales se detallan a continuación:

1. Eliminación de conjeturas y ambigüedades: Al establecer estándares y reglas predefinidos para el desarrollo de productos, se reduce la incertidumbre y las conjeturas durante el proceso. Esto permite que el producto siga las pautas de desarrollo de manera eficiente, reduciendo así el tiempo y los esfuerzos adicionales.

2. Mejora de la calidad: La estandarización contribuye a mejorar la calidad del producto al garantizar que se desarrolle bajo estándares y reglas adecuados. Esto aumenta la fiabilidad y consistencia del producto durante su desarrollo, ya que las políticas y procedimientos están documentados adecuadamente y se siguen durante el proceso de desarrollo.
3. Aumento de la productividad: La productividad del producto es crucial para las organizaciones, y la estandarización ayuda a aumentarla al reducir la ineficiencia del sistema. Al eliminar la ambigüedad en los productos, se reducen los conflictos en su desarrollo, ya que las reglas y estándares predefinidos facilitan a los empleados mantener el nivel de calidad mientras aumenta la producción. (Faisal, 2021)

7.2.1.- ¿Como se Estandarizan los procesos?

Es crucial involucrar a una amplia gama de personas en el proceso, incluidos aquellos que realizan las tareas diaria o semanalmente, así como los proveedores de insumos y los clientes de los resultados. Aquí hay una serie de pasos para estandarizar procesos:



Ilustración 32 - Estandarización de procesos

Recuperado de: <https://www.manifest.ly/blog/process-standardization-a-complete-guide/>

1. Definir el proceso desde un nivel alto e incluir entradas y salidas. Por ejemplo, en la administración de propiedades, esto podría ser cuando un inquilino se muda a un departamento.

2. Mapear el proceso utilizando herramientas como el mapeo de procesos, que muestra el orden de las tareas, puntos de decisión y excepciones. Esto es útil para comenzar a pensar en la estandarización.
3. Detallar los puntos de decisión, utilizando la lógica condicional del flujo de trabajo, para identificar opciones y pasos adicionales, como en el proceso de solicitud de un inquilino.
4. Identificar errores críticos que puedan tener consecuencias importantes en el proceso y priorizar su manejo.
5. Determinar si algún paso se puede eliminar o consolidar para hacer el proceso más eficiente.
6. Evaluar qué pasos se pueden automatizar para ahorrar tiempo y reducir errores, como el envío de correos electrónicos o mensajes de texto.
7. Documentar el proceso, centrándose en entradas, salidas, puntos de decisión y responsabilidades.
8. Mantener un enfoque de mejora continua en lugar de centrarse en un producto final, ya que las condiciones comerciales cambian y surgen nuevas tecnologías, lo que requiere ajustes y actualizaciones constantes en los procesos.

7.2.2- Obstáculos para la estandarización de Procesos

Las siguientes son obstáculos comunes para la estandarización de procesos:

- Falta de comprensión sobre cómo estandarizar los procesos: Esto se debe a menudo a una carencia de experiencia o recursos a nivel organizacional, lo cual puede impedir la implementación de normas y políticas adecuadas, afectando negativamente la productividad, eficiencia y control de calidad.
- Falta de recursos para implementar y mantener la estandarización: Muchas empresas evitan la estandarización debido a la percepción de que resultará costosa o difícil de lograr sin una inversión suficiente en personas con habilidades especializadas, como el entrenamiento del personal en nuevas técnicas.

- Falta de apoyo gerencial para la gestión del cambio: Las iniciativas de gestión del cambio mal ejecutadas pueden alienar a los empleados y crear barreras de comunicación entre departamentos y equipos, lo que afecta la implementación efectiva de la estandarización. (Crawford, 2020,)

7.3.- Mapeo de Procesos

El mapeo de procesos es una herramienta de gestión que visualiza el flujo de trabajo en una empresa, identificando responsables y mostrando quién y qué está involucrado en cada paso. Es una herramienta aplicable en cualquier organización, que ayuda a identificar áreas de mejora y optimización en los procesos comerciales. El mapeo de procesos implica el rediseño de formas de trabajo, incluyendo la organización del tiempo, la gestión de tareas y la mejora de la comunicación, con el objetivo de lograr resultados más positivos y satisfactorios. Sus pilares fundamentales son generar valor añadido, aumentar la calidad y garantizar la productividad.

El objetivo principal del mapeo de procesos es entender y definir con precisión cómo funcionan los procesos dentro de una organización. Esto implica identificar la secuencia de actividades y responsables en cada proceso para determinar la eficiencia y detectar posibles cuellos de botella o pasos innecesarios. Al representar visualmente el flujo de trabajo, el mapeo de procesos facilita la comprensión de la cadena de valor y sugiere áreas de mejora. El mapeo de procesos busca aumentar la percepción sobre cómo se llevan a cabo las tareas, cuáles son los resultados y cómo se pueden mejorar. Es esencial para cualquier negocio, ya que proporciona un diagrama detallado de cómo la empresa agrega valor a los clientes, garantizando que todos los miembros del equipo sigan los mismos procedimientos de manera consistente. (TOVS, 2022)

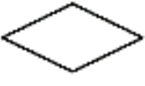
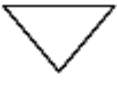
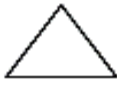
Dentro de la variedad de ejemplos que podemos encontrar en el mapeo de procesos tenemos al diagrama de Flujo el cual se explicará más adelante, ya que será de gran importancia para el desarrollo de este proyecto.

7.3.1.- Diagramación

Diagramar implica visualizar de manera gráfica diversos elementos, como hechos, relaciones o movimientos, utilizando símbolos que clarifican las interacciones entre diferentes factores o unidades administrativas, así como las relaciones causa-efecto entre ellos. Estos diagramas son herramientas decisivas, ya que posibilitan comprender de forma analítica la secuencia detallada de una acción, facilitando la toma de decisiones informadas. (Anónimo, 2018)

7.3.1.1.- Simbología de la Norma ISO 9000 para diagramas

Tabla 1 - Simbología de la Norma ISO en diagramas

SÍMBOLO	REPRESENTACIÓN
	Operación: Fase del proceso, método o procedimiento
	Inspección y medición: representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y productos.
	Operación e inspección: indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación: indica el movimiento de personas, materiales o equipo.
	Demora: indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión: representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entradas de bienes: producto o material que ingresa al proceso.
	Almacenamiento: Deposito y/o resguardo de información de productos.

Información recuperada de: <https://omdiaz-espol.blogspot.com/2018/12/capitulo-6-diagramacion.html>

7.3.2.- Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo, también conocido como diagrama de actividades, es una herramienta que visualiza un algoritmo o proceso de manera gráfica, representando una secuencia estructurada de pasos interconectados que pueden ser revisados en su conjunto. En esta representación, se emplean figuras geométricas predefinidas que representan cada paso del proceso, las cuales se conectan mediante flechas y líneas para indicar la dirección del flujo y establecer el recorrido del proceso, de manera similar a un mapa.

Existen cuatro tipos principales de diagramas de flujo según su modo de representación:

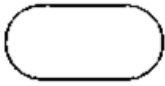
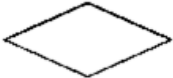
- Horizontal: Se desarrolla de derecha a izquierda, siguiendo el orden de lectura habitual.
- Vertical: Se estructura de arriba hacia abajo, similar a una lista ordenada.
- Panorámico: Permite visualizar todo el proceso en una sola hoja, combinando los modelos vertical y horizontal.
- Arquitectónico: Representa un itinerario de trabajo o un área de trabajo específica, detallando sus procesos y relaciones.

Los diagramas de flujo son herramientas versátiles y simples que sirven como mecanismo de control y descripción de procesos. Su aplicación abarca diversas disciplinas, desde la programación y la informática hasta la economía, las finanzas, los procesos industriales e incluso la psicología cognitiva. Permiten una mejor organización, evaluación y replanteamiento de secuencias de actividades y procesos de diferentes índoles, facilitando la comprensión y la optimización de los mismos. (Editorial Etecé, 2021)

7.3.2.1.- Simbología del Diagrama de flujo

A continuación, se muestra la simbología que se ocupa en la elaboración de un diagrama de Flujo.

Tabla 2 - Simbología de un diagrama de flujo

SIMBOLO	REPRESENTACIÓN
	Inicio/Final: Representa el inicio y final de un proceso.
	Línea de Flujo: Representa el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada/Salida: Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida.
	Proceso: Representa cualquier tipo de operación.
	Decisión: Nos permite analizar una situación con base en los valores verdaderos y falso.

Información recuperada de: <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/#:~:text=El%20diagrama%20de%20flujo%20o,su%20revisi%C3%B3n%20como%20un%20todo.>

7.3.3.- Cursograma Analítico

El Cursograma Analítico es un diagrama que detalla todas las acciones realizadas en el desarrollo de un trabajo, incluyendo operaciones, transporte, inspección, espera y almacenaje. Este tipo de diagrama muestra la trayectoria de un producto o proceso, indicando los tiempos requeridos para cada acción y las distancias recorridas. Su nivel de detalle es superior al de un diagrama sinóptico, ya que registra una mayor cantidad de información, lo que luego puede ser utilizado para mejorar el proceso.

Los tipos de cursograma analíticos existentes son:

- Del operario: sigue la trayectoria de una persona, es decir registra todos los flujos de movimiento de la persona.
- De material: que muestra el movimiento y secuencia de la manipulación de los materiales.
- De equipo: que registra el movimiento del uso del equipo durante el desarrollo de una actividad. (Gisbert, s/f)

A continuación, se muestran símbolos que serán ocupados mas adelante en el desarrollo de este proyecto.

Tabla 3 - Recopilación de simbología que se ocupara más adelante para el desarrollo del proyecto

SIMBOLO	REPRESENTACIÓN
	Operación: Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. En procedimientos administrativos, brindar información, emitir un formulario, etc.
	Inspección: Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas.
	Transporte: Indica el traslado físico de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. En procedimientos administrativos el traslado de un formulario.
	Espera: Indica que hay un elemento dado detenido esperando a que se produzca un acontecimiento determinado. Periodo de tiempo en el que se registra inactividad
	Almacenamiento: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén según un criterio determinado de clasificación.

Cuando se usan regularmente diagramas analíticos, resulta más práctico emplear hojas impresas como el siguiente: (Cross, 2012)

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO							
Diagrama N°							
	Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
Proceso:	Operación	○					
	Transporte	⇒					
Actividad:	Espera	D					
	Inspección	□					
Método: Actual/Propuesto	Almacenamiento	▽					
	Tiempo						
Realizado por:	Distancia						
Descripción	Símbolo					Distancia	Tiempo
	○	⇒	D	□	▽		
Almacén							
Emite Solicitud de Compras por duplicado							10 min.
Envía original a Compras						115	5 min.
Archiva el duplicado por fecha						5	3 min.
Compras							
Consulta el fichero de Proveedores							
Emite Pedido de Cotización por duplicado						2	10 min.
						2	12 min.
Archiva el duplicado del Pedido de Cotización y el original de la Solicitud de Compras por número de Solicitud						3	5 min.
Total						127	45 min.

Ilustración 33 - Representación de un Diagrama de Análisis de Procesos o Cursograma
 Recuperado de: <https://prezi.com/stvlfzezsc4i/diagramas-de-analisis-de-proceso/>

7.4.- Diagrama de Ishikawa

Un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta de visualización utilizada para categorizar las posibles causas de un problema. Su propósito principal es identificar las causas fundamentales que pueden estar contribuyendo a un problema específico.

Algunas razones por las que puede considerarse el uso de un diagrama de espina de pescado son:

- Identificar las posibles causas de un problema específico.
- Facilitar el desarrollo de productos que aborden las deficiencias del mercado.
- Revelar cuellos de botella o áreas de debilidad en los procesos de negocio.
- Prevenir problemas recurrentes o el agotamiento de los empleados.
- Asegurar que las acciones correctivas implementadas aborden efectivamente el problema identificado. (Lewis, 2020)

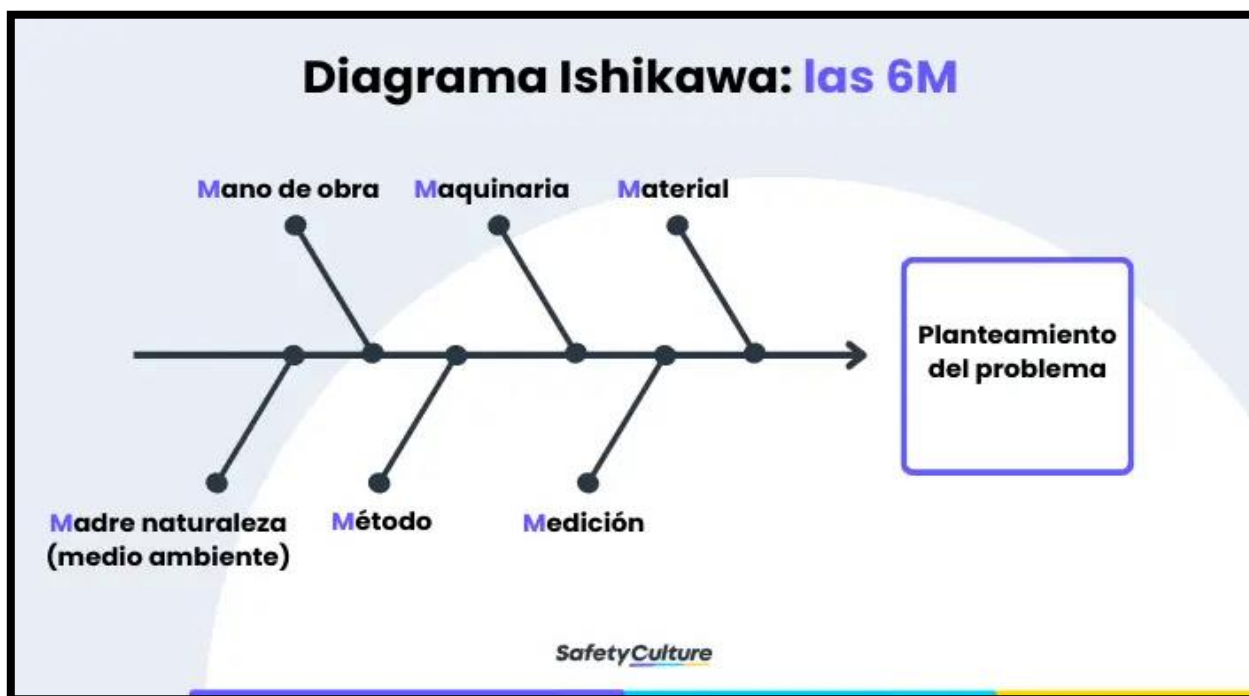


Ilustración 34 - Representación visual del diagrama de Ishikawa. (Metodología de las 6M)

Recuperado de: <https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa/>

Para crear un diagrama de Ishikawa efectivo, es crucial entender sus pasos clave y adaptarlo a las necesidades específicas para obtener sus beneficios.

7.4.1- Pasos clave para la elaboración de un Diagrama de Ishikawa

- Enumerar el problema en un formato de declaración y dibujar un cuadro alrededor de la cabeza del pez. Dibujar una flecha horizontal a lo largo de la página, actuando como la columna vertebral del pescado.
- Identificar al menos cuatro "causas" generales del problema, como métodos, habilidades, equipos, personas, materiales, entorno o mediciones. Dibujar estas causas para que se ramifiquen desde la columna, formando las primeras espinas del pez.
- Intercambiar ideas sobre información de apoyo para cada causa general, utilizando métodos de cuestionamiento como los 5 porqués o las 4P (políticas, procedimientos, personas y planta). Anotar los factores contribuyentes para cada causa.
- Continuar analizando cada causa hasta identificar las causas fundamentales del problema. Luego, el equipo analiza el diagrama para acordar un resultado y los próximos pasos a seguir. (Lewis, 2020)

7.4.2.- Beneficios del diagrama de Ishikawa

- Identificación de causas: Ayudan a identificar las causas subyacentes de los problemas, abordando así las raíces de los mismos.
- Mejora en la comunicación: Facilitan una comunicación más efectiva entre los miembros del equipo al proporcionar una estructura visual clara.
- Organización visual: Permiten organizar información compleja de manera visual, facilitando el análisis y la comprensión.
- Generación de soluciones: Ofrecen un marco para generar soluciones, ayudando a priorizar acciones para abordar las causas raíz.
- Seguimiento y planificación: Permiten realizar un seguimiento de los avances y planificar acciones futuras de manera sistemática.

7.5.- Gestión Visual

La gestión visual implica representar datos en el entorno laboral para comunicar información crucial a los equipos, garantizar la adherencia a los estándares laborales y detectar o prevenir problemas. Este enfoque, fundamental en la filosofía Lean, ofrece diversas formas de implementación.

Las funciones de la gestión visual incluyen:

- Compartir información: Utilizando tableros, marcas y luces para transmitir datos y detalles relevantes en el entorno laboral.
- Desarrollar estándares de trabajo: Permitiendo establecer ritmos y procedimientos estándar al visualizar el trabajo realizado.
- Compartir estándares de trabajo: Mostrando de manera clara y visible los estándares establecidos para guiar las actividades laborales.
- Resaltar problemas: Identificando rápidamente errores o problemas a través de señales visuales para una pronta solución.
- Resolver problemas: Utilizando la gestión visual para prevenir confusiones o mal uso de equipos mediante una representación clara de los procedimientos correctos.

La gestión visual ofrece una serie de beneficios que impactan directamente en los resultados empresariales. En cuanto a los beneficios, proporciona transparencia en los procesos, lo que facilita la supervisión y el seguimiento, promueve la responsabilidad y la coherencia al clarificar las responsabilidades y estandarizar el trabajo, facilita las tareas al eliminar la ambigüedad y permite una capacitación más eficiente al simplificar las operaciones.

En términos de resultados empresariales, la gestión visual mejora la eficiencia del proceso al agilizar las operaciones y reducir la ambigüedad, reduce los residuos al identificar y eliminar desperdicios mediante señales visuales y un diseño de procesos más eficientes, garantiza flujos de trabajo más seguros al proporcionar instrucciones claras y evita errores, y optimiza el inventario al permitir una gestión más precisa y eficiente del mismo. (Calhoun, 2021)

7.5.1.- Tipos de Gestión Visual:

Existen varios tipos de gestión visual que mejoran la eficiencia y la organización en el entorno laboral:

- **Diseño de fábrica:** El diseño de la fábrica, sorprendentemente, es una forma de gestión visual. La disposición de las áreas de trabajo comunica mensajes importantes a los trabajadores y supervisores, priorizando el flujo de trabajo y asegurando una visibilidad óptima.
- **Herramientas y piezas:** La metodología 5S es un ejemplo de gestión visual que se centra en organizar los espacios de trabajo y mantener la ordenación constante. Esta metodología asigna un lugar definido para cada herramienta y pieza, eliminando así la pérdida de tiempo buscando herramientas.

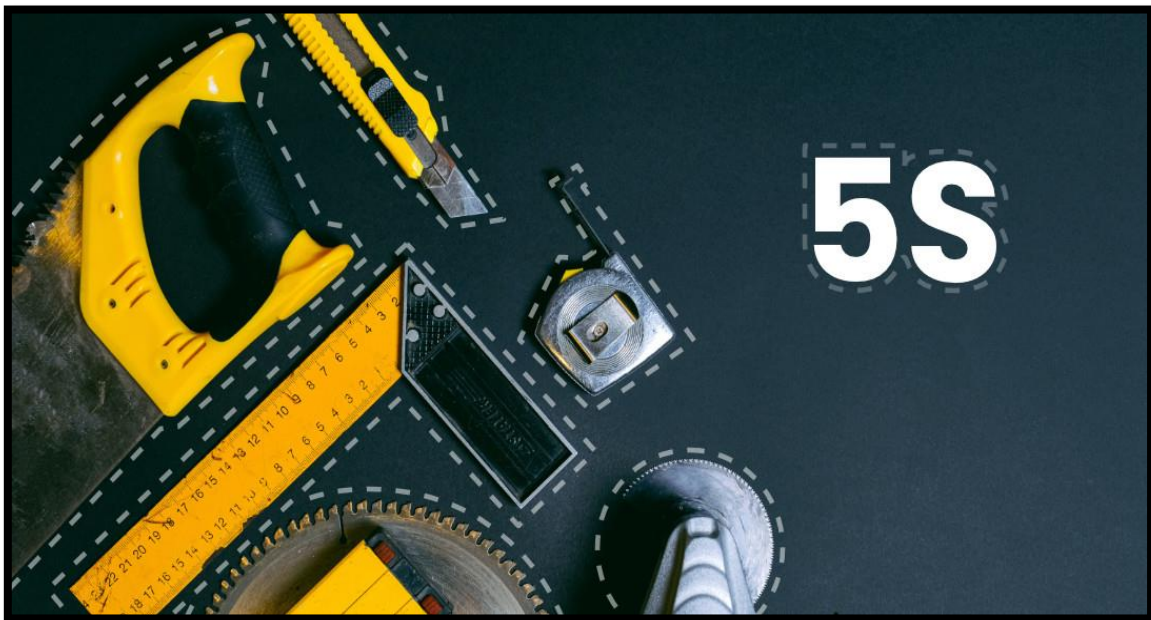


Ilustración 35 - 5S como herramienta de Gestión Visual

Recuperado de: <https://www.veryableops.com/blog/visual-management-manufacturing-logistics>

- **Marcas:** Utilizar marcas en superficies como pisos, estantes y paredes es una herramienta efectiva para comunicar información contextualizada. Por ejemplo, carriles para montacargas, indicaciones para recolectores y etiquetas claras en las máquinas son ejemplos comunes.

