TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

"ESTANDARIZACIÓN Y LANZAMIENTO DE NUEVO PROYECTO BMW XNF CCO, PARA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE CALIDAD"

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:
ABRIL CELESTE MEDINA CONTRERAS.

NOMBRE DEL ASESOR:
ING. MARÍA INÉS HERNÁNDEZ DÍAZ
ASESOR INTERNO

APIZACO, TLAX., AGOSTO 2026

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Subdirección de Planeación

Apizaco, Tlax. 20/marzo/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

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

Nombre del Egresado:	**ABRIL CELESTE MEDINA CONTRERAS**
Carrera:	**INGENIERÍA INDUSTRIAL**
No. De control:	**21370544**
Nombre del proyecto:	**ESTANDARIZACIÓN Y LANZAMIENTO DE NUEVO PROYECTO BMW XNF CCO, PARA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE CALIDAD**
Producto:	**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

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

A T E N T A M E N T E
EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLOGICA ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ARMANDO BARRAZA HINIESTA
JEFE DE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL

MARIA INÉS HERNÁNDEZ DÍAZ
ASESOR INTERNO

c.c.p._Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._Archivo

2026 año de Margarita Maza

Scanned with CamScanner



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 20/Marzo/2026

ABRIL CELESTE MEDINA CONTRERAS
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL 21370544.
P R E S E N T E.

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 RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"ESTANDARIZACIÓN Y LANZAMIENTO DE NUEVO PROYECTO BMW XNF CCO PARA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE CALIDAD",** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

A T E N T A M E N T E
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

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026 año de Margarita Maza

Scanned with CamScanner

AGRADECIMIENTOS:

El desarrollo y culminación de este proyecto representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también el reflejo de un camino lleno de aprendizajes, retos, crecimiento personal y profesional. Nada de lo logrado habría sido posible sin el apoyo, la confianza y el acompañamiento de las personas e instituciones que, de distintas maneras, formaron parte fundamental de este proceso. Por ello, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que contribuyeron a que este proyecto y esta etapa de mi vida se concretaran con éxito.

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres y mi hermano, quienes han sido el pilar más importante a lo largo de toda mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí incluso en los momentos en los que yo misma dudé, y por impulsarme siempre a luchar por lo que me propongo. Su confianza, sus consejos y su esfuerzo constante han sido la base que me permitió avanzar, superar obstáculos y no rendirme ante las dificultades. Todo lo que soy y lo que he logrado hasta hoy es resultado del amor, la dedicación y los valores que me inculcaron. Este logro también es suyo.

A mis amigos, mi casa de estudios y a todas las personas que conocí a lo largo de este proceso. De manera más especial agradezco a Lluvia, Brenda y Sandy que se volvieron un pilar importante durante mi formación para lograr esto, que siempre me brindaron su ayuda, comprensión y su amistad para hacer que cada día fuera mágico. Gracias a cada docente que, a lo largo de mi carrera, compartió su conocimiento, experiencia y vocación, contribuyendo a mi preparación profesional. La formación recibida no solo me permitió adquirir herramientas técnicas, sino también desarrollar habilidades, criterio y responsabilidad, que hoy son fundamentales para mi desempeño en el ámbito laboral. Esta institución fue el espacio donde crecí, aprendí y me preparé para dar el siguiente paso en mi desarrollo profesional.

Agradezco también a la empresa Grammer, por abrirme las puertas y permitirme formar parte de un proyecto tan relevante dentro del sector automotriz. La experiencia adquirida durante mis residencias profesionales fue invaluable. Esta oportunidad marcó un antes y un después en mi formación, brindándome una visión más clara del campo profesional al que deseo pertenecer. De manera especial también agradezco a las personas que conocí, a Lupita y a Mike, quienes hicieron mi experiencia de las prácticas de las mejores de mi vida, son amigos que voy a llevar en mi corazón para siempre

A todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este proceso, les expreso mi más sincero agradecimiento. Este proyecto no solo representa un requisito académico cumplido, sino el resultado del esfuerzo conjunto, del apoyo recibido y de las enseñanzas aprendidas. Me llevo grandes aprendizajes, experiencias inolvidables y la motivación para seguir creciendo y alcanzando nuevas metas en mi vida profesional y personal.