- Pantallas de datos: Las pantallas digitales en el taller que muestran métricas clave en tiempo real y alertan sobre problemas en la línea son otro ejemplo de gestión visual. Estas pantallas proporcionan información crucial de manera fácilmente comprensible, a menudo utilizando códigos de colores para resaltar la situación. (Calhoun, 2021)

7.6.- Estudio de Tiempos

“Observar, registrar y calificar el trabajo humano para establecer los tiempos requeridos por un trabajador calificado para realizar un trabajo específico en condiciones establecidas a un ritmo de trabajo definido”. (Christiansen, B., 2021)

El término "trabajo" engloba todas las actividades dentro de la fábrica que contribuyen al proceso de producción, ya sea mediante el uso de mano de obra, maquinaria o decisiones tomadas por operadores durante el proceso de producción.

Los estudios de tiempos son más apropiados para actividades que implican un conjunto de acciones predecibles y repetitivas, siendo óptimos en entornos de fabricación donde el proceso se divide en tareas secuenciales y movimientos del operador. En este contexto, se calcula el tiempo necesario para una tarea específica realizada por varios trabajadores para establecer el tiempo estándar, que es el promedio que tarda un trabajador capacitado en completarla. Estos estudios son actividades de medición del trabajo realizadas por observadores capacitados, utilizando herramientas básicas como cronómetros y portapapeles, o herramientas más avanzadas como cámaras de vídeo y software especializado en fábricas modernas. (Christiansen, B., 2021)

7.6.1.- Beneficios del estudio de tiempos

El análisis de estudio de tiempos es crucial por varias razones. Ofrece una visión detallada de la eficiencia laboral y ayuda a mejorar la productividad. Además, revela fallas en el diseño de la planta y la asignación de recursos. También contribuye al bienestar de los trabajadores al mejorar la seguridad y eliminar movimientos innecesarios. Otros beneficios incluyen una planificación de programas de producción realista, una asignación óptima de mano de obra, comparaciones entre procesos alternativos y la

eliminación de operaciones ineficientes. Además, proporciona métricas útiles para ingenieros y directores de producción, como tiempos de entrega estimados, necesidades de mano de obra futuras y costos de producción.

7.6.2.- Requisitos fundamentales para realizar estudios de tiempos exitosos

Sin importar la industria o los procesos de producción específicos, un estudio de tiempos sigue una serie de requisitos básicos consistentes.



Ilustración 36 - Requisitos básicos para realizar estudios de tiempos exitosos

Recuperado de: <https://limblecmms.com/blog/how-to-do-a-time-study/>

1. Establecimiento de metas y límites claros: Define los objetivos del estudio y los procesos específicos que serán analizados.
2. Selección de un observador capacitado: Busca a un ingeniero industrial con experiencia y certificación en optimización del lugar de trabajo para llevar a cabo el estudio.
3. Elección del equipo adecuado: Decide si utilizarás equipos básicos como cronómetros y tableros de estudio de tiempos, o si aprovecharás tecnologías más avanzadas como sistemas de video y software especializado.
4. Determinación del tamaño de muestra apropiado: Asegúrate de seleccionar una muestra laboral lo suficientemente grande y representativa de tu fuerza laboral actual.
5. Selección del momento adecuado: Elige períodos de tiempo que sean representativos del flujo de trabajo general de la instalación, evitando temporadas pico de demanda si es posible. (Christiansen, B., 2021)

7.7.- Justo a Tiempo

"Just in Time" (JIT) o en español Justo a Tiempo, es una estrategia de gestión de inventario que tiene como objetivo reducir al mínimo los niveles de inventario manteniendo solo la cantidad necesaria para satisfacer la demanda inmediata. En lugar de mantener grandes cantidades de inventario en almacén, JIT enfatiza la entrega de productos o componentes justo a tiempo para su uso en la producción o venta.

Esta estrategia se basa en la idea de eliminar el desperdicio al reducir el exceso de inventario, los costos de almacenamiento y los riesgos asociados con la obsolescencia. JIT requiere una estrecha colaboración entre proveedores y fabricantes para garantizar la entrega oportuna de los materiales necesarios en el momento preciso. Además, JIT a menudo se asocia con la mejora continua y la calidad, ya que la reducción de inventario puede resaltar los problemas de calidad y eficiencia que deben abordarse para mantener un flujo de producción suave y eficiente.

7.7.1.- Beneficios del método Justo a Tiempo

Los beneficios del método Just in Time, desarrollado por Toyota a lo largo de los años como parte del Sistema de Producción Toyota (TPS), son significativos:

- Ajuste de la capacidad según la demanda real del mercado.
- Entrega más rápida al cliente, gracias a la reducción de desperdicios y mejoras en el flujo de trabajo.
- Mejora de la eficiencia operativa al minimizar los tiempos de inactividad.
- Aumento en la calidad del producto, gracias a un control más preciso del proceso y una mejor gestión de la información.
- Mayor flexibilidad al adaptarse a la demanda del cliente en tiempo real.
- Reducción de costos de producción, mediante la optimización del espacio de inventario, mejoras en la eficiencia y flujo de efectivo. (Medina, 2023)

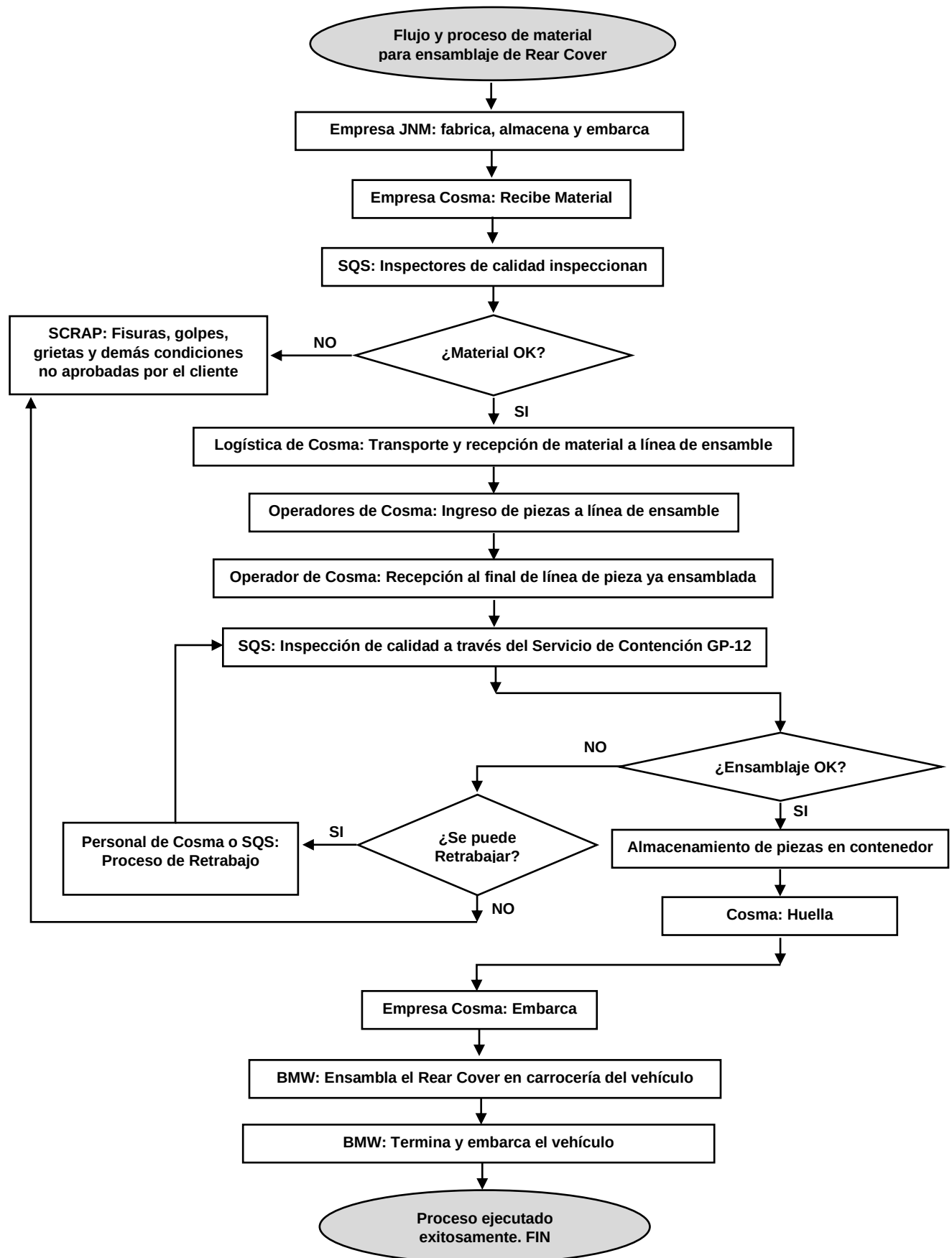
DESARROLLO

8.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

El ensamblaje del Rear Cover, una parte crucial en la producción de vehículos de alta gama como los de la marca BMW, implica una compleja cadena de suministro y procesos meticulosos para garantizar la calidad y eficiencia en cada paso. Este proceso implica la colaboración entre distintos actores, desde el proveedor de piezas, JNM de México SLP, tercerías dedicadas a la inspección de calidad en componentes como lo es SQS, hasta la empresa de ensamblaje, COSMA, y finalmente, el cliente final, BMW. En este proyecto, exploraremos en detalle el proceso de ensamblaje del Rear Cover, desde la llegada de las piezas hasta su entrega al cliente. Nos enfocaremos en los criterios generales para la inspección de piezas, analizaremos cada proceso llevado a cabo en el área de ensamblaje, y examinaremos los factores que pueden afectar la producción mediante un diagrama de Ishikawa. Además, destacaremos otros aspectos relevantes para el desarrollo del proyecto, ofreciendo una visión integral de este proceso crítico en la industria automotriz.

8.1.- ¿Cómo es el flujo y proceso de material para el ensamblaje del Rear Cover?

El ensamblaje del Rear Cover requiere un total de 12 piezas distintas suministradas por el proveedor JNM de México SLP, que luego llegan a la empresa COSMA para su montaje y, finalmente, son entregadas al cliente final, BMW. Durante su estancia en COSMA, todas las piezas pasan por un riguroso proceso de inspección de calidad en el área designada como Inspección Recibo, donde se determina su idoneidad. Una vez que el material es aprobado, se transporta mediante carritos remolcadores tuggers al área de ensamblaje. Tras ser ingresadas en la línea de producción y recibir la aprobación final del inspector de calidad, las piezas son recogidas en contenedores y finalmente son almacenadas en el área correspondiente a través de tuggers dentro de COSMA, para luego ser entregadas al cliente final, BMW. Aunque el proceso pueda parecer simple, garantizar la calidad de las piezas y del ensamblaje final sin comprometer la eficiencia y la velocidad diaria de producción presenta un desafío significativo.



8.2.- Criterios a evaluar durante la inspección del ensamble de Rear Cover

En esta sección, se detallarán los criterios clave que se toman en consideración durante el proceso de inspección de la pieza Assembly Rear Cover. Estos criterios, cuidadosamente seleccionados, son fundamentales para garantizar la calidad y funcionalidad de la pieza final en el ensamblaje del Rear Cover. A través de un análisis exhaustivo de estos criterios, se busca identificar posibles defectos o irregularidades que puedan afectar el desempeño del producto final, asegurando así la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

La inspección de calidad es realizada por un inspector externo a la empresa en la que realizan estas piezas, en este caso la empresa surtidora SQS (Especializad Quality Services).

8.2.1.- Criterios a evaluar para ensamble de Rear Cover G20

- Libre de pre-fisuras: Verificación de nula presencia de fisuras incipientes o pequeñas grietas en la pieza antes de su ensamblaje.
- Libre de fisuras: Similar al punto anterior, pero enfocado en asegurar que la pieza esté completamente libre de fisuras.
- Libre de grietas: Evaluación para garantizar que no haya grietas en la superficie de la pieza.
- Libre de golpes: Verificación para asegurar que la pieza no presente golpes o abolladuras.
- Libre de adelgazamiento: Inspección para confirmar que no haya áreas de la pieza que estén adelgazadas o debilitadas.
- Libre de rebabas: Verificar que no haya rebabas o protuberancias no deseadas en los bordes de la pieza.
- Marcaje de la trazabilidad: Proceso de identificación y seguimiento de la pieza a lo largo de su ciclo de vida. Identificación ubicada en la parte trasera de la pieza.
- Puntos de soldadura: Evaluación de la calidad y la cantidad de puntos de soldadura en la pieza. Debe de contar con un total de 96 puntos.

- Barrenos: Verificación de la presencia y calidad de los barrenos (orificios perforados) en la pieza.
- Studs: Evaluación de los "studs" o pernos roscados presentes en la pieza, que no se encuentren flojos, con rebabas o con otra condición fuera de lo normal.

8.2.2.- Criterios a evaluar para ensamble de Rear Cover G42

- Libre de pre-fisuras: Verificación de nula presencia de fisuras incipientes o pequeñas grietas en la pieza antes de su ensamblaje.
- Libre de fisuras: Similar al punto anterior, pero enfocado en asegurar que la pieza esté completamente libre de fisuras.
- Libre de grietas: Evaluación para garantizar que no haya grietas en la superficie de la pieza.
- Libre de golpes: Verificación para asegurar que la pieza no presente golpes o abolladuras.
- Libre de adelgazamiento: Inspección para confirmar que no haya áreas de la pieza que estén adelgazadas o debilitadas.
- Libre de rebabas: Verificar que no haya rebabas o protuberancias no deseadas en los bordes de la pieza.
- Marcaje de la trazabilidad: Proceso de identificación y seguimiento de la pieza a lo largo de su ciclo de vida. Identificación ubicada en la parte trasera de la pieza.
- Puntos de soldadura: Evaluación de la calidad y la cantidad de puntos de soldadura en la pieza. Debe de contar con un total de 123 puntos.
- Barrenos: Verificación de la presencia y calidad de los barrenos (orificios perforados) en la pieza.
- Studs: Evaluación de los "studs" o pernos roscados presentes en la pieza, que no se encuentren flojos, con rebabas o con otra condición fuera de lo normal.
- Sello: Evaluación de la integridad y la calidad de cualquier sello o junta aplicado en la pieza. Evitar excedente de esta sustancia y removerla siempre que se detecte.

8.3.- Desempeño del área de ensamble de Rear Cover

Una vez que hemos comprendido el flujo del material necesario para el ensamblaje del rear cover y hemos identificado los criterios de evaluación para la inspección de estas piezas, es fundamental analizar el desempeño del área rear cover y comprender las responsabilidades de cada miembro del equipo.

8.3.1.- Rate por hora

Con la reciente incorporación de un inspector de calidad en el área de ensamblaje del Rear Cover, se observó una ligera mejora en el Rate por hora. Esto se debe a la reasignación de tareas, donde el operador anteriormente encargado de recibir la pieza ensamblada al final de la línea ahora tiene menos responsabilidades. La inspección minuciosa y precisa de la pieza, junto con el llenado de registros de calidad correspondientes, entre otras actividades, ahora son responsabilidad del inspector de calidad bajo el servicio de contención temprana GP-12.

Además, es importante destacar que en esta área también trabajan otros dos operadores para el ingreso de material a la línea, cuyo desempeño también es crucial para la producción del área.

De esta manera el rate por hora “ideal” que establece Cosma es de 40 piezas para el modelo G20 y 38 piezas para el modelo G42. Por lo tanto, el ritmo en el que sale cada nueva pieza es de 90 segundos para el modelo G20 y 93 segundos para el modelo G42. Sin embargo, por diversas circunstancias que se analizarán más adelante, estas cifras se ven afectadas por lo que resulta en un rate por hora variable, en donde la cantidad mínima aceptable que esta empresa establece es de 30 piezas para el modelo G20 y 28 Piezas para el modelo G42.

Tabla 4 - Rate por hora ideal para el área de ensamblado de Rear Cover

RATE POR HORA “IDEAL”		
Assembly Rear Cover	G20	G42
Rate	40 piezas	38 piezas

Tabla 5 - Rate por hora mínimo aceptable para el área de ensamblado de Rear Cover

RATE POR HORA “MINIMO ACEPTABLE”		
Assembly Rear Cover	G20	G42
Rate	30 piezas	28 piezas

¿QUÉ PASA SI NO SE CUMPLE CON EL RATE POR HORA?

Cuando el rate por hora no se cumple, es crucial tomar medidas para mitigar cualquier impacto negativo en la producción. Antes de tomar cualquier decisión, el supervisor del área debe consultar el control de producción hora por hora, que se encuentra detallado en un pequeño pizarrón en dicha área. Este registro especifica las causas de cualquier paro o las razones por las cuales la producción no se alcanzó.

Tras analizar detenidamente esta información, el supervisor determinará si hay algún responsable por el incumplimiento del rate y considerará la posibilidad de aplicar sanciones, según corresponda. Además, contemplará la opción de abrir tiempo extra fuera del horario laboral para reponer la producción que no se logró alcanzar.

Es importante destacar que el personal que participa en el área de ensamble puede aportar estrategias y sugerencias para mejorar la eficiencia y aumentar la producción.

8.3.2.- Análisis de tiempos muertos

Crear un estudio de tiempos específico para un inspector de calidad en la planta puede ser desafiante debido a la necesidad de definir con precisión múltiples variables que abarcan diversas circunstancias tanto internas como externas. Sin embargo, aunque es una tarea compleja, no es imposible de llevar a cabo. Para comenzar este estudio, es fundamental definir las actividades que suelen llevar a cabo los inspectores de calidad en la planta.

Es importante destacar que esta tabla no incluye los tiempos muertos asociados con actividades como el cambio de modelo de G20 a G42, intervenciones de mantenimiento debido a fallos de robots, escasez de material, informes sobre material defectuoso, entre

otras. Estas actividades no están directamente relacionadas con las responsabilidades del inspector. Sin embargo, se abordarán más adelante.

8.3.2.1.- Primer Turno: lunes a viernes de 6 a.m. a 4 p.m.

Tabla 6 - Actividades realizadas por un inspector de calidad y tiempo muerto generado durante el 1° turno

ACTIVIDADES EN PRIMER TURNO		
ACTIVIDAD	HORAS	MINUTOS
Estancia en Planta	10	600
Receso	0.5	30
Sanitario	0.166	10
Desplazarse	0.166	10
Tiempo Total Productivo	9.168	550

El primer turno se tiene 10 horas de trabajo, equivalente a 600 minutos en planta. La cual se reducirá 30 minutos de receso obligatorio, menos 10 minutos que ocupará en el sanitario y aproximadamente 10 minutos para desplazarse, instalarse en el lugar de trabajo o incluso entrar y salir de planta. Teniendo un tiempo productivo de 9 horas aproximadamente.

8.3.2.2.- Segundo Turno: lunes a viernes de 4 p.m. a 12 a.m.

Tabla 7 - Actividades realizadas por un inspector de calidad y tiempo muerto generado durante el 2° turno

ACTIVIDADES EN SEGUNDO TURNO		
ACTIVIDAD	HORAS	MINUTOS
Estancia en Planta	8	480
Receso	0.5	30
Sanitario	0.166	10
Desplazarse	0.166	10
Tiempo Total Productivo	7.168	430

El primer turno se tiene 8 horas de trabajo, equivalente a 480 minutos en planta. La cual se reducirá 30 minutos de receso obligatorio, menos 10 minutos que ocupará en el sanitario y aproximadamente 10 minutos para desplazarse, instalarse en el lugar de trabajo o incluso entrar y salir de planta. Teniendo un tiempo productivo de 7 horas aproximadamente.

8.3.3.- Primeras debilidades detectadas en el área de ensamble de Rear Cover

Durante mis primeros días en el área de ensamble Rear Cover, pude notar las primeras debilidades que posiblemente estuvieran afectando la producción y estarían generando tiempos muertos.

- Distracción de los miembros del equipo en el área y horario de trabajo.
- Retraso del personal en su estación de trabajo, especialmente durante los cambios de turno o en el receso otorgado para ir a comer.
- Falta de material necesario para el inspector y los operadores del área.
- Personal nuevo sin experiencia o personal de apoyo generando retrasos.
- Entre muchas otras debilidades que se fueron detectando a lo largo de la estancia en el área y que son descritas en un diagrama de Ishikawa que se muestra a continuación.

¿QUÉ SE PROPONE IMPLEMENTAR?

La propuesta es clara: mejorar el rate por hora mediante la aplicación de diversas estrategias y métodos de inspección, garantizando siempre la calidad del producto. Todo esto se llevará a cabo promoviendo el trabajo en equipo, una comunicación efectiva y otras iniciativas que beneficien a todos los involucrados. De esta manera se busca estandarizar estos procesos para asegurar una ejecución consistente y eficiente en el futuro.

8.4.- Diagrama de Ishikawa

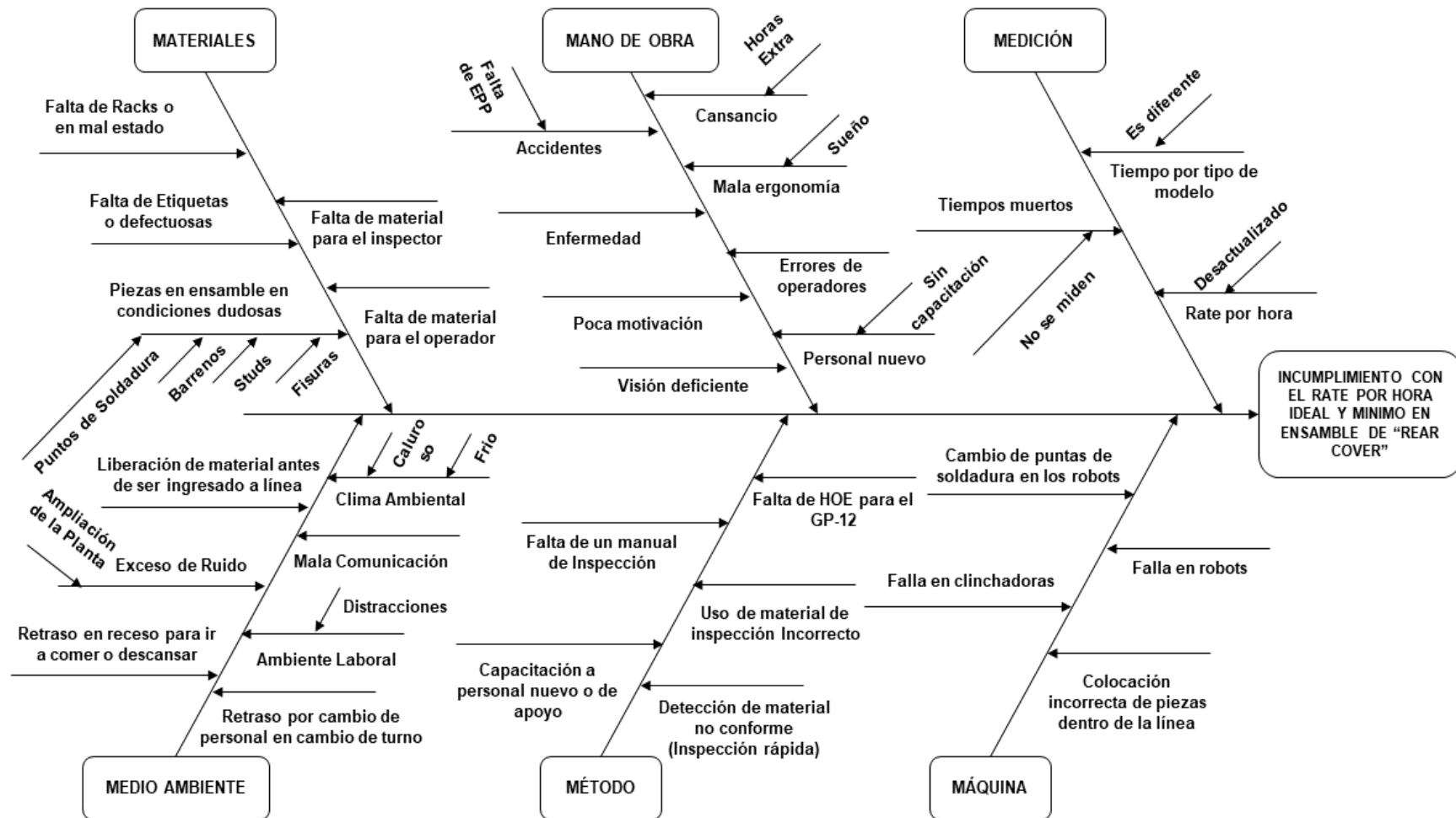


Ilustración 37 - Diagrama de Ishikawa de las causas por las que existe Incumplimiento con el rate por hora ideal y mínimo aceptado en ensamble de Rear Cover

8.4.1.- Análisis de causas a través del diagrama de Ishikawa

Mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron diversas causas que contribuyen al incumplimiento del rate por hora ideal y del mínimo aceptado. Para este análisis, se utilizó un diagrama de causa y efecto de tipo 6M. Entre los problemas detectados, se destacan los siguientes enlistados de mayor a menor redundancia:

8.4.1.1.- Materiales

1. Piezas en ensamble en condiciones dudosas: Studs Flojos, barrenos jalados, fisuras, puntos de soldadura. Revisar estas condiciones a detalle requiere de más tiempo.
2. Falta de etiquetas o etiquetas defectuosas: Generalmente mal impresas. Se tiene que esperar hasta que salga la correcta y en ocasiones eso detiene línea.
3. Falta de racks o racks en mal estado: Al no haber contenedores la producción se detiene. Lo mismo sucede al encontrar contenedores defectuosos y esperar uno nuevo.
4. Falta de material para el inspector y operador: Si no se cuenta con el material necesario para la inspección no está permitido liberar las piezas, por lo que esto también puede detener línea.

8.4.1.2.- Mano de Obra

1. Errores de Operadores: Ejemplo: No imprimir etiquetas. Si no lleva etiqueta el contenedor inspeccionado no puede ser llevado por logística.
2. Poca motivación: El personal no genera un desempeño deseable.
3. Cansancio (Horas Extra): El cuerpo humano tiene límites y al estar cansado el rendimiento no es el adecuado.
4. Mala ergonomía (Sueño): Genera distracciones y puede causar accidentes.
5. Enfermedad: Si una persona se encuentra enferma en línea de producción además de que su rendimiento no será el óptimo puede afectar a sus compañeros.
6. Personal nuevo: Sin capacitación o capacitación deficiente puede generar resultados deficientes en su inspección.

8.4.1.3.- Medición

1. Tiempos muertos no identificados: Al no medirse no se puede controlar este aspecto. No se considera los tiempos muertos generados desde la entrada y la salida del inspector y compañeros de equipo, por lo que no se sabe con exactitud si cumple con su trabajo o no.
2. Rate por hora: variable. Al no tener estrategias establecidas para el flujo ideal de piezas por hora no es posible alcanzar siempre el rate por hora ideal de 40 piezas o 38 piezas, según el modelo.
3. Tiempo por tipo de modelo: El tiempo de producción e inspección es diferente tanto para el modelo G20 como para el modelo G42 por lo cual no se puede llegar a un equilibrio de tiempo exacto.

8.4.1.4.- Medio ambiente

1. Retraso por cambio de personal en cambio de Turno: Retraso del personal que recibe turno a en su estación de trabajo.
2. Retraso en receso para ir a comer o descansar: Cuando personal llega minutos tarde a su estación de trabajo o sale antes de tiempo.
3. Liberación de material antes de ser ingresado a la línea: No está permitido ingresar material que no haya sido liberado antes. Al no haber material liberado la línea puede detenerse.
4. Mala comunicación: Una buena comunicación puede evitar fugas de material con condiciones no aceptables por el cliente. Ejemplo cuando el operador que recibe el ensamblaje final detecta condiciones extrañas debe notificar al operador que se encarga de meter el material en cuestión para evitar seguir ingresando material dudoso a la línea.
5. Ambiente laboral (Distracciones). Al ser un espacio donde transita mucho personal de la planta es común saludos entre compañeros o pequeñas conversaciones, sin embargo, esto puede ocasionar algún accidente o generar el incumplimiento de alguna otra regla.

8.4.1.5.- Método

1. Falta de HOE para el GP-12: Al no haber un método optimizado y estandarizado, la inspección de piezas puede ser lenta, resultando en una producción diaria más baja.
2. Detección de material no conforme: al encontrarse material con condiciones no permitidas por el cliente normalmente suele ocuparse un tiempo para la validación de la pieza con supervisores o gente que corresponda, descuidando por momentos la producción.
3. Capacitación a personal nuevo o de apoyo: Si la capacitación es deficiente el desempeño del personal nuevo o de apoyo será bajo, por lo que puede generar retraso en la línea. Capacitar a nuevo personal con frecuencia genera retrasos.
4. Falta de un manual de introducción al área: Problema común para el personal de nuevo ingreso al área. Se ingresa con cero conocimientos al área por lo que su desempeño es bajo los primeros días.
5. Uso de material de inspección incorrecto: En caso de no usar el material correcto para la inspección se puede dañar la pieza, por lo que tiene que volverse a inspeccionar

8.4.1.6.- Máquina

1. Colocación incorrecta de piezas dentro de la línea: Si se colocan mal las piezas la línea no puede seguir corriendo hasta que se coloque correctamente.
2. Cambio de puntas de soldadura en los robots: Este es considerado un tiempo muerto programado ya que sucede cada determinado tiempo (cada 4 horas o en cambio de modelo).
3. Falla en robots o clinchadoras: Es poco común, pero al suceder es indispensable avisar de inmediato para su pronta solución.

8.5.- Primera medición de tiempo en proceso de inspección

A través de la descripción de los pasos genéricos recomendados para la inspección y un estudio de tiempos, nuestro objetivo es optimizar la eficiencia y la precisión en el proceso

de inspección. Buscamos identificar áreas de mejora, optimizar la productividad y la calidad, y establecer estándares claros para la realización de tareas de inspección. Esto beneficiará a los inspectores, facilitará la capacitación de nuevos miembros y garantizará resultados consistentes.

8.5.1.- Pasos genéricos sugeridos para la inspección del ensamblado final del Rear Cover

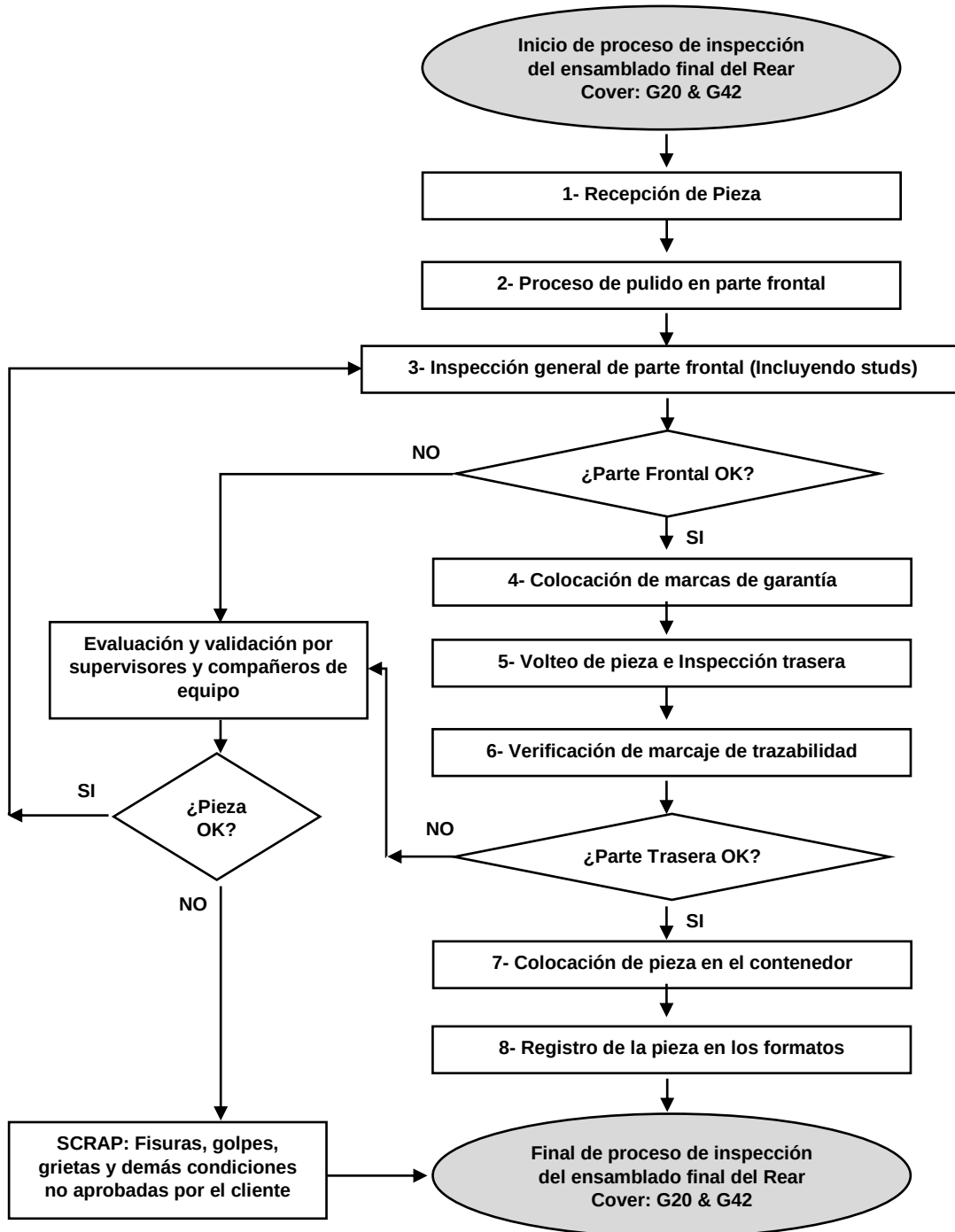
Cuando un nuevo inspector se integra a la estación final GP-12 del área de ensamble Rear Cover, es crucial que comprenda los pasos básicos para garantizar un flujo correcto de las piezas. Aunque con el tiempo los inspectores pueden desarrollar estrategias para agilizar este proceso, es imprescindible que dominen los fundamentos para poder tomar decisiones acertadas según las necesidades específicas en cada situación.

A continuación, se indican los pasos a tomar a través de un diagrama y posteriormente la descripción de cada uno. Sin embargo, es importante mencionar que en estos pasos no está incluida las estrategias propuestas e implementadas que se abordaran más adelante para el aumento de eficiencia y calidad dentro del área.



Ilustración 38 - Inspección del ensamblado final de Rear Cover (G42)

Diagrama para la inspección del ensamblado final de Rear Cover: G20 & G42
(Método genérico sugerido)



Descripción:

1. Recepción de pieza: Recibir y acomodar la pieza para el pulido de la zona frontal.
2. Proceso de Pulido en la parte frontal: Con una malla especial se pulirá todo el frontal de la pieza ensamblada y de ser necesario ocupar lija de grano 80.
3. Inspección general de panel y studs: Una vez pulida, verificar si con esta acción se revelo alguna fisura o condición no permitida por el cliente. Además de verificar si los studs no se mueven o cuentan con rebaba.
4. Colocación de Marcas de Garantía: Con plumón permanente colocar alrededor de cada stud 4 puntos (en total son 5 studs). Esto da a entender que la pieza ha sido inspeccionada y liberada por el inspector de calidad.
5. Volteo de pieza e inspección en zona trasera de la pieza: Verificar si la pieza cuenta con alguna condición no deseada por parte del cliente en esta zona.
6. Verificación de marcaje de trazabilidad: Comprobar que los datos de identificación de cada pieza se encuentran en la parte trasera (hora, día juliano, año, nivel de ingeniería, código interno, numero de pieza y numero de parte de pieza)
7. Colocación de la pieza en el contenedor una vez verificada por completo: Colocar de manera correcta en el rack o contenedor sin dejarlas mal acomodadas.
8. Registro de la pieza en los formatos: Hoja de Inspección GP-12: registrar día juliano y fecha (o número de pieza para el modelo G42) de cada pieza en los formatos

8.5.2.- Estudio de tiempos con los pasos genéricos sugeridos para la inspección con 3 muestras

Para la realización de este estudio de tiempos se consideraron 2 variables, es decir, para un personal nuevo y un personal con experiencia. Cabe mencionar que se considera persona con experiencia cuando se tiene dos meses o 60 días en el área. Los rubros a considerar son lo anteriores mencionados (Subtema 8.5.1).

En total se obtuvieron 12 muestras, 6 para cada tipo de modelo (G20 y G42) y 3 dependiendo el estatus de la persona, es decir, personal nuevo y con experiencia.

Para beneficio de este estudio se solicitó al supervisor de Specialized Quality Services (SQS) un inspector de calidad sin experiencia (personal recién llegado para su cumplimiento de residencias profesionales en esta empresa).

Para este estudio, es muy importante considerar el estatus del inspector, ya que una persona con experiencia posee una mayor manejabilidad al trabajo, lo cual reduce su tiempo de inspección y retrabajo.

Tabla 8 - Estudio de tiempos con “Inspección genérica sugerida” para Assembly Rear Cover G20

ESTUDIO DE TIEMPOS CON “INSPECCIÓN GENERICA SUGERIDA”							
ASSEMBLY REAR COVER G20 (10 PZ)							
NUEVO				EXPERIMENTADO			
MUESTRA	1ra	2da	3ra	MUESTRA	1ra	2da	3ra
Recepción	58	55	51	Recepción	46	51	58
Pulido	259	268	261	Pulido	221	227	210
Inspección Frontal	111	115	98	Inspección Frontal	88	84	86
Marcas de garantía	84	80	75	Marcas de garantía	77	69	74
Inspección trasera	85	90	92	Inspección trasera	74	71	69
Marcaje de trazabilidad	45	49	51	Marcaje de trazabilidad	30	28	34
Rack	188	181	177	Rack	146	153	142
Formatos	61	58	57	Formatos	57	52	55
TOTAL	891	896	862	TOTAL	739	735	728
PROMEDIO	883			PROMEDIO	734		

Nota: Los resultados se muestran en segundos.

De acuerdo con el estudio de tiempos de “Assembly Rear Cover G20”, un inspector de calidad nuevo en promedio inspecciona una pieza de este modelo en 1 minuto con 28 segundos aproximadamente (883 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 88.3 segundos por pieza). Mientras que el inspector con experiencia inspecciona la misma pieza en 1 minuto con 13 segundos aproximadamente (734 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 73.4 segundos por pieza).

Cabe mencionar que estos tiempos se obtuvieron con la autorización del inspector nuevo, y en mi caso (persona ya experimentada en el área) solicite apoyo del líder de operaciones de Specialized Quality Services para la toma de mis tiempos. Además de ser tomados en ambos casos (tanto para el personal nuevo y con experiencia) en momentos estables en los que la línea mantuvo un buen ritmo de producción.