INDICE

- **AGRADECIMIENTOS** 2
- **RESUMEN** 3

CAPITULO I. *GENERALIDADES DEL PROYECTO* 9

- **INTRODUCCIÓN** 10
- **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO.** 11

MISIÓN Y VISIÓN 11

VALORES 12

ORGANIGRAMA 12

UBICACIÓN 12

POLÍTICA DE CALIDAD 14

HISTORIA 15

PRODUCTOS DE GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V. ... 18

VEHÍCULOS COMERCIALES 21

CLIENTES DE GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V. 25

- **PROBLEMAS POR RESOLVER** 27
- **OBJETIVO GENERAL** 29
- **OBJETIVOS ESPECIFICOS** 29
- **JUSTIFICACIÓN** 29
- **DELIMITACIÓN** 30

CAPITULO II MARCO TEÓRICO. 32

- **MARCO TEORICO** 33

La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas 33

Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México 33

Impacto de la calidad y valor percibidos sobre la intención de compra: sector automotriz 34

Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta 35

Diseño y desarrollo de una estación de trabajo como resultado de la implementación de la metodología 8D en una empresa MAKER 36

Implementación de la metodología 8D's para la reducción de notificaciones de calidad.....36

Aplicación de la metodología de las ocho disciplinas para la reducción de quejas de cliente generadas por productos con defecto de conector incorrecto en una empresa manufacturera.....37

Reducción de sppm mediante la implementación de core tools y metodología 8d. 38

Implementación de controles de inspección de calidad, conforme a requisitos de cliente JLG Industries Americas 38

Diseño y Aplicación de una metodología de capacitación para eliminar defectos.....39

Documentación al sistema de calidad 40

CAPITULO III DESARROLLO. 41

- **DESARROLLO**.....42

PLAN (Planear).....42

DO (Hacer).....52

Check (VERIFICAR).....76

Act (ACTUAR).....92

CAPITULO IV: 96

RESULTADOS, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA ..96

- **RESULTADOS** 97
- **CONCLUSIONES**.....97
- **RECOMENDACIONES**.....99
- **BIBLIOGRAFIA** 101

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. Ubicación de la empresa GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA 13
ILUSTRACIÓN 2. Vista satelital GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA. 13

ILUSTRACION 3. Demostración de criterios de aceptación para pieza BIM Bracket de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)...54

ILUSTRACIÓN 4. Demostración de alerta de calidad emitida por defecto de pieza de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)...56

ILUSTRACIÓN 5. Demostración de ruta de inspección emitida para el área de ensamble de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....59

ILUSTRACIÓN 6. Demostración de liberación de primera pieza en el área de ensamble de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)...61

ILUSTRACIÓN 7. Demostración de una hoja de instrucción para actividad del proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....63

ILUSTRACIÓN 8. Demostración de "D2: Descripción del problema" para 8D elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....67

ILUSTRACIÓN 9. Demostración de "D3: Identificación de causa raiz" para 8D elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....68

ILUSTRACIÓN 10. Demostración de Report Contaiment elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)...71

ILUSTRACIÓN 11. Demostración de PDCA de piezas con defectos elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)...71

ILUSTRACIÓN 12. Demostración de PIST de piezas previamente medidas elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....73

ILUSTRACIÓN 13. Demostración de una ayuda visual de piezas previamente elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).....76

ILUSTRACIÓN 14. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción.....79

ILUSTRACIÓN 15. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción.....80

ILUSTRACIÓN 16. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción.....82

ILUSTRACIÓN 17. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción.....82

ILUSTRACIÓN 18. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción.....83

ILUSTRACIÓN 19. Toma de evidencia de la verificación de información en el formato de liberación.....84

ILUSTRACIÓN 20. Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble).....86

ILUSTRACIÓN 21. Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble).....87

ILUSTRACIÓN 22. Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble). REPORT CONTAIMENT.....88

ILUSTRACIÓN 23. Toma de evidencia de los defectos y toma de acciones en PDCA. ...88
ILUSTRACIÓN 24. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción. 91
ILUSTRACIÓN 25. Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción 92

INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. Organigrama actualizado de la empresa 12
DIAGRAMA 2. SIPOC de proceso para el área de INYECCIÓN.....45

DIAGRAMA 3.SIPOC de proceso para el área de PINTURA. 47

DIAGRAMA 4. SIPOC de proceso para el área de ENSAMBLE 49

DIAGRAMA 5.Diagrama de tortuga del proyecto BMW XNF.....51

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE, en el segmento de automoción. ..21
TABLA 2. Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE, vehículos comerciales. 25

TABLA 3.Clientes de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA.....27

TABLA 4.Diseño del checklist para realizar la auditoria interna. 79

TABLA 5.Diseño de tabla de documentación para control de vigencias de documentación. 94

RESUMEN

La industria automotriz exige altos estándares de calidad, trazabilidad y control documental para garantizar la conformidad de los productos y la satisfacción del cliente final. En este contexto, la correcta estandarización de procesos y la documentación técnica juegan un papel fundamental durante el lanzamiento de nuevos proyectos, especialmente en la transición de la fase de desarrollo a la producción en serie.