Para tener un número aproximado se generó un promedio de esas mediciones con el fin de ser un poco más precisos

Tabla 9 - Estudio de tiempos con “Inspección genérica sugerida” para Assembly Rear Cover G42

ESTUDIO DE TIEMPOS CON “INSPECCIÓN GENERICA SUGERIDA”							
ASSEMBLY REAR COVER G42 (10 PZ)							
NUEVO				EXPERIMENTADO			
MUESTRA	1ra	2da	3ra	MUESTRA	1ra	2da	3ra
Recepción	59	61	55	Recepción	49	53	54
Pulido	257	241	250	Pulido	205	213	199
Inspección Frontal	114	109	102	Inspección Frontal	80	82	84
Marcas de garantía	94	91	90	Marcas de garantía	82	76	79
Inspección trasera	99	92	95	Inspección trasera	79	75	69

Marcaje de trazabilidad	41	38	37	Marcaje de trazabilidad	37	34	29
Rack	195	191	179	Rack	151	149	154
Formatos	59	62	57	Formatos	51	47	48
TOTAL	918	885	865	TOTAL	734	729	716
PROMEDIO	889.33			PROMEDIO	726.33		

Nota: Los resultados se muestran en segundos.

Para el estudio de tiempos “Assembly Rear Cover G42” un inspector nuevo en promedio inspecciona una pieza de este modelo en 1 minuto con 29 segundos aproximadamente (889.33 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 88.9 segundos por pieza). Mientras el inspector con experiencia inspecciona misma pieza en 1 minuto con 12 segundos aproximadamente (726.33 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 72.63 por pieza).

Si bien los resultados no muestran una diferencia muy grande entre un modelo y otro, es evidente la diferencia de tiempo entre ambos inspectores, teniendo el mejor aprovechamiento de tiempo el inspector con experiencia en ambos modelos. Mientras que el inspector nuevo se hace menos tiempo en inspeccionar el modelo G20 (con 88.33 segundos por pieza), el inspector experimentado hace menos tiempo al inspeccionar el modelo G42 (con 72.63 segundos por pieza).

Recordar que el estándar establecido en Cosma es de 90 segundos (1 minuto con 30 segundos) por pieza para el modelo G20 y 93 segundos (1 minuto con 33 segundos) para el modelo G42, por lo que en ambos casos (tanto inspector nuevo como experimentado) existen espacios de tiempo entre una inspección y otra que pueden ser aprovechados.

8.6.- Análisis de las demoras para el inspector de calidad en el area Rear Cover

Para poder obtener las causas de demoras en el área se realizó un diagrama de flujo para cada modelo de ensamblado de Rear Cover y así poder identificar una posible

problemática en el área de trabajo. Los tiempos obtenidos se tomó a partir de un personal con experiencia.

Es necesario mencionar que el tiempo de inspección es variable ya que no siempre la línea funciona de manera corrida, esto debido a pérdidas de tiempo e incumplimiento con el rate por hora. Las razones por las que sucede este acontecimiento se explican a fondo en el diagrama de Ishikawa analizado anteriormente (Subtema 8.4).

8.6.1.- Diagrama de flujo para el proceso de inspección de Rear Cover modelo G20

Tabla 10 - Diagrama de flujo para Assembly Rear Cover G20. Diagnóstico de Demoras en el proceso

Operador:	Ubicación:	Actividad:	Fecha:	Modelo de
Inspector de Calidad	Estación GP-12 de Rear Cover	Inspección de ensamble final de Rear Cover	Agosto de 2023 a enero de 2024	Rear Cover: G20

DIAGRAMA DE PROCESO DE INSPECCIÓN (A.R.C G20)

Inspección Assembly Rear Cover G20											
Diagrama		Hoja		Resumen							
Ubicación		Estación GP-12 de Rear Cover		Actividad		Método actual	Comentarios				
Actividad		Inspección de ensamble final de Rear Cover (G20)		Operación		2					
Fecha:		Enero del 2024		Trasporte		2					
Operador: Inspector N		Tipo: Estudio		Demora		10					
Comentario: Considerando el tiempo promedio de un inspector de calidad con experiencia.				Inspección		7					
				Almacén		1					
				Tiempo(min)		22.5 (Por cada rack)	Variable. La velocidad del inspector no siempre es la misma.				
				Distancia(mts)		Variable	Dependiendo la ubicación del Rack hay 2 opciones, ya sea a 5 o 7 metros.				
#	Descripción de la actividad			Símbolos			Tiempo (seg)	Distancia metros /	Observadores		
											
1	Colocación de guantes de seguridad.					X			15	Sin Movimiento	

2	Desde la mesa de trabajo, esperar la pieza ensamblada por parte del operador que recibe al salir de la línea y realiza sus correspondientes actividades.			X		Variable	Sin Movimiento	
3	Recepción de pieza y acomodo por la parte trasera para verificación de datos de identificación (Marcaje de trazabilidad).				X	4	Sin Movimiento	
4	Inspección en parte trasera de la pieza ensamblada en base a los Criterios a evaluar en inspección (Subtema 8.2.1)				X	Variable	1 metro	
5	Acomodo o volteo de la pieza para la inspección frontal.			X		4	Sin Movimiento	
6	Pulido de la pieza con malla o lija según corresponda.				X	Variable	1 metro	
7	Verificación de studs con el apoyo de los dedos, confirmando que no se muevan o contengan condiciones no permitidas por el cliente.				X	12	1 metro	
8	Verificación en parte frontal en base a los Criterios a evaluar en inspección (Subtema 8.2.1)				X	Variable	1 metro	
9	En caso de detectar alguna condición que pueda incumplir con los criterios de inspección notificar a los compañeros o líder de área.			X		Variable	Sin Movimiento	
10	Marcas de garantía en cada uno de los studs. Esto da a entender que la pieza esta inspeccionada.				X	8	1 metro	
11	Toma de pieza para su acomodo			X		4	Sin Movimiento	
12	Desplazamiento hacia el contenedor o rack para su almacenaje.		X			7	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack en 7 segundos aprox.
13	Almacenaje de pieza				X	4	Sin Movimiento	
14	Regreso a la estación de trabajo			X		6	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack
15	Registro de los datos de identificación de la pieza en el formato correspondiente			X		5	Sin Movimiento	
16	Repetir los pasos 2 al 15 por 15 veces (cantidad de piezas que van en el contenedor o rack)	X				Variable	Variable	El tiempo y recorrido del inspector no siempre es el mismo
17	Una vez lleno el Rack, esperar a que el compañero operador coloque la etiqueta de identificación del rack			X		Variable	Sin Movimiento	
18	Después de haber colocado la etiqueta de identificación del rack se procede a ir a colocar el Dot de liberación por parte de SQS (Sinónimo de que ya está inspeccionado el contenedor)		X			10	Variable	12 o 17 metros según la posición del rack en 10 segundos aprox.
19	Asegurarse de que el rack va cerrado correctamente y no cuenta con defectos.				X	5	Sin Movimiento	
20	Regresar a estación de trabajo			X		8	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack en 8 segundos aprox.
21	Registrar los datos de identificación del rack en el formato correspondiente.			X		3	Sin Movimiento	
22	Repetir los pasos 16 al 21 las veces que sea necesaria para cumplir con la producción	X				Variable	Variable	El tiempo y recorrido del inspector no siempre es el mismo

Algunas de las demoras identificadas en este diagrama (ordenadas de mayor a menor nivel de impacto) y que no aportan valor son:

1. La espera inicial o alguna otra circunstancia de espera que se tiene que hacer al recibir la pieza por parte del operador.
2. La identificación de posibles condiciones no permitidas del cliente. Cuando se está evaluando esta situación suele ocupar tiempo considerable.
3. El acomodo y volteo de las piezas. Es más perceptible la demora cuando es personal nuevo o de apoyo.
4. Ida y vuelta a la hora de colocar las piezas en el rack o verificar el estado del mismo. Es más perceptible la demora cuando es personal nuevo o de apoyo.
5. Impresión de etiqueta por parte del operador para poder colocar los dots de liberación por parte del inspector de SQS.
6. Registro en los datos de identificación de cada pieza o rack. Hay ocasiones en las que se olvida el número de identificación de pieza o rack y hay que ir nuevamente para verificar esta información.
7. Colocación de guantes de seguridad. A eso agregarle si se identifica que los guantes están rotos o no cumplen con su función.

Nota: Es importante indicar que, si bien se consideró el tiempo promedio de un inspector con experiencia, también se ocupó su técnica para la recopilación de información de ambos diagramas.

8.6.2.- Diagrama de flujo para el proceso de inspección de Rear Cover modelo G42

Tabla 11 - Diagrama de flujo para Assembly Rear Cover G42. Diagnóstico de Demoras en el proceso

Operador:	Ubicación:	Actividad:	Fecha:	Modelo de
Inspector de Calidad	Estación GP-12 de Rear Cover	Inspección de ensamble final de Rear Cover	Agosto de 2023 a enero de 2024	Rear Cover: G42

DIAGRAMA DE PROCESO DE INSPECCIÓN (A.R.C. G42)

Inspección Assembly Rear Cover G42											
Diagrama		Hoja		Resumen							
Ubicación		Estación GP-12 de Rear Cover		Actividad		Método actual	Comentarios				
Actividad		Inspección de ensamble final de Rear Cover (G42)		Operación		2					
Fecha:		Enero del 2024		Trasporte		2					
Operador: Inspector N		Tipo: Estudio		Demora		10					
Comentario: Considerando el tiempo promedio de un inspector de calidad con experiencia y la técnica que usa.				Inspección		7					
				Almacén		1					
				Tiempo(min)		24.8 (Por cada rack)	Variable. La velocidad del inspector no siempre es la misma.				
				Distancia(mts)		Variable	Dependiendo la ubicación del Rack hay 2 opciones, ya sea a 5 o 7 metros.				
#	Descripción de la actividad			Símbolos					Tiempo (seg)	Distancia metros /	Observadores
											
1	Colocación de guantes de seguridad.					X			15	Sin Movimiento	
2	Desde la mesa de trabajo, esperar la pieza ensamblada por parte del operador que recibe al salir de la línea y realiza sus correspondientes actividades.					X			Variable	Sin Movimiento	
3	Recepción de pieza y acomodo por la parte trasera para verificación de datos de identificación (Marcaje de trazabilidad).						X		2	Sin Movimien to	
4	Inspección en parte trasera de la pieza ensamblada en base a los Criterios a evaluar en inspección (Subtema 8.2.1)						X		Variable	1 metro	
5	Acomodo o volteo de la pieza para la inspección frontal.					X			4	Sin Movimiento	
6	Pulido de la pieza con malla o lija según corresponda.						X		Variable	1 metro	
7	Verificación de studs con el apoyo de los dedos, confirmando que no se muevan o contengan condiciones no permitidas por el cliente.						X		13	1 metro	
8	Verificación en parte frontal en base a los Criterios a evaluar en inspección (Subtema 8.2.1)						X		Variable	1 metro	
9	En caso de detectar alguna condición que pueda incumplir con los criterios de inspección notificar a los compañeros o líder de área.					X			Variable	Sin Movimiento	
10	Marcas de garantía en cada uno de los studs. Esto da a entender que la pieza esta inspeccionada.						X		8	1 metro	
11	Toma de pieza para su acomodo					X			4	Sin Movimiento	
12	Desplazamiento hacia el contenedor o rack para su almacenaje.				X				7	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack en 7 segundos aprox.

13	Almacenaje de pieza					X	4	Sin Movimiento	
14	Regreso a la estación de trabajo			X			6	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack
15	Registro de los datos de identificación de la pieza en el formato correspondiente			X			4	Sin Movimiento	
16	Repetir los pasos 2 al 15 por 15 veces (cantidad de piezas que van en el contenedor o rack)	X					Variable	Variable	El tiempo y recorrido del inspector no siempre es el mismo
17	Una vez lleno el Rack, esperar a que el compañero operador coloque la etiqueta de identificación del rack			X			Variable	Sin Movimiento	
18	Después de haber colocado la etiqueta de identificación del rack se procede a ir a colocar el Dot de liberación por parte de SQS (Sinónimo de que ya está inspeccionado el contenedor)		X				10	Variable	12 o 17 metros según la posición del rack en 10 segundos aprox.
19	Asegurarse de que el rack va cerrado correctamente y no cuenta con defectos.				X		5	Sin Movimiento	
20	Regresar a estación de trabajo			X			8	Variable	5 o 7 metros, según la posición del rack en 8 segundos aprox.
21	Registrar los datos de identificación del rack en el formato correspondiente.			X			3	Sin Movimiento	
22	Repetir los pasos 16 al 21 las veces que sea necesaria para cumplir con la producción	X					Variable	Variable	El tiempo y recorrido del inspector no siempre es el mismo

Algunas de las demoras identificadas (ordenadas de mayor a menor nivel de impacto) y que no aportan valor son:

1. La espera inicial o alguna otra circunstancia de espera que se tiene que hacer al recibir la pieza por parte del operador. En especial con este modelo, ya que suele tardar un poco más debido a que se tiene que remover el sello con el que cuenta.
2. La identificación de posibles condiciones no permitidas del cliente. Cuando se está evaluando esta situación suele ocupar tiempo considerable.
3. Manipulación de las piezas. Es más perceptible es personal nuevo o de apoyo.
4. Ida y vuelta a la hora de colocar las piezas en el rack o verificar el estado del mismo. Es más perceptible la demora cuando es personal nuevo o de apoyo.
5. Impresión de etiqueta por parte del operador para poder colocar los dots de liberación por parte del inspector de SQS.
6. Registro en los datos de identificación de cada pieza o rack. Hay ocasiones en las que se olvida el número de identificación de pieza o rack y hay que ir nuevamente para verificar esta información.

7. Colocación de guantes de seguridad. A eso agregarle si se identifica que los guantes están rotos o no cumplen con su función.

8.6.3.- Demoras principales a evaluar en la inspección de piezas

Con la elaboración de ambos diagramas de flujo (Subtemas 8.6.1 y 8.6.2) y su análisis se han identificado y resumido en las siguientes demoras:

1. Espera inicial al recibir la pieza: Se debe optimizar el proceso de recepción para minimizar este tiempo de espera.
2. Identificación de condiciones no permitidas del cliente: Se debe implementar una guía para agilizar este proceso de identificación y evaluación en piezas.
3. Manipulación de piezas: Se deben proporcionar capacitaciones adecuadas para garantizar una manipulación eficiente de las piezas, especialmente para el personal nuevo o de apoyo.
4. Manejo de material y registro de datos: Se deben establecer protocolos claros y efectivos para el manejo del material y el registro de datos, así como proporcionar capacitación adicional si es necesario.
5. Dado el corto tiempo que los inspectores de calidad suelen permanecer (contrato por pocos meses) en comparación con los operadores (trabajador fijo), es vital capacitarlos de forma rápida y efectiva.
6. Mejorar la comunicación interna: Con esto evitar retrasos causados por falta de información o malentendidos además de agilizar la comunicación en caso del mal funcionamiento de algún componente dentro y fuera de línea de ensamble.

8.6.4- Identificación general de tiempos muertos en toda la línea de ensamble

Al realizar el análisis de las demoras experimentadas por un inspector de calidad (Subtema 8.6.1 y 8.6.2) y recopilar las demoras que deben evaluarse (Subtema 8.6.3), pudimos obtener una comprensión más profunda del proceso de inspección. Sin embargo, también quedó evidente que existen tiempos muertos a lo largo de todo el

proceso de inspección, no solo en la labor del inspector, sino también en las actividades realizadas por el equipo de ensamblaje de Rear Cover: los operadores y demás compañeros involucrados. A continuación, se mencionan las demoras adicionales identificadas por todo el equipo de trabajo en toda el área siendo las principales:

1. La espera inicial que hace el inspector u operador para recibir la pieza por parte del compañero de equipo situado en una estación anterior.
2. Retraso por cambio de personal en cambio de Turno o en la hora de comida. Aplica para inspector como operadores.
3. Cambio de modelo (G20 a G42 o viceversa), aunque no se menciona explícitamente como tiempo muerto, puede implicar una interrupción en la producción.
4. Manipulación de piezas: El tiempo dedicado al acomodo y volteo de las piezas especialmente perceptible cuando es realizado por personal nuevo o de apoyo. Aplica para inspector como operadores. Incluye el recorrido que hace cualquier integrante con las piezas.
5. La identificación de condiciones posiblemente no permitidas del cliente en piezas ensambladas, lo cual puede ocupar un tiempo considerable. Aplica para inspector como operadores.
6. Falla en robots y clinchadoras. Incluyendo la intervención de personal de mantenimiento.
7. Falta de material de inspección, de operación o de cualquier otra cosa que impida o dificulta las tareas del personal en el área (incluidos los racks o contenedores). Aplica para inspector como operadores.
8. Retardo en recolección de racks llenos en el área. Al llenarse los contenedores no es posible continuar con la producción por lo que se detiene la línea.

Estas áreas de mejora pueden abordarse mediante la implementación de estrategias específicas, como la estandarización de procesos, la capacitación del personal, la optimización de la comunicación y la actualización de los procedimientos de trabajo estándar. En el siguiente apartado de resultados (subtema 9) se hablará acerca de las estrategias tomadas para la contención de estas demoras.

RESULTADOS

9.- Resultados, planos, gráficas, prototipos, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros.

En este apartado, se exploran las diversas estrategias propuestas e implementadas en el área de ensamblaje del Rear Cover además de cómo ha sido su impacto a lo largo de mi estancia en la empresa. No obstante, es esencial presentar las piezas de las que se ha estado hablando de ambos modelos por separado y luego observar cómo lucen una vez ensambladas en el vehículo.

9.1.- Ensamble Final

- Ensamble de Rear Cover G20: Parte destinada para BMW Serie 3 en su séptima generación.

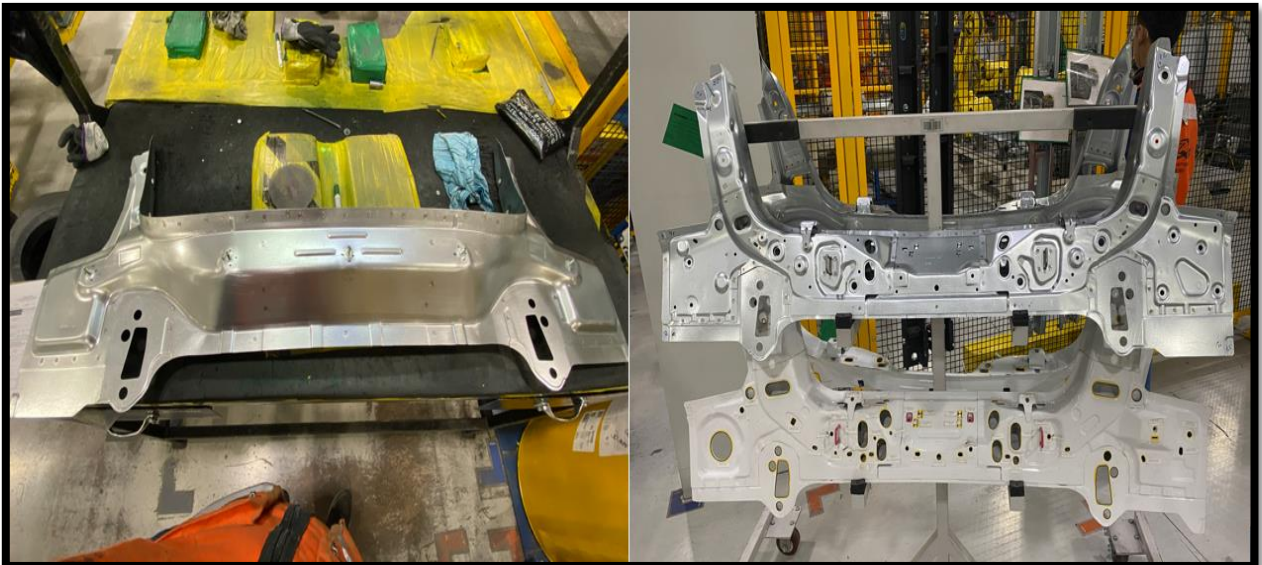


Ilustración 39 - Parte trasera y frontal del ensamble final de Rear Cover G20

- Ensamble de Rear Cover G42: Parte destinada para BMW Serie 2 Coupé en su segunda generación.



Ilustración 40 - Parte frontal y trasera del ensamble final de Rear Cover G42

- Ensamble final del vehículo en la línea de producción de BMW con Rear Cover ensamblado:



Ilustración 41 - Rear Cover (G20) ensamblado en BMW Serie 3 (Séptima generación)

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=SYQvrJ-SuXU&list=LL&index=5>

9.2.- Estrategias para el incremento de eficiencia y calidad:

9.2.1.- Implementación de un sistema de gestión de calidad:

- Establecimiento de procedimientos estandarizados: En los anexos de este proyecto se encuentra el “Manual de Inspección” y la “Hoja de Operación Estándar”. En dicha información se encuentran los pasos específicos a seguir en la inspección de piezas y familiarización en el área con la finalidad de cubrir esta carencia que se encontraba inicialmente. Para mayor información consultar Anexo 1 y 2.



Ilustración 42 - Manual de inspección ubicado en Anexo 1 y 2

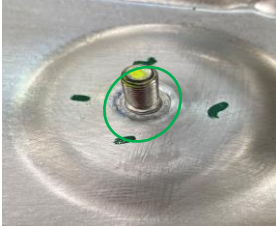
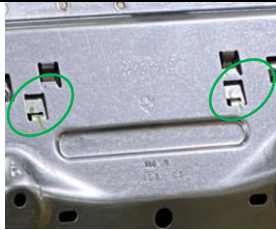
- Capacitación del personal: Con ayuda del Manual Propuesto y la Hoja de Operación Estándar mencionadas anteriormente, ahora se tiene un fundamento teórico que sirve de apoyo para las actividades realizadas en la estación GP-12. Con la existencia de este material las sesiones de capacitación ahora son más eficientes.

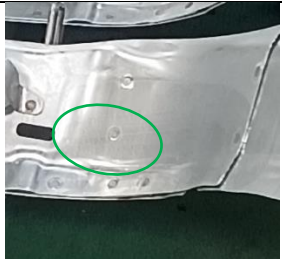


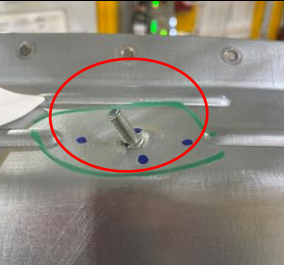
Ilustración 43 - Supervisión y capacitación de nuevos inspectores

- Implementación de medidas de control de calidad: Por medio de la recopilación de diferentes defectos que se han tenido en las piezas inspeccionadas a lo largo de mi estancia en esta área se elaboró una tabla con el conjunto de condiciones no permitidas por el cliente, la cual tiene como finalidad conocer y evitar liberar piezas con características no toleradas.

Tabla 12 - Condiciones no permitidas por el cliente

TIPO DE DEFECTO	CONDICION NOK	CONDICION OK
Rebaba en Studs		
Pestañas Dobladas		
Pieza doblada		
Golpes en metal		
Studs Flojos		

Golpes leves		
Fisuras		
Barrenos jalados		
Deterioro de material		
Sin presencia o desprendimiento de stud		
Prefisuras		

Rebabas en puntos de soldadura		
Piquete		
Rayones		
Studs golpeados y daño de la pieza		
Perforaciones		
Piezas dañadas durante el ensamble		

La tabla anterior presenta las condiciones no permitidas por el cliente más frecuentes; sin embargo, es importante tener en cuenta que continuamente pueden surgir nuevos defectos. Por lo tanto, esta información está actualizada hasta la fecha en que se recopiló.

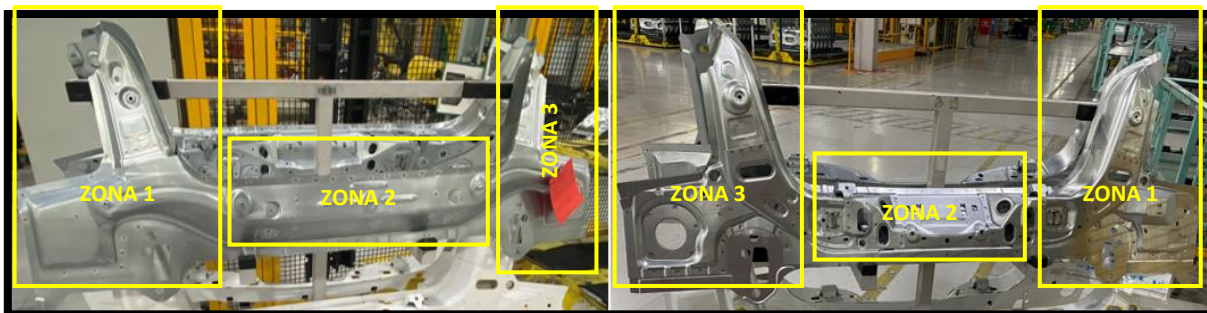


Ilustración 44 - Zonas inspeccionadas en ensamble de Rear Cover

Aunque existen varias zonas en el ensamble donde pueden encontrarse estas condiciones no deseadas, es crucial destacar específicamente las siguientes áreas que requieren especial atención:

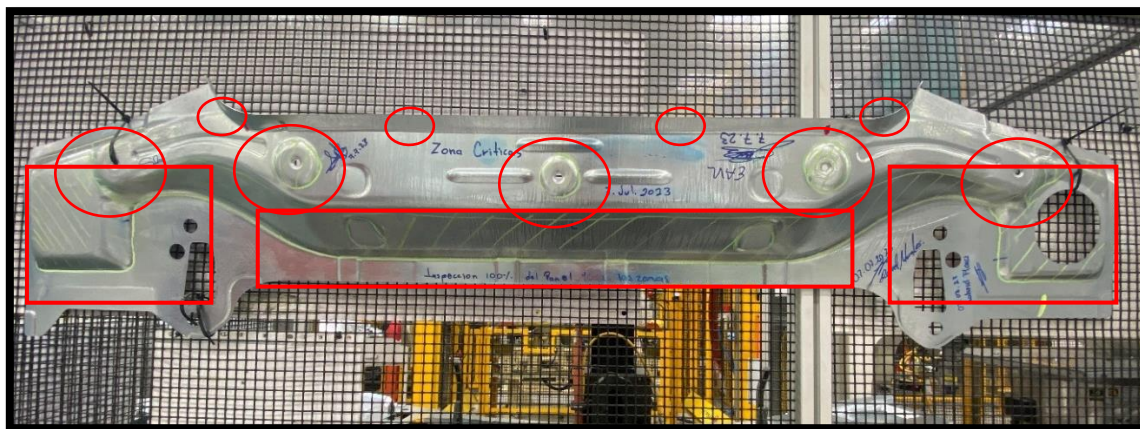


Ilustración 45 - Áreas críticas en Rear Cover Support

El "Rear Cover Support" (Descripción de esta pieza y todas las demás que componen el ensamblaje en Anexo 1 de este proyecto) es una de las piezas más críticas en todo el proceso de ensamblaje y que a lo largo de la historia de producción de este componente en esta planta ha sido la que más defectos ha presentado.

En la *Ilustración 45* se indican las zonas a tener en consideración a la hora de hacer la inspección mientras que en la *Tabla 12* se encuentran algunos de los defectos encontrados en esta parte.

9.2.2.- Optimización de procesos manuales:

- **Análisis de tareas Repetitivas:** Una oportunidad de mejora identificada está en el llenado de formatos en momentos oportunos. En tiempos muertos o tiempos disponibles, adelantar los formatos fue de gran ayuda para evitar retrasos en la línea de producción. Esto aplica tanto para el inspector como para los compañeros operadores de la línea de producción.



Ilustración 46 - Adelanto de formatos en momentos oportunos

- **Establecimiento de rutinas de mantenimiento preventivo:** Esta práctica se centra principalmente en el cuidado de las herramientas utilizadas por los inspectores y operadores. Aprovechar los tiempos muertos o disponibles para renovar este equipo es crucial para evitar retrasos en la línea de producción debido a la falta o deterioro del material. Entre los elementos a mantener se incluyen mallas y lijas de inspección, plumones permanentes para marcar garantías, trapos para la limpieza de piezas, puntas metálicas para eliminar rebabas, y puntas de plástico para retirar excesos de sellador en piezas del modelo G42, entre otros.



Ilustración 47 - Revisión continua de herramientas de trabajo. Consulte el inventario completo de materiales en Anexo 1

- Capacitación y desarrollo de habilidades: Es fundamental fomentar el aprendizaje autodidacta en todas las áreas de trabajo. Esto permite que cada miembro del equipo sea capaz de apoyar a sus compañeros de área (y viceversa), minimizando los retrasos causados por ausencias o deficiencias.



Ilustración 48 - Solicitar cambios de área siempre que se presente la oportunidad contribuye al desarrollo profesional de cada inspector

9.2.3.- Optimización en la organización y secuencia de operaciones:

- Establecimiento de protocolos de movimiento eficiente: Dado el espacio limitado en el área, es frecuente que se produzcan obstrucciones causadas por compañeros de

trabajo en ciertas horas del día. Por ello, se sugirió al equipo considerar rutas alternativas cuando no estén realizando actividades indispensables o evitar congestionar las zonas más transitadas del área.

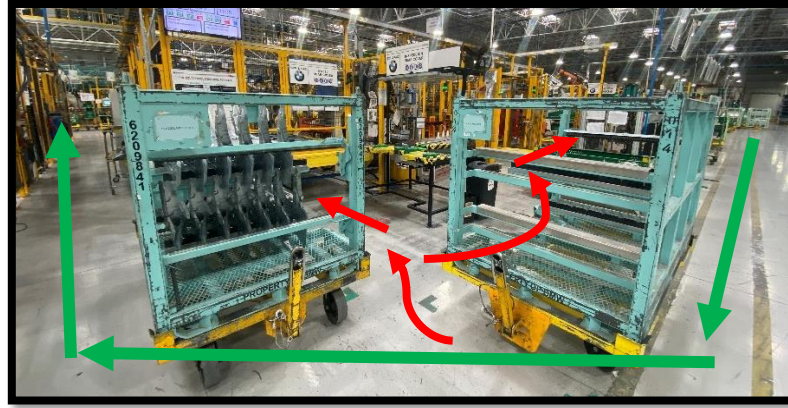


Ilustración 49 - Rutas para evitar congestionar las áreas más transitadas

- Monitoreo continuo del flujo de trabajo:

Cada miembro del equipo del área tiene asignado un formato para registrar el flujo de piezas en su estación de trabajo. Sin embargo, es frecuente que, debido a situaciones de estrés, falta de interés u otras razones, estos formatos no sean completados adecuadamente o incluso se lleguen a inventar datos. Por ello, se proporciona información detallada en el Anexo 1 para asegurar el llenado correcto de los formatos y mantener un seguimiento preciso del flujo de trabajo.

COSMA SAN LUIS										Mafact									
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD										SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD									
HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-32										HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-32									
No. DE PARTE: 7 489 547										PROYECTO / FUENTE: G20									
ASSEMBLY REAR COVER										Utilice la siguiente nomenclatura al realizar la inspección:									
CONDICIÓN										CONDICIÓN									
DEFECTO										DEFECTO									
PLANO DE REACCIÓN										PLANO DE REACCIÓN									
1	Fitura	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Material con fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Revisar plano, identificar y reportar al supervisor.														
2	Adhesivo	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Material con fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Revisar plano, identificar y reportar al supervisor.														
3	Marqueje de trazabilidad	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Material con fisuras, grietas, rasguños, deformaciones, etc.	Revisar plano, identificar y reportar al supervisor.														

NOTA: Al momento de encontrar Material Sospechoso, colocar etiqueta roja y asegurar que se da disposición a cuarentena o scrap, según corresponda.

Ilustración 50 - Correcto llenado de formatos de inspección. Consulte Anexo 1 para más información

- Capacitación en organización y orden: Se brinda capacitación al personal nuevo sobre técnicas de organización y orden en el área de trabajo, promoviendo prácticas que mejoren la accesibilidad y eficiencia sin requerir modificaciones en la distribución física del área. Además, se incluyen pequeñas pláticas antes de iniciar el turno para reforzar estos conceptos o demás información que corresponda.

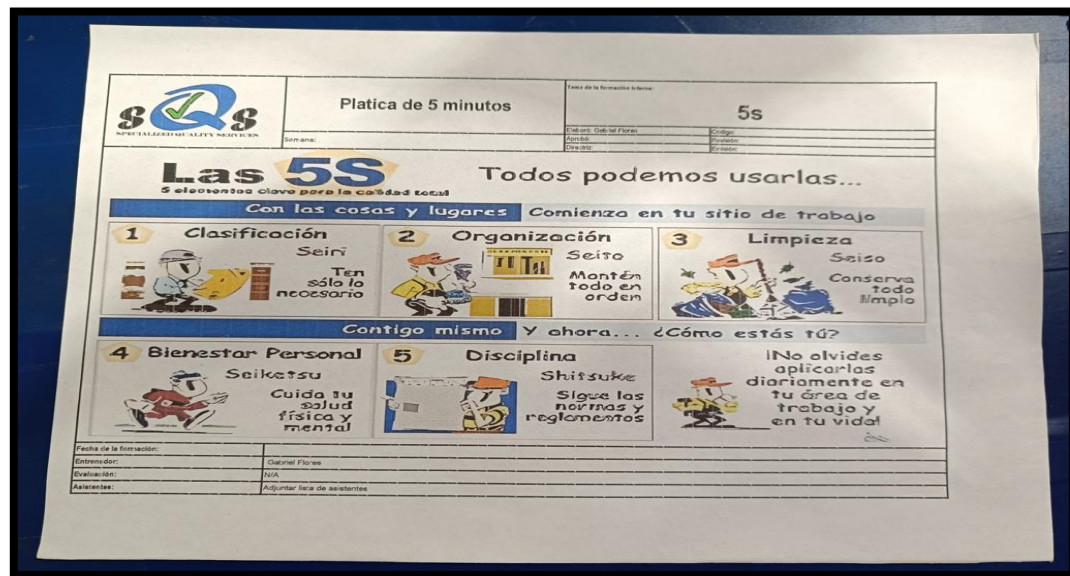


Ilustración 51 - Capacitación constante de personal a través de pequeñas pláticas antes de iniciar turno

9.2.4.- Capacitación continua del personal:

- Desarrollo de programas de capacitación: El éxito de una capacitación radica en Desarrollo gradual de programas de capacitación: Se ha implementado un enfoque progresivo para capacitar al personal nuevo, lo que ha demostrado ser más eficiente. Esto con ayuda del manual de inspección propuesto (Anexo 1) en donde los resultados se ven reflejados en los estudios de tiempos mostrados más adelante (Subtema 9.3).
- Intercambio de roles con supervisión: Se ha fomentado el intercambio de roles entre operadores e inspectores, con supervisión adecuada, como una práctica efectiva para el desarrollo del personal. Debido a que se ha priorizado respetar la privacidad y el anonimato de algunos compañeros de equipo no proporciono imágenes de referencia en este y otros puntos que conforman parte de las estrategias de mejora.

- Evaluación periódica y retroalimentación: Se llevan a cabo evaluaciones regulares para medir el progreso y proporcionar retroalimentación constructiva, promoviendo así el crecimiento continuo del personal.



Ilustración 52 - Reunión de equipo de inspectores para revisión y discusión de progreso

9.2.5.- Mejora de la comunicación y colaboración intrapersonal:

- Fomento de la comunicación interna: Implementamos una política para promover una comunicación más efectiva y fluida dentro del equipo de ensamblaje. Se acordó compartir información relevante de manera clara y oportuna entre los miembros del equipo, incluso si no mantenían una buena relación personal con algún compañero de área.
- Establecimiento de Protocolos de Comunicación: Se crearon protocolos de comunicación mediante la mensajería instantánea en nuestros dispositivos móviles, lo que facilitó la transmisión de mensajes importantes y la resolución rápida de problemas dentro del área de trabajo. Sin embargo, se enfatizó en el uso adecuado de los teléfonos móviles, limitándolo a áreas permitidas dentro de la empresa entre ellas el comedor, el break room, y pequeñas áreas asignadas en planta.

- Asignación de espacios de retroalimentación: Se establecieron espacios específicos para la retroalimentación y el intercambio de ideas. Se evitó utilizar áreas que obstruyeran el paso del personal y equipos de trabajo. Se acordó que el lugar óptimo para compartir información relevante fuera dentro de nuestra respectiva área y estación de trabajo.

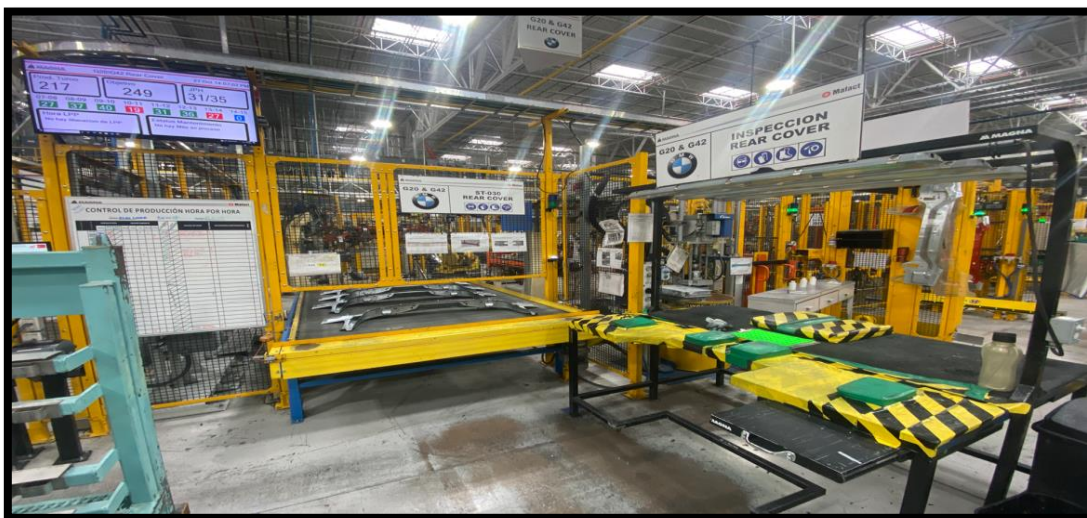


Ilustración 53 - El mejor lugar para dialogar siempre será en nuestras respectivas estaciones de trabajo

9.2.6.- Aprovechamiento de tiempos muertos:

- Identificación constante de tiempos muertos: Se realiza un monitoreo continuo para identificar los momentos en los que surgen tiempos muertos en el proceso. Por ejemplo, se detecta una variación en el rendimiento cuando personal de apoyo cubre la ausencia de un miembro del equipo, lo que puede generar demoras y afectar la eficiencia del proceso. Es crucial estar atentos a estos momentos para implementar estrategias que minimicen su impacto y aseguren un flujo de trabajo continuo y eficaz.
- Desarrollo de actividades de valor agregado: Una vez identificados los tiempos disponibles, se diseñan actividades de valor agregado, como tareas de limpieza y organización del área de trabajo, capacitación adicional para el personal, revisión y actualización de documentación de trabajo, entre otras iniciativas.



Ilustración 54 - Mantenimiento a la estación de trabajo del área en tiempo muerto

9.3.- Resultados de la implementación de estrategias

Se ha mejorado la eficiencia y calidad en el ensamblaje de Rear Cover mediante diversas estrategias: procedimientos estandarizados, control de calidad, optimización de procesos y capacitación del personal. La mejora de la comunicación interna, la identificación de tiempos muertos y actividades de valor agregado también han sido fundamentales para maximizar la productividad. En conjunto, estas acciones han fortalecido el desempeño del equipo y preparado al área para enfrentar desafíos con éxito. A través de las siguientes comparaciones podemos ver reflejados los resultados de las estrategias aplicadas dentro del área.

- Producción en primer turno:



Ilustración 55 - Comparación de producción con y sin estrategias aplicadas en primer turno

- Producción en segundo turno:



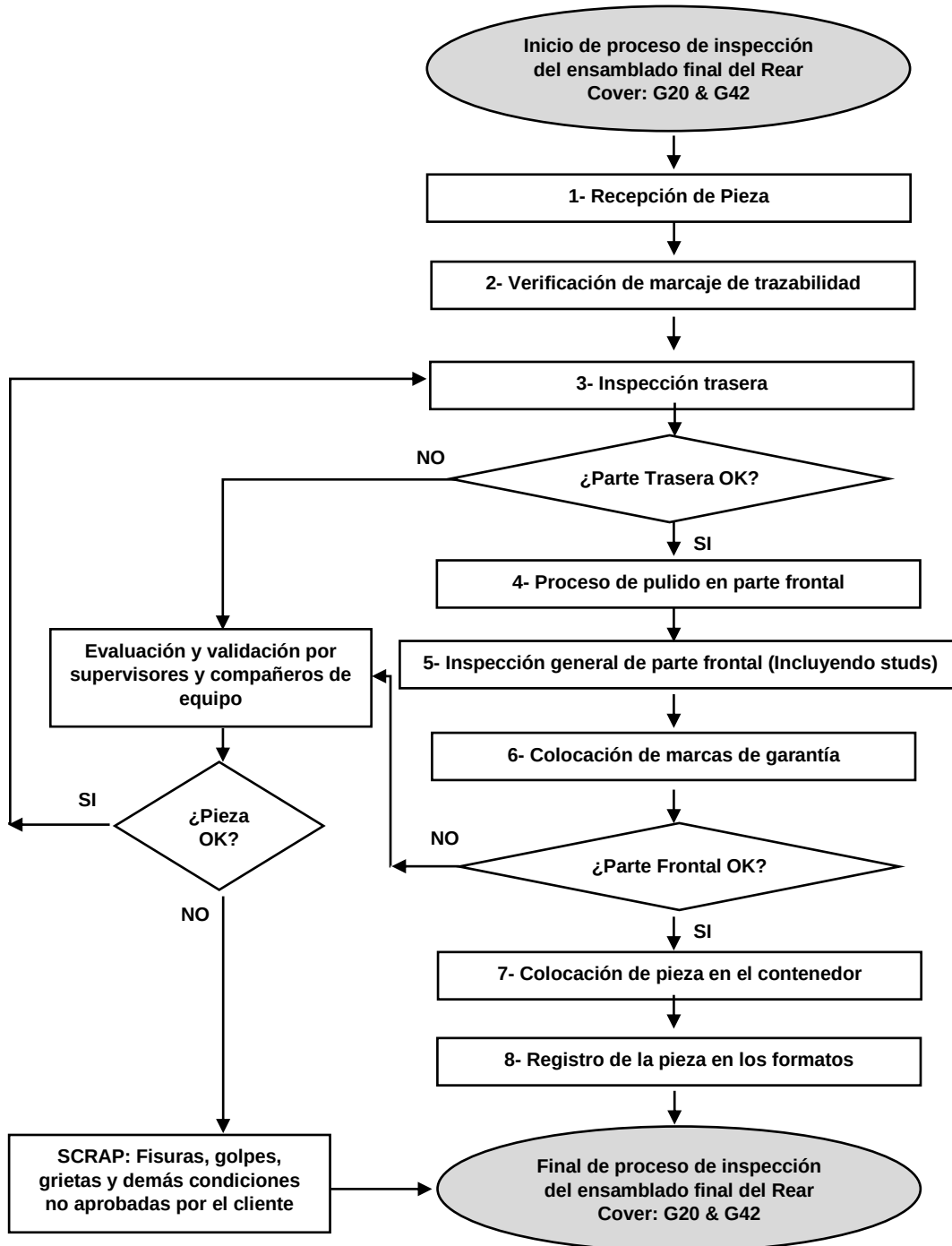
Ilustración 56 - Comparación de producción con y sin estrategias aplicadas en segundo turno

Descripción: Los recuadros verdes representan la producción óptima realizada dentro de la hora establecida (se considera óptima cuando supera las 30 piezas por hora); los recuadros rojos indican una producción deficiente dentro de la hora establecida (considerada deficiente cuando la producción es inferior a 30 piezas). El recuadro azul indica la hora actual de producción y el momento en que se tomó la fotografía. Además, se encuentra el recuadro de "Producción Turno", que muestra la cantidad de piezas producidas hasta el momento en el día. El recuadro "Objetivo" refleja la cantidad de piezas que se pretende producir por turno. El recuadro "JPH" muestra la cantidad promedio estimada de piezas que se espera producir en la hora actual. En cuanto al recuadro "Hora LPP", indica el momento en que se llevó a cabo la liberación de la primera pieza, una acción realizada por el líder de área que consiste en realizar pruebas específicas a una de las primeras piezas producidas en el turno para verificar si cumple con los estándares requeridos. Por último, el último recuadro indica si hay mantenimiento en proceso dentro de la línea de producción.

9.4.- Estudio de tiempos con estrategias implementadas

Para evaluar la efectividad de las estrategias propuestas e implementadas, se llevó a cabo un nuevo estudio de tiempos.

Diagrama para la inspección del ensamblado final de Rear Cover: G20 & G42
(Nuevo método propuesto)



Nota: Este método se lleva a cabo con la aplicación de las estrategias propuestas

El objetivo fue verificar el impacto de estas estrategias y determinar si fueron exitosas en la mejora de la eficiencia y calidad en el área de trabajo. Importante mencionar que se tomaron en cuenta las mismas consideraciones del estudio de tiempos anterior (Subtema 8.5.2). Sin embargo, como resultado de la estrategia # 1 para el “Incremento de Eficiencia y Calidad” descrita en el anterior apartado (Subtema 9.2) el método de inspección se actualizó dando como resultado, entre otros cambios, un ligero ajuste en el orden de actividades del inspector. A este nuevo método le llamaremos “Inspección Optimizada”.

9.4.1.- Estudio de tiempos para Rear Cover G20 después de la implementación de estrategias

Tabla 13 - Estudio de tiempos con “Inspección Optimizada” para Assembly Rear Cover G20

ESTUDIO DE TIEMPOS CON “INSPECCIÓN OPTIMIZADA”							
ASSEMBLY REAR COVER G20 (10 PZ)							
NUEVO				EXPERIMENTADO			
MUESTRA	1ra	2da	3ra	MUESTRA	1ra	2da	3ra
Recepción	57	53	48	Recepción	41	47	55
Marcaje de trazabilidad	44	47	48	Marcaje de trazabilidad	25	24	31
Inspección trasera	84	88	89	Inspección trasera	69	67	66
Pulido	258	266	258	Pulido	216	223	207
Inspección Frontal	110	113	95	Inspección Frontal	83	80	83
Marcas de garantía	83	78	72	Marcas de garantía	72	65	71
Rack	187	179	174	Rack	141	149	139

Formatos	60	56	54	Formatos	52	48	52
TOTAL	883	880	838	TOTAL	699	703	704
PROMEDIO	867			PROMEDIO	702		

Nota: Los resultados se muestran en segundos.

De acuerdo con este nuevo estudio de tiempos para la inspección de “Assembly Rear Cover G20” un inspector de calidad nuevo en promedio inspecciona una pieza en 1 minuto con 26 segundos (867 segundos promedio /10 piezas de muestra=86.7 segundos por pieza). Mientras que el inspector con experiencia inspecciona la misma pieza en 1 minuto con 10 segundos aproximadamente (702 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 70.2 segundos por pieza). La diferencia entre ambos inspectores es de 16 segundos.

9.4.2- Estudio de tiempos para Rear Cover G20 después de la implementación de estrategias

Tabla 14 - Estudio de tiempos con “Inspección Optimizada” para Assembly Rear Cover G42

ESTUDIO DE TIEMPOS CON “INSPECCIÓN OPTIMIZADA”							
ASSEMBLY REAR COVER G42 (10 PZ)							
NUEVO				EXPERIMENTADO			
MUESTRA	1ra	2da	3ra	MUESTRA	1ra	2da	3ra
Recepción	58	59	52	Recepción	44	49	51
Marcaje de trazabilidad	40	36	34	Marcaje de trazabilidad	32	30	26
Inspección trasera	98	90	92	Inspección trasera	74	71	66
Pulido	256	239	247	Pulido	200	209	196

Inspección Frontal	113	107	99	Inspección Frontal	75	78	81
Marcas de garantía	93	89	87	Marcas de garantía	77	72	76
Rack	194	189	176	Rack	146	145	151
Formatos	58	60	54	Formatos	56	43	45
TOTAL	910	869	865	TOTAL	694	697	692
PROMEDIO	881.33			PROMEDIO	694.33		

Nota: Los resultados se muestran en segundos.

De acuerdo con este nuevo estudio de tiempos para la inspección de “Assembly Rear Cover G42” un inspector de calidad nuevo en promedio inspecciona una pieza en 1 minuto con 28 segundos (881.3 segundos promedio /10 piezas de muestra=88.1 segundos por pieza). Mientras que el inspector con experiencia inspecciona la misma pieza en 1 minuto con 9 segundos aproximadamente (694.3 segundos promedio / 10 piezas de muestra = 69.4 segundos por pieza). La diferencia entre ambos inspectores es de 16 segundos.

9.4.3- Observaciones generales del nuevo método

Tabla 15 - Tabla comparativa entre los tiempos medidos con el método de antiguo (Inspección Genérica sugerida) y el método nuevo (Inspección Optimizada) para el inspector de calidad nuevo.

TABLA COMPARATIVA DEL INSPECTOR NUEVO				
MÉTODO ANTIGUO		VS	NUEVO MÉTODO	
Modelo de Rear Cover	Tiempo Promedio		Tiempo Promedio	Modelo de Rear Cover
G20	1:28 min		1:26 min	G20
G42	1:29 min		1:28 min	G42

Tabla 16 - Tabla comparativa entre los tiempos medidos con el método de antiguo (Inspección Genérica sugerida) y el método nuevo (Inspección Optimizada) para el inspector de calidad con experiencia.

TABLA COMPARATIVA DEL INSPECTOR CON EXPERIENCIA				
MÉTODO ANTIGUO		VS	NUEVO MÉTODO	
Modelo de Rear Cover	Tiempo Promedio		Tiempo Promedio	Modelo de Rear Cover
G20	1:13 min		1:10 min	G20
G42	1:12 min		1:09 min	G42

La diferencia de tiempos entre ambos resulta no tan grande, sin embargo, si se aprecia la reducción de tiempo por parte del nuevo método (Inspección Optimizada) en ambos inspectores. Para el inspector nuevo solo hubo reducción de un segundo para el Modelo G42 y dos segundos para el modelo G20. Mientras que para el inspector experimentado hubo una diferencia ligeramente más grande, reducción de 3 segundos para ambos modelos.

Con esto se comprueba que con las estrategias propuestas e implementadas en este proyecto si tuvieron un impacto positivo, reflejándose, aunque por muy poco, en el nuevo estudio de tiempos.

9.5.- Estandarización del rate por hora de inspección

Debido a que el estándar establecido por Cosma para la producción del ensamble del Rear Cover (o salida de cada pieza al final de la línea) es de 1:30 min para el modelo G20 y 1:33 min para el modelo G42, no es posible de manera directa aplicar un Rate por hora propuesto por nosotros.

En este caso con la diferencia de tiempo existente entre el tiempo dado por Cosma para la inspección (1:30 o 1:33 min) y el tiempo promedio que ocupa cada inspector, (1:10 y 1:09 min respectivamente) se detectan tiempos muertos, pero que través de las estrategias comentadas anteriormente (Subtema 9.2) ahora es posible aprovechar estos tiempos en beneficio de la producción.

Dejando a un lado el estándar establecido por Cosma, me es importante notificar a mi correspondiente empresa SQS el estándar que manejo como inspector experimentado y el estándar que manejó el inspector nuevo que se capacitó. A continuación, se explica:

Tabla 17 - Obtención del rate por hora para los dos modelos de Rear Cover con datos del nuevo método.

OBTENCION DEL RATE POR HORA				
MODELO	G20		G42	
PIEZAS POR RACK	15		16	
TIEMPO	Minutos	Segundos	Minutos	Segundos
Inspector nuevo	1:26	86	1:28	88
Inspector con experiencia	1:10	70	1:09	69
$\text{Tiempo por pieza} = \frac{\text{Tiempo (Segundos)}}{\text{Piezas por rack}}$				
	Tiempo por pieza (En segundos)			
Inspector nuevo	5.7		5.5	
Inspector con experiencia	4.6		4.3	
FORMULA PARA MINUTOS		FORMULA PARA SEGUNDOS		
$\text{Rate propuesto} = \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{Tiempo por pieza}}$				
MODELO	G20		G42	
Rate – Inspector nuevo	41.8 piezas x hora		40.9 x hora	
Rate – Inspector Experimentado	51.4 piezas x hora		52.1 x hora	

Podemos concluir que con el desempeño de ambos inspectores de calidad el rate por hora promedio que maneja cada uno quedo así:

Inspector nuevo: 41.8 piezas por hora para el modelo “G20” y 40.9 piezas por hora para el modelo “G42”.

Inspector experimentado: 51.4 piezas por hora para el modelo “G20” y 52.1 piezas por hora para el modelo “G42”.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto en la planta de Cosma Magna a través de Specialized Quality Services, he profundizado en diversos aspectos de la industria automotriz, desde la inspección y retrabajo de piezas hasta el ensamblaje de autopartes. Pude aplicar las habilidades y conocimientos adquiridos en mi formación académica universitaria, destacando el papel fundamental de asignaturas como Seminario de Titulación, Elementos automotrices, Manufactura Esbelta, entre otras que me brindaron las herramientas necesarias para estructurar este proyecto y comprender mejor las necesidades de la empresa SQS en Cosma además de ser esenciales para mi adaptación al entorno laboral.

Durante el proyecto, logré mejorar e implementar un proceso de inspección más efectivo en el área de ensamble de Rear Cover, utilizando herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento continuo, la gestión visual, el mapeo de procesos y el análisis de tiempos, entre otras técnicas. Estas mejoras resultaron en una optimización significativa de los procesos de inspección y en mejoras notables dentro de esta área. Además, se propusieron e implementaron diferentes estrategias de mejora para el área en general en donde todo el equipo de trabajo se vio involucrado.

Se abordaron todas las posibles causas identificadas con el apoyo de diferentes diagramas, aplicando soluciones que generaron resultados favorables tanto para SQS como para Cosma. Esto se tradujo en un mejor ambiente laboral, procesos de inspección más eficientes, y una evidente mejora en la calidad y eficiencia del área,

En conclusión, esta experiencia me enriqueció en todos los aspectos, y estoy agradecido con SQS por brindarme la oportunidad de adentrarme en la industria automotriz en la planta de Cosma. Me voy con la certeza de haber contribuido un cambio positivo que beneficiará a corto, mediano y largo plazo los procesos de del area de ensamblado de Rear Cover en la empresa.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y APLICADAS

Durante mi estancia en la empresa Cosma a través de Specialized Quality Services (SQS) y en la realización de este proyecto, he adquirido y aplicado una serie de competencias fundamentales:

- Actitud de Aprendizaje y Mejora Continua: Implicó una búsqueda constante de aprendizaje, incluso a partir de los errores, con el fin de mejorar las actividades diarias.
- Trabajo en equipo: He demostrado la capacidad de colaborar y trabajar eficazmente con los demás miembros del equipo para alcanzar objetivos comunes, fomentando así un entorno de apoyo mutuo.
- Habilidad para tomar decisiones: He demostrado la capacidad de tomar decisiones de manera independiente, resolviendo asuntos de manera efectiva sin necesidad de recurrir siempre al supervisor inmediato, y ofreciendo soluciones cuando sea necesario.
- Capacidad de relación interpersonal: He desarrollado la habilidad para construir relaciones sólidas, demostrando empatía, sensibilidad interpersonal y asertividad en mis interacciones con los demás.
- Aceptación: He aprendido la importancia de aceptar los errores como oportunidades de aprendizaje, demostrando madurez y experiencia al no repetir los mismos errores.
- Proactividad: He mostrado una actitud proactiva al convertir las ideas en acciones sin necesidad de esperar órdenes, lo que me ha permitido anticiparme a problemas potenciales y necesidades futuras.
- Desarrollo de valores como responsabilidad, orden y disciplina: He demostrado un compromiso sólido con la responsabilidad en la realización de cada actividad asignada, manteniendo un alto nivel de orden y disciplina en mi trabajo diario.
- Flexibilidad al cambio: Durante mi experiencia, he demostrado una capacidad sólida para adaptarme a diversas situaciones y cambios, manteniendo siempre una actitud positiva y motivada hacia los desafíos que se presentan.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Equipo editorial, Etecé. (2023, 8 de mayo). *Historia del Automóvil: resumen, evolución y características*. Enciclopedia Humanidades. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de <https://humanidades.com/historia-del-automovil/>

Diletto, J. (2021, 20 de mayo). *Historia de los autos, cómo evolucionaron hasta hoy*. MiAuto.MX. <https://miauto.mx/historia-de-los-autos/>

La Merced Pilar. (2023). *Hace 132 años nació el primer automóvil*. La Merced Pilar. Recuperado el 15 de octubre de 2023 de <https://lamercedpilar.com/universo-mb/hace-132-anos-nacia-el-primer-automovil>

Rodríguez, J. (2022, 16 de noviembre). *¿Son los vehículos eléctricos un nuevo invento?* Expansión. <https://expansion.mx/vida-arte/2022/11/16/historia-de-los-autos-electricos>

Gonzales, E. (2022, noviembre 18). *¿Qué es la industria automotriz?* Cimatic. <https://cimatic.com.mx/blog/cual-es-la-industria-automotriz/>

Srl, A. (2019, 1 de mayo). *Automatización Industrial Automotriz*. AIT SRL. Recuperado el 15 de octubre de 2023, de <https://www.ait.com.ar/es/blog/automatizacion-industrial-automotriz>

Ruta 401. (2020, 23 enero). *Coches del futuro: tecnologías y características principales (2020-2030)*. HENKEL IBERICA S.A. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/coches-del-futuro>

AMIA (2023). *Asociación Mexicana De La Industria Automotriz*. AMIA. Recuperado el 10 de noviembre de 2023 de: <https://www.amia.com.mx/about/vehiculos-mexico/>

MESbook. (2023, 13 de abril). *Calidad en la industria automotriz: Cómo mejorarla y asegurarla*. MESbook. <https://mesbook.com/calidad-industria-automotriz/>

BMW Group.. (2023). Historia de la planta en San Luis Potosí. BMW GROUP. Recuperado el 10 de noviembre de 2023 de <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es/informacion-acerca-de-la-planta/linea-del-tiempo.html>

Potosí, E. L. U. S. (2023, 27 de marzo). Por apertura de nuevo turno, avanza contratación de empleados en BMW de San Luis Potosí. San Luis El Universal. <https://sanluis.eluniversal.com.mx/economia-y-negocios/por-apertura-de-nuevo-turno-avanza-contratacion-de-empleados-en-bmw-de-san-luis-potosi/>

Ruta 401. (2023 4 de diciembre). Reparacion-vehiculos.es. Tipos de carrocerías y sus principales características. Reparacion-vehiculos.es. Recuperado el 5 de diciembre de 2024, de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-carrocerias-principales-caracteristicas>

Muratalla, H. (2022, 6 de julio). Los materiales para la carrocería de un auto. Ulbrinox. <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/los-materiales-para-la-carroceria-de-un-auto>

Pistonudos. (2023, 17 de agosto). Las partes de la carrocería de un coche y sus componentes. Pistonudos. <https://www.pistonudos.com/es/las-partes-de-la-carroceria-de-un-coche-y-sus-componentes>

Plaza, D. (S/f). Estampado: que es y cómo influye en la fabricación de coches. Motor.es. Recuperado el 5 de diciembre de 2023, de <https://www.motor.es/que-es/estampado-estampacion>

ISO. (2015). Traducción Oficial ISO 9001:2015. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es:fig:2>

Atsorting. (2021). Contención de Producción temprana GP-12. Atsorting.com <https://www.atsorting.com/contenciones-gp-12/#:~:text=El%20servicio%20de%20Contenci%C3%B3n%20de,detecci%C3%B3n%20del%20100%25%20del%20defectivo.>

Rachel Nizinski, A. (2023, 3 de marzo). What is a continuous improvement process and how is it implemented? Appian.com. Recuperado el 5 de diciembre de 2023, de <https://appian.com/blog/acp/process-mining/continuous-improvement-process-explained.html>

Faisal. (2021, octubre 2). What is standardization. EDUCBA. <https://www.educba.com/what-is-standardization/>

Crawford, P. (2020, febrero 26). Process standardization: A complete guide. Manifestly Checklists; Manifestly. <https://www.manifest.ly/blog/process-standardization-a-complete-guide/>

TOVS. (2022, 23 de mayo). Mapeo de procesos: qué es, ventajas, tipos y cómo hacerlo. TOTVS. <https://es.totvs.com/blog/gestion-de-negocios/mapeo-de-procesos-que-es-ventajas-tipos-y-como-hacerlo/>

Anónimo (2018, 11 de diciembre). Diagramación. Organización y Metodos. Recuperado el 5 de diciembre de 2023, de <https://omdiaz-espol.blogspot.com/2018/12/capitulo-6-diagramacion.html>

Editorial, Etecé. (2021, 5 de agosto). Diagrama de Flujo. Concepto.de. Recuperado el 5 de diciembre de 2023 de <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

Gisbert, S. (s/f). Diagramación de Procesos. UPV.es. Recuperado el 05 de diciembre de 2023, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1#:~:text=Fuente%3A%20Elaboraci%C3%B3n%20Propia.-,Cursograma%20Anal%C3%ADtico,acci%C3%B3n%20y%20las%20distancias%20recorridas.>

Cross, Jeff. (2012, 27 de septiembre). Diagramas de análisis de proceso. Prezi.com. Recuperado el 05 de diciembre de 2023, de <https://prezi.com/stvlfzezsc4i/diagramas-de-analisis-de-proceso/>

Safety Culture. (2022, 29 de septiembre). Diagrama Ishikawa: Guía sobre cómo utilizarlo. SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa/>

Lewis, S. (2020, 16 de diciembre). What is a fishbone diagram (ishikawa cause and effect diagram)? WhatIs; TechTarget. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/fishbone-diagram>

Calhoun, S. (2021, 30 de diciembre). Visual management in manufacturing and logistics. Veryableops.com. Recuperado el 05 de diciembre de 2023, de <https://www.veryableops.com/blog/visual-management-manufacturing-logistics>

Christiansen, B. (2021, 26 de julio). Why time study analysis is key and how to conduct one. Limble CMMS. <https://limblecmms.com/blog/how-to-do-a-time-study/>

Medina, J. (2023, 2 de mayo). Método Just in time: qué es, orígenes y cómo se aplica. Toyota-forklifts.es. Recuperado el 11 de febrero de 2024, de <https://blog.toyota-forklifts.es/origenes-just-in-time>

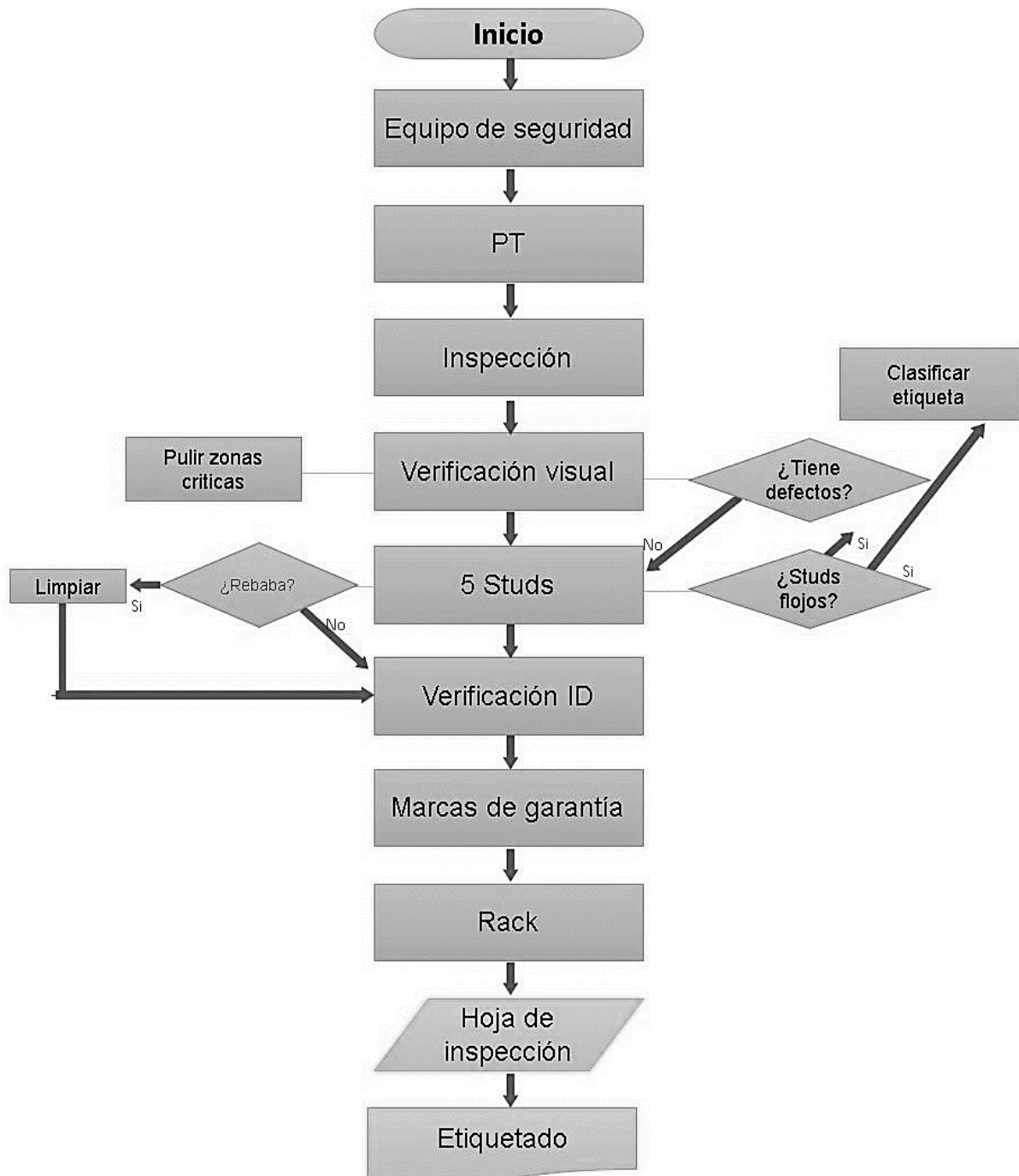
GLOSARIO

- **Stud:** Pequeña pieza metálica en forma de tornillo que conforma parte del ensamblado en la carrocería del automóvil.
- **A.R.C.:** Assembly Rear Cover o Ensamblado de Cubierta Trasera.
- **Rate por hora:** Medida o cantidad establecida para la realización de un proceso o trabajo de una actividad en una hora.
- **Fecha Juliana:** Se usa para identificar lotes de producción o piezas para saber la fecha en que fueron producidas exactamente.
- **Línea de ensamble:** Lugar donde se lleva a cabo un proceso para armar un producto o pieza. En ella se encuentran estaciones de trabajo donde se introducen partes siguiendo una secuencia hasta obtener un ensamble final.
- **Cosma Magna:** Empresa que proporciona una extensa gama de soluciones de carrocería, chasis e ingeniería a los clientes globales. A través de una robusta ingeniería de productos, excepcionales capacidades de herramientas y experiencia en procesos diversos, continúan aportando productos ligeros e innovadores al mercado.

ANEXOS

1.- MANUAL DE INSPECCIÓN E INTRODUCCIÓN EN EL AREA DE ENSAMBLE DE REAR COVER (PARA G20 Y G42 DE BMW)

- Diagrama general del manual



- Ayudas visuales – Piezas que conforman el ensamble final de Rear Cover

AYUDAS VISUALES				
Numero de parte	Nombre de parte	Dibujo	Pasa inspección	Motivo de Inspección
ESA0009C-AB	REAR COVER SUPPORT G42		SI	• FISURAS • MARCAS DE SCRAP • BARRENOS DEFORMES
ESO3009C-AB	REAR COVER SUPP		SI	• FISURAS • MARCAS DE SCRAP • BARRENOS DEFORMES
ESA0005D-AB	REINF TAILLING POT RH		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD • GOLPES
ESA0005I-AB	REINF TAILLING POT LH		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES
PCO3025D-AA	REINFORCEMENT TAIL LIGHT POT RH G20		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES
PCO3025I-AA	REINFORCEMENT TAIL LIGHT POT LH G20		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES
ESA0004D-AC	REAR COVER SUPPORT RHG42		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES CORRECTA GEOMETRIA

ESA0004I-AC	REAR COVER SUPPORT LH G42		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES • CORRECTA GEOMETRIA
PCO3024D-AB	REAR COVER SUPPORT RH G20		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES
PCO3024I-AB	REAR COVER SUPPORT LH G20		SI	• FISURAS • BARRENOS DEFORMES • DEFORMIDAD DE LA PIEZA • GOLPES
ESA0002C-AB	REAR COVER REINFORCEMENT G42		SI	• PESTAÑAS DOBLADAS
PCO3002C-AA	REINFORCEMENT REAR COVER PANEL G20		SI	• PESTAÑAS DOBLADAS
ESA0001D-AA	BAFFLE RH G42		SI	• BARRENOS DEFORMES
ESA0001I-AA	BAFFLE LH G42		SI	• BARRENOS DEFORMES
ESA0003C-AC	BRACKET REAR COVER RH G42		SI	• GOLPE • DEFORMIDAD DE LA PIEZA
ESA0003C-AC	BRACKET REAR COVER LH G42		SI	• GOLPE • DEFORMIDAD DE LA PIEZA

PCO3004C-AA	STRUT COVER TRUNK SILL RH G20		SI	- GOLPE - DEFORMIDAD DE LA PIEZA
PCO3004C-AA	STRUT COVER TRUNK SILL LH G20		SI	- GOLPE - DEFORMIDAD DE LA PIEZA
PCO3005C-AA	ASSY REINFORCEMENT LASH LUG G20 & G42		SI	DEFORMIDAD DE LA PIEZA
PCO3003C-AB	ASSY CARRIER PLATE LOCK G20 & G42		SI	- DEFORMIDAD DE LA PIEZA - REBABAS - ROSCADO

Tabla 1 – Piezas que conforman en ensamble de Rear Cover

• INSTRUCCIÓN DE INSPECCIÓN EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE REAR COVER DE COSMA

1.1.- INICIO

La inspección es realizada en la estación ST-GP12 REAR COVER donde se encuentra el material y herramientas necesarias para efectuar dichas actividades tales como:

1. Mesa de trabajo.
2. Lámpara.
3. Mallas grano 600 para el pulido, (stoneo).
4. Lijas grano 80.
5. Esponja diamante.
6. Marcador permanente (edding)
7. HIA, (Hojas de instrucción de actividades).
8. Reportes de inspección.
9. Dots de liberación.
10. Racks.

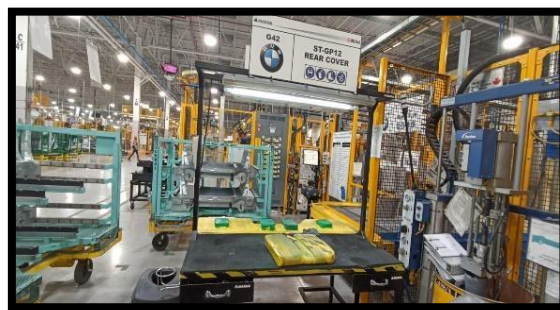


Imagen 1 - Estación GP-12 de Rear Cover

1.2.- EQUIPO DE SEGURIDAD

El inspector al llegar a la estación ST-GP12 REAR COVER debe portar el EPP (Equipo de Protección Personal) adecuado y de la manera correcta para poder realizar la inspección sin sufrir algún accidente de trabajo y evitar actos inseguros.

1.2.1.- Requerimientos de seguridad:

- Uso de guantes anti corte.
- Uso de gafas de seguridad.
- Uso de tapones auditivos.
- Uso de botas de seguridad
- Uso de chaleco reflejante.
- Uso de Camisola o mangas.



Imagen 2 - Uso de EPP

1.3.- PRODUCTO TERMINADO

NUMERO DE PARTE INTERNO	ILUSTRACIÓN
PTO3004C-AE MODELO: G20	
PTA0001AC-AE MODELO: G42	

Tabla 2 – Numero de parte interno de ensamble final

Antes de dar inicio por primera vez a la inspección de la pieza PT, el inspector deberá ser brevemente capacitado sobre los dos tipos de modelos (G20 & G42) que son producidos en esta estación con la finalidad de saber distinguir y diferenciar visualmente uno del otro, como también es importante el conocer como son identificados internamente, es decir, saber que numero de parte interno le corresponde y cuál es su descripción (Tabla 2). Además, las partes componentes de cada uno de ellos para así mismo generar el conocimiento de saber identificar cada pieza de acuerdo a su número de parte interno y descripción (Tabla 1).

De igual modo, orientar al inspector a conocer los defectos que se han presentado con anterioridad (fisuras, golpes, marcas, barrenos deformes, etc.) es decir con ayudas visuales, las cuales se encuentran representadas en la sección de resultados de este proyecto (Subtema 9.2.1) y que ayudara a comprender lo que se está tratando de buscar durante dicha inspección, y evitar al máximo ignorar cualquier tipo de defecto.

Otro de los puntos importantes por conocer antes de dar inicio a la inspección, es el entender donde se realizará dicha inspección, es decir el saber:

¿Por qué es que se realiza la inspección?, saber cuáles son los puntos críticos de la pieza (Imagen 3) en otras palabras aquellas zonas de la pieza que anteriormente han presentado defectos.

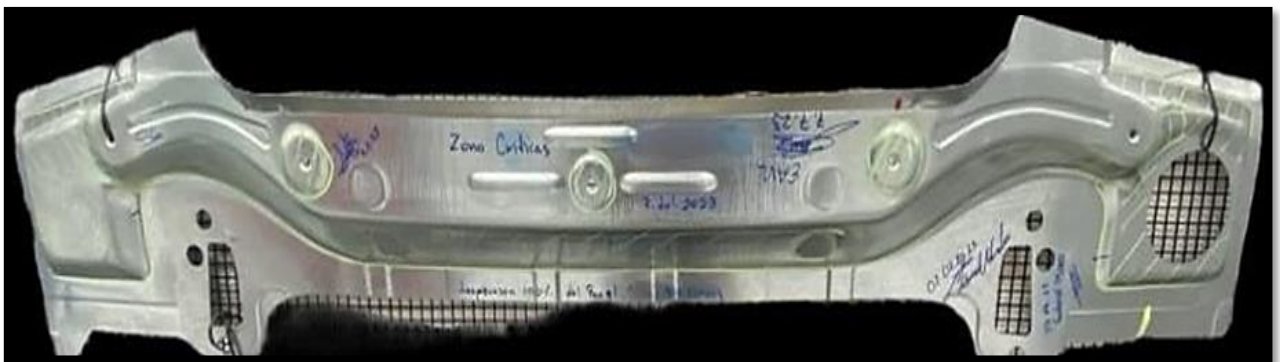


Imagen 3 – Zonas Criticas

1.4.- INSPECCIÓN

1.4.1.-Verificacion Visual

El inspector verificara que la pieza ya ensamblada, que en la cara A (Imagen D) se cuente con:

- 5 studs
- 13 barrenos

De no ser así, apartar la pieza y segregarla con su respectiva etiqueta.



Imagen 4 – Cara A

1.4.2.-Pulir zonas criticas

Para iniciar con el pulido de la pieza se es necesaria una malla grano 600. (Imagen 5)



Imagen 5 – Ejemplo de malla grano 600



Imagen 7 – Ejemplo de lija grano 80

- a) Se comenzará pasando la malla por toda la superficie de la pieza (Imagen 7) en todas las zonas críticas de la pieza (Imagen 3), incluyendo las zonas de los bordes y superficies planas, esto hará que la malla resalte los defectos posibles (fisuras, piquetes, rebabas).



Imagen 7 – Proceso de pulido

- b) Verificar visualmente toda la pieza ya pulida, para así descartar cualquier posible defecto presentado.
- c) Verificar mediante el tacto toda la pieza evitando dejar ir alguna fisura o piquete.
- d) Verificar visualmente y al tacto que la pieza no presente rebabababas o chisporroteo de soldadura (Imagen 8), en caso de presentar eliminarlas con la lija del grano 80 (Imagen 6).



Imagen 8 – Ejemplo de Rebaba

- e) En caso de que la pieza presente uno de los defectos posible será considerado como una pieza NO OK, será segregada del resto e identificada con su respectiva etiqueta.

1.4.3.-Verificacion de Studs



Imagen 9 – Stud limpio



Imagen 10 – Tuerca con stud

- Visualmente verificar que el stud no se presente doblado.
- Visualmente verificar que el stud no presente perlas de soldadura o alguna rebaba.
- Verificar al tacto el stud con la yema de los dedos realizando un movimiento de izquierda a derecha, para descartar algún desprendimiento o que se encuentre flojo.
- Verificar con una tuerca que el roscado se encuentre correcto (Imagen 10).

1.4.4.- Clasificación de etiquetas

Existen 3 Tipos

- Material Aceptado (Etiqueta verde)
- Material de retrabajo (Etiqueta azul claro)
- Material Sospechoso (Etiqueta roja)

MAGNA MATERIAL ACEPTADO IDENTIFICACIÓN	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN	
FECHA: 23/11/21	TURNO: 3
EMISOR: Fernando	NOMINA: 210
No. PARTE: Proccm	DESCRIPCIÓN: Paga Cacer
	NIVEL DE INGENIERIA: 12
☐ DISPOSICIÓN DE MATERIAL (LEER A LIBER DE PRODUCCIÓN NOMBRE)	
☐ CMM	☒ DIMENSIONAL
☐ PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS	
Comentarios: Vale por material Dist: 9230	

Imagen 11 – Etiqueta Verde

MAGNA MATERIAL DE RETRABAJO IDENTIFICACIÓN

PARA SER LLENADO POR PERSONAL QUE REALIZA RETRABAJO

FECHA: 23/11/23 TURNO: 1 EMISOR: JCS NOMINA:
 No. PARTE: R258-100099 NOMBRE PARTE: Balken Car 2nd CANTIDAD: 1 KILGRO
 AREA DONDE SE DETECTA: F-001 ESTACIÓN: B0002 FECHA JULIANA: 065
 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DEFECTO Y LOCALIZACIÓN POR EL MISMO:
 Defecto en Pintura
 VALIDACIÓN DE CALIDAD (COLOCAR FIRMA-NOMBRE):
 CNA FCA 0091 REV 00

Imagen 12 – Etiqueta Azul claro

MAGNA MATERIAL SOSPECHOSO IDENTIFICACIÓN

PRODUCTO NO CONFORME PARA SER LLENADO POR PERSONAL QUE DETECTA
 SOBREPESO - OBSOLETO - SIN IDENTIFICACIÓN - PIEZAS PARA ANALISIS - ANÁLISIS DE MATERIAL

FECHA: 21/11/23 TURNO: 1 EMISOR: JIMMY SCS NOMINA:
 No. PARTE: NOMBRE PARTE: Pasca CANTIDAD: 3 KILGRO
 AREA DONDE SE DETECTA: 200 ESTACIÓN: FECHA JULIANA:
 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DEFECTO Y LOCALIZACIÓN POR EL MISMO:
 DISPOSICIÓN DE MATERIAL (LLENAR LIDER DE PRODUCCIÓN - NOMBRE)
☐ RETRABAJO ☐ SCRAP ☐ PRUEBAS DESTRUCTIVAS FECHA DE DISPOSICIÓN
☐ DESVIACIÓN ☐ CUARENTENA ☐ PRUEBAS DESTRUCTIVAS
☐ TRASPALCO ☐ OBSOLETO FIRMA AUTORIZACIÓN A SCRAP
 *PLAZO MAXIMO PARA RETRABAJO NO DEBERA SER DE MAS DE 24 HORAS EN OTRO CASO DEBERA DE TRANSFERIRSE A CUARENTENA
 FCA 0091 REV 00

Imagen 13 – Etiqueta Roja

Con la ayuda de estas etiquetas podemos clasificar cada que el producto terminado pasa por el proceso de verificación visual, tanto puede ser un producto limpio, como un producto defectuoso.

1.5.- VERIFICACIÓN ID

En la cara B (Imagen 14) el inspector verificara que cuente con el ID (número de identificación, fecha juliana, numero consecutivo y cliente) (Imagen 15).



Imagen 14 – Cara B

1.5.1.- Identificación de la pieza

- Cliente: **BMW**
- Numero de parte del cliente: **547**

- Nivel de ingeniería: **12**
- Fecha juliana: **331**
- Numero consecutivo: **1857**

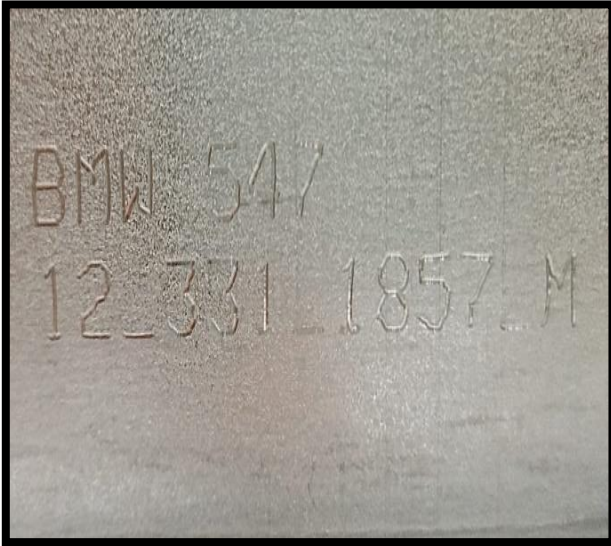


Imagen 15 - Identificación



Imagen 16 – Marcas de garantía

1.6.- MARCAS DE GARANTÍA

Una vez ya realizada la inspección el siguiente paso a seguir es:

Colocar las marcas de garantía, esto para identificar que la pieza ya ha sido inspeccionada y cuenta con los requerimientos de calidad solicitados por el cliente (BMW). Las marcas de garantía constan de cuatro puntos alrededor de cada uno de los Studs (Imagen 16).

1.7.- RACK (CONTENEDOR)

Una vez ya concluida la inspección y colocado las marcas de garantía, el siguiente paso es colocar la pieza en el rack que le corresponde a cada uno de los modelos. Debido a que cada número de parte (o modelos) utiliza un diferente rack y su estándar pack es distinto.



Imagen 17 – Rack G20

* CARACTERÍSTICAS MODELO G20:

- Contenedor completamente en color verde agua
- El estándar pack del modelo G20 es de 15 piezas. (Ultimo espacio se queda vacío)
- Se inicia el colocado de las piezas en el rack de abajo hacia arriba.

Para esto es necesario conocer el rack que le pertenece a cada número de parte, (Imagen 17 e Imagen 18) donde cada uno de ellos viene rotulado de diferente forma.

*CARACTERÍSTICAS MODELO G42:

- Contenedor color verde agua en su mayoría a excepción de franjas de color morado.
- El estándar pack del modelo G20 es de 16 piezas. (Todos los espacios se ocupan)
- Se inicia el colocado de las piezas en el rack de arriba hacia abajo.

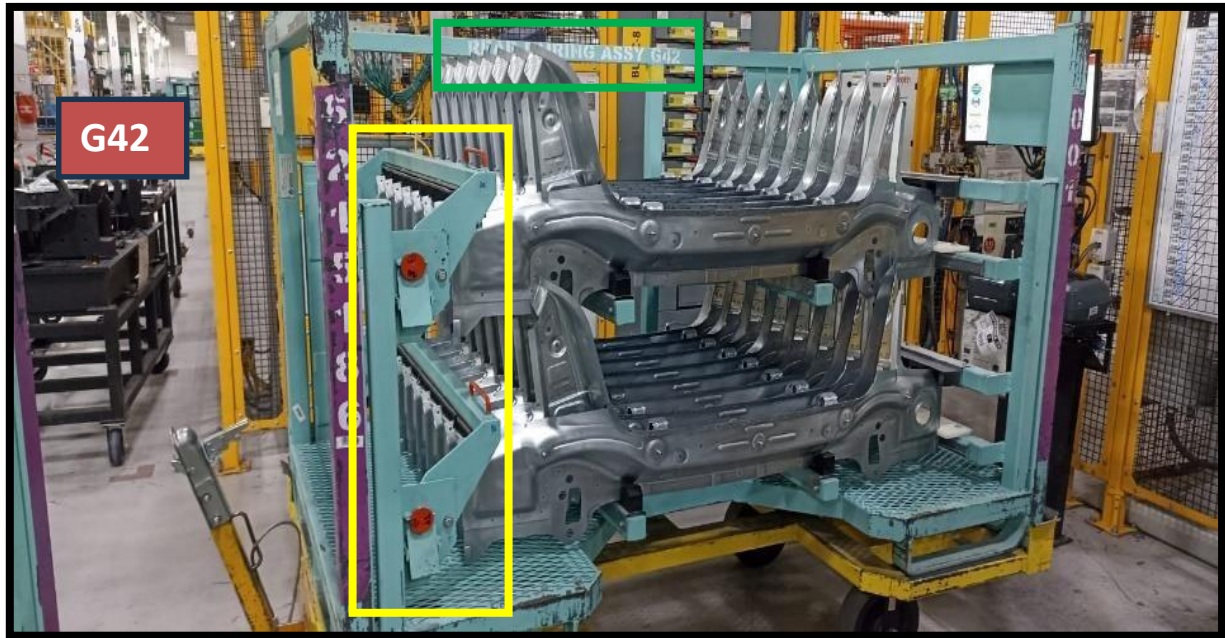


Imagen 18 – Rack G42

Nota: Ya que el rack se encuentre totalmente lleno asegurar que los seguros situados a un costado estén cerrados correctamente (señalados en cada imagen de demostración de rack. Ver Imagen 17 e Imagen 18).

1.8.- LIBERACIÓN DE ETIQUETA

Posterior al llenado del rack, el próximo paso es la liberación de la etiqueta y esto con la finalidad de identificar que el material dentro del rack ya ha sido inspeccionado y a su vez aprobado por el inspector de calidad (GP12).

TITULO: 22699310 DESCRIPCION: 22699310 CANTIDAD: 22699310		S 16 89.520 0.000	
9466599 – 08 UN 812827907 001684382		C 6215186 08/11/2023 0001684382 1	
G42			

Imagen 19 – Etiqueta de Liberación aun no liberada

La liberación se realizará colocando a la etiqueta un sticker verde (Dots) (Imagen 20) el cual contiene el logotipo de la empresa que realiza la inspección, además:

- Se deberá escribir a puño y letra la fecha de la inspección.
- El nombre del inspector de calidad (GP12)
- Al colocar el sticker verde en la etiqueta significa que ya es un material libre (Imagen 21) de cualquier defecto o fisura, a lo que los montacargas procederán a llevarse el rack al almacén.



Imagen 20 – Dot



Imagen 21 – Etiqueta liberada

1.9.- HOJAS DE INSPECCION

Para el llenado de hojas de inspección se requiere información de identificación de cada pieza que se inspecciona, en particular el día juliano y hora (para el modelo G20) y día juliano y numero consecutivo (para el modelo G42).

Consideraciones a tomar en cuenta:

Así como sucede con el estándar de racks, el formato G20 se llena con 15 registros (imagen 22), mientras que el formato G42 se llena con 16 registros (imagen 23). En caso de inspeccionar una piza retrabajada indicarlo en el mismo espacio que se registra la pieza. Por otra parte, si se llegara a inspeccionar una pieza con incumplimiento de condiciones por parte del cliente no se debe de registrar en este formato.

A continuación, se muestran cómo es que deben llenarse correctamente:

MAGNA		COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-12				Mafact		Número de Control: CSL-GP-12-7449547 Fecha de Revisión: 10.07.2023 Rev: 10									
		No. DE PARTE:	7 449 547		PROYECTO /CLIENTE:	G20		Utilizar la siguiente nomenclatura al realizar la Inspección		OK	✓	NO OK	✗	TIEMPO INSPECCION:	90 Segundos		
		DESCRIPCIÓN:	ASSEMBLY REAR COVER		Colocar los últimos 4 dígitos de cada HU												
NO.	CARACTERÍSTICA CRÍTICA	METODO DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN ESTANDAR	DEFECTO	PLAN DE REACCIÓN	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	
						Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	
1	Fisura	Visual 100%	Libre de fisuras, pre-fisuras, grietas, golpes, respecto a Muestras Físicas y a Ayudas Visuales	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Adelgazamiento	Visual 100%	Libre de fisuras, pre-fisuras, grietas, golpes, respecto a Muestras Físicas y a Ayudas Visuales	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3	Marcaje de trazabilidad.	Nivel de Ing. OS / Revisión de marca en forma Visual	[Letras BMW #parte_Nivel de Ingeniería_día Juliano_hora y minuto_M] ejemplo BMW 547 07 XXX 11:10 M, Posición de Acuerdo a Ayuda Visual	Faltante de Logo, o algún número no se aprecie de manera visible.	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	333 1813	333 1815	333 1816	333 1818	333 1819	333 1821	333 1823	333 1825	333 1826	333 1828	333 1829	333 1831
NOTA: Al momento de encontrar Material Sospechoso, colocar etiqueta roja y asegurar que se da disposición a cuarentena o scrap, según corresponda.															1711203		

MAGNA		COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-12				Mafact		Número de Control: CSL-GP-12-7449547 Fecha de Revisión: 10.07.2023 Rev: 10									
		No. DE PARTE:	7 449 547		PROYECTO /CLIENTE:	G20		Utilizar la siguiente nomenclatura al realizar la Inspección		OK	✓	NO OK	✗	TIEMPO INSPECCION:	90 Segundos		
		DESCRIPCIÓN:	ASSEMBLY REAR COVER		Colocar los últimos 4 dígitos de cada HU												
NO.	CARACTERÍSTICA CRÍTICA	METODO DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN ESTANDAR	DEFECTO	PLAN DE REACCIÓN	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	
						Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	Auditor:	
1	Fisura	Visual 100%	Libre de fisuras, pre-fisuras, grietas, golpes, respecto a Muestras Físicas y a Ayudas Visuales	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Adelgazamiento	Visual 100%	Libre de fisuras, pre-fisuras, grietas, golpes, respecto a Muestras Físicas y a Ayudas Visuales	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3	Marcaje de trazabilidad.	Nivel de Ing. OS / Revisión de marca en forma Visual	[Letras BMW #parte_Nivel de Ingeniería_día Juliano_hora y minuto_M] ejemplo BMW 547 07 XXX 11:10 M, Posición de Acuerdo a Ayuda Visual	Faltante de Logo, o algún número no se aprecie de manera visible.	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	333 1837	333 1838	333 1840	333 1842	333 1843	333 1845	333 1846	333 1848	333 1853	333 1850	333 1851	333 1853
NOTA: Al momento de encontrar Material Sospechoso, colocar etiqueta roja y asegurar que se da disposición a cuarentena o scrap, según corresponda.															1711215		

Imagen 22 – Llenado de hoja de Inspección G20

MAGNA		COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-12				Mafact		Número de Control: CSL-GP-12-9466599 Fecha de Revisión: 10.7.2023 Rev: 02											
		No. DE PARTE:	9466599		PROYECTO /CLIENTE:	G42		Utilizar la siguiente nomenclatura al realizar la inspección											
		DESCRIPCIÓN:	ASSEMBLY REAR COVER				OK ☒ NO OK ☐		TIEMPO INSPECCION: 93 Segundos										
NO.	CARACTERÍSTICA CRÍTICA	METODO DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN ESTANDAR	DEFECTO	PLAN DE REACCIÓN	29/11/23 Emmanuel													
1	Fisura	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, golpes	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Marcaje de trazabilidad.	Plantilla 100%	Al Ale, #, lote, hora, minuto Consecutivo, Tk, País, # de parte	Faltante de Logo, o algún número no se aprecie de manera visible.	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
						172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	
3	Adelgazamiento	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, golpes	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Firma de Validación de Calidad al final de turno:																			
NOTA: Al momento de encontrar Material Sospechoso, colocar etiqueta roja y asegurar que se da disposición a cuarentena.						1711574													

MAGNA		COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOJA DE INSPECCIÓN DE GP-12				Mafact		Número de Control: CSL-GP-12-9466599 Fecha de Revisión: 10.7.2023 Rev: 02											
		No. DE PARTE:	9466599		PROYECTO /CLIENTE:	G42		Utilizar la siguiente nomenclatura al realizar la inspección											
		DESCRIPCIÓN:	ASSEMBLY REAR COVER				OK ☒ NO OK ☐		TIEMPO INSPECCION: 93 Segundos										
NO.	CARACTERÍSTICA CRÍTICA	METODO DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN ESTANDAR	DEFECTO	PLAN DE REACCIÓN	29/11/23 Emmanuel													
1	Fisura	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, golpes	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Marcaje de trazabilidad.	Plantilla 100%	Al Ale, #, lote, hora, minuto Consecutivo, Tk, País, # de parte	Faltante de Logo, o algún número no se aprecie de manera visible.	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	
						188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	
3	Adelgazamiento	Visual 100%	Libre de fisuras, grietas, golpes	Material con fisuras, grietas o golpes	Parar línea, identificación y separación de material no conforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Firma de Validación de Calidad al final de turno:																			
NOTA: Al momento de encontrar Material Sospechoso, colocar etiqueta roja y asegurar que se da disposición a cuarentena.																			

Imagen 23 – Llenado de hoja de Inspección G42

2.- HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR (HOE) GP12

MAGNA		COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOE - HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR GP12		No. de Control: CSL-HOE-Assy Rear Cover_GP12 Fecha de Revisión: 04 Nov 2023 Revisión: 00		Mafact	
Equipo mínimo de protección personal a utilizar en la estación.		Información General		Simbología		Gráfica de Balance de Trabajo	
		Cliente/Proyecto	Línea/Estación				
		BMW / G42 / G20	Assembly Rear Cover				
		Número de Parte	Nombre de la Parte				
		PT03004C-AF / PTA0001C-AE	Assy Rear Cover				
Secuencia	Simbolo	Paso principal (Qué)	*Punto clave (Como)	*Razón (Por qué)	Tabla de Combinación de trabajo		
					Operador	Máquina	Caminata
					75.0	0.0	2.0
1	+	El personal de torcería, tomara la pieza del proceso de inspeccion final de la celda	Tomar la pieza y acomodarla en la mesa de inspeccion	Para poder inspeccionar de manera adecuada la pieza	0.0		0.0
1	+	Paso de esponja diamante y/o malla en zona 1 (ayuda visual 1)	Realizar el paso de esponja diamante y/o fibra en la zona 1 (ayuda Visual 1)	Para resaltar si la pieza presenta fisura o adelgazamiento	5.0		5.0
2	+	Inspeccion Zona 1 (ayuda visual 1)	Realizar la inspeccion de manera visual de la zona 1 (ayuda visual 1)	Para verificar que no presente fisuras o prefisuras (ac-23-307 / ac-23-471 / ac-23-055 / ac-23-420) (Ayuda Visual 1)	10.0		15.0
3	+	Paso de esponja diamante y/o malla en zona 2 (ayuda visual 1)	Realizar el paso de esponja diamante y/o fibra en la zona 2 (ayuda Visual 1)	Para resaltar si la pieza presenta fisura o adelgazamiento	5.0		20.0
4	+	Inspeccion Zona 2 (ayuda visual 1)	Realizar la inspeccion de manera visual de la zona 2 (ayuda visual 1)	Para verificar que no presente fisuras o prefisuras (ac-23-168 / ac-23-401 / ac-23-392) (Ayuda Visual 1)	10.0		30.0
5	+	Paso de esponja diamante y/o malla en zona 3 (ayuda visual 1)	Realizar el paso de esponja diamante y/o fibra en la zona 3 (ayuda Visual 1)	Para resaltar si la pieza presenta fisura o adelgazamiento	5.0		35.0
6	+	Inspeccion Zona 3 (ayuda visual 1)	Realizar la inspeccion de manera visual de la zona 3 (ayuda visual 1)	Para verificar que no presente fisuras o prefisuras (ac-23-307 / ac-23-471 / ac-23-055 / ac-23-420) (Ayuda Visual 1)	10.0	0.0	45.0
7	+	Inspeccion de Stud (ayuda visual 1)	Realizar la validacion de 5 stud en el ensamble (ayuda visual 1)	Para verificar que el ensamble cuente con la presencia de 5 studs, y que estos se encuentren libres de daño y que no se haya provocado alguna fisura o adelgazamiento durante la inserccion	10.0		55.0
8	+	Colocar marcas testigo (Ayuda Visual 1)	Colocar 7 marcas testigo (ayuda visual 1), 1 en cada zona verificada despues de realizar la inspeccion en la zona de los stud coloca 4 puntos como validacion (ayuda visual 1)	Para comprobar que la zona fue validada y esta libre de fisuras y adelgazamientos y que cuenta con la presencia de 5 stud	5.0		60.0
9	+	Colocacion de pieza en Rack	Colocar la pieza en el rack, segun CSL-NE-PT03004C-AF	Para completar norma de empaque, y realizar el envio de rack al almacen PT	5.0		65.0
11	+	Realizar llenado de documentacion	Llenar la documentacion correspondiente, en la frecuencia indicada: -> Registro de Gp12/QG (por Rack) -> Tally Sheet (Diario y por hora) -> Chart (a final de turno) -> Hoja de respuesta (en caso de tener un defecto)	Para tener registro y control del material inspeccionado	10.0		75.0
					75.0	0.0	75.0

	COSMA SAN LUIS SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD HOE - HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR DE CICLO CORTO	No. de Control: CSL.HOE.PTA0008C-GP12 Assy Decklid G42 Fecha de Revisión: 04 Nov 2023 Revisión: 00																													
Equipo mínimo de protección personal a utilizar en la estación. ☐ Goggles ☐ Safety Vest ☐ Safety Shoes ☐ Safety Glasses ☐ Safety Gloves ☐ Hard Hat	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Información General</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"> Cliente/Proyecto BMW / G42 / G20 </td> <td style="width: 50%;"> Línea/Estación Assembly Rear Cover </td> </tr> <tr> <td> Número de Parte PT03004C-AF / PTA0001C-AE </td> <td> Nombre de la Parte Assy Rear Cover </td> </tr> </table>			Información General		Cliente/Proyecto BMW / G42 / G20	Línea/Estación Assembly Rear Cover	Número de Parte PT03004C-AF / PTA0001C-AE	Nombre de la Parte Assy Rear Cover																						
Información General																															
Cliente/Proyecto BMW / G42 / G20	Línea/Estación Assembly Rear Cover																														
Número de Parte PT03004C-AF / PTA0001C-AE	Nombre de la Parte Assy Rear Cover																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Simbología</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; font-size: 0.7em;"> + Inspección visual E Inspección por ensayo M Medición Q Operación que involucra el uso de herramientas Q Operación que involucra el uso de maquinaria </td> <td style="width: 50%; font-size: 0.7em;"> CC Característica crítica PT Característica de inspección CIC Característica crítica CIC Característica crítica </td> </tr> </table>				Simbología		+ Inspección visual E Inspección por ensayo M Medición Q Operación que involucra el uso de herramientas Q Operación que involucra el uso de maquinaria	CC Característica crítica PT Característica de inspección CIC Característica crítica CIC Característica crítica																								
Simbología																															
+ Inspección visual E Inspección por ensayo M Medición Q Operación que involucra el uso de herramientas Q Operación que involucra el uso de maquinaria	CC Característica crítica PT Característica de inspección CIC Característica crítica CIC Característica crítica																														
Ayudas Visuales																															
Ayuda Visual 1																															
Información Adicional Para la emisión y posteo en piso de este documento, se requerirá que esté liberado en toda la cadena de aprobación en sistema MASTERWEB . Las celdas que tengan el símbolo de * se llenan de manera manual.		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Resumen de Tiempos</th> </tr> <tr> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> <th>Unidad de medida</th> </tr> <tr> <td>Tiempo ciclo del operador</td> <td>80.0</td> <td>Segundos</td> </tr> <tr> <td>Tiempo ciclo de la línea</td> <td>176</td> <td>Segundos</td> </tr> <tr> <td>Tiempo Task</td> <td>-</td> <td>Segundos</td> </tr> </table>		Resumen de Tiempos			Descripción	Valor	Unidad de medida	Tiempo ciclo del operador	80.0	Segundos	Tiempo ciclo de la línea	176	Segundos	Tiempo Task	-	Segundos													
Resumen de Tiempos																															
Descripción	Valor	Unidad de medida																													
Tiempo ciclo del operador	80.0	Segundos																													
Tiempo ciclo de la línea	176	Segundos																													
Tiempo Task	-	Segundos																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Trabajo Periódico</th> </tr> <tr> <th>No.</th> <th>Descripción</th> <th>Frecuencia</th> <th>Tiempo Periódico</th> </tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Trabajo Periódico				No.	Descripción	Frecuencia	Tiempo Periódico	1				2				3				4				5			
Trabajo Periódico																															
No.	Descripción	Frecuencia	Tiempo Periódico																												
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															

Nota: Esta es la primera HOE implementada en el área de Rear Cover para el servicio GP12 publicada el 04 de noviembre de 2023