El presente proyecto de residencias profesionales, titulado “Estandarización y lanzamiento de nuevo proyecto BMW XNF CCO para documentación técnica de Calidad”, se desarrolló en la empresa Grammer, dentro del área de Calidad, durante el periodo comprendido del 18 de agosto al 12 de diciembre de 2025. El proyecto se enfocó en fortalecer la documentación técnica necesaria para asegurar la calidad del producto en los procesos de inyección, pintura y ensamble, considerando que el programa se encontraba en etapa de desarrollo y preparación para su fase de serie.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), lo que permitió estructurar las actividades de manera ordenada y sistemática. En la fase de Planear se aplicaron herramientas como SIPOC, Value Stream Mapping (VSM) y diagrama de tortuga, con el fin de analizar los procesos, identificar riesgos y establecer controles adecuados. En la fase de Hacer se elaboraron e implementaron diversos documentos de calidad, entre los que destacan criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación de primera pieza, alertas de calidad, reportes 8D, formatos PDCA, PIST, hojas de instrucción y ayudas visuales.

Posteriormente, en la fase de Verificar se evaluó la efectividad de los controles establecidos mediante verificaciones visuales, análisis de defectos y delimitación de zonas críticas del producto, contribuyendo a la detección oportuna de desviaciones. Finalmente, en la fase de Actuar se consolidaron las mejoras mediante la estandarización documental, la creación de una tabla de control de documentos y el resguardo de la información generada durante el proyecto, asegurando la continuidad del conocimiento para la fase de producción en serie.

Como resultado, el proyecto permitió fortalecer el sistema de calidad del nuevo programa BMW XNF CCO, estableciendo bases sólidas para la prevención de defectos, la mejora continua y el cumplimiento de los requisitos del cliente, contribuyendo así al correcto lanzamiento y madurez del proyecto dentro de la organización.

CAPITULO I.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se distingue por operar bajo estándares estrictos de calidad, seguridad y confiabilidad, donde cada componente que forma parte de un vehículo debe cumplir con requisitos técnicos, funcionales y estéticos claramente definidos. En este entorno altamente competitivo, la gestión de la calidad se convierte en un factor determinante para asegurar la satisfacción del cliente, prevenir defectos y garantizar la continuidad de los procesos productivos. La correcta implementación de sistemas de calidad y la adecuada documentación de los procesos permiten a las organizaciones responder de manera efectiva a las exigencias del mercado automotriz global.

El lanzamiento de nuevos proyectos representa una de las etapas más críticas dentro de la industria, ya que es en este punto donde se establecen las bases que definirán el desempeño del producto a lo largo de su ciclo de vida. La falta de estandarización, controles poco definidos o documentación incompleta durante esta fase puede generar problemas recurrentes en producción, reprocesos, desperdicios y reclamaciones de cliente. Por esta razón, resulta indispensable contar con herramientas, metodologías y documentos que aseguren la correcta ejecución de los procesos desde su inicio.

En este sentido, la documentación técnica de calidad cumple un papel fundamental, ya que permite definir criterios claros, estandarizar métodos de trabajo, facilitar la inspección del producto y asegurar la trazabilidad de las decisiones tomadas. Además, contribuye a la transferencia del conocimiento, evitando la dependencia del conocimiento individual y fortaleciendo la cultura de mejora continua dentro de la organización. La documentación no solo respalda el cumplimiento de normas y requisitos del cliente, sino que también se convierte en una base sólida para futuros proyectos y auditorías.

Para lograr estos objetivos, las organizaciones recurren a metodologías estructuradas de mejora continua, como el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), el cual permite analizar los procesos, implementar mejoras, evaluar resultados y estandarizar las acciones efectivas. La aplicación de este enfoque facilita una visión integral del sistema de calidad, promoviendo la prevención de errores y el control sistemático de los procesos productivos.

Bajo este contexto, el presente proyecto se orienta al fortalecimiento de la documentación técnica de calidad durante el lanzamiento de un nuevo programa automotriz, integrando herramientas de análisis, formatos de control y metodologías de mejora continua que permitan asegurar la calidad del producto, la estandarización de los procesos y la correcta transición hacia la producción en serie.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO.

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V.

El lugar donde se llevará a cabo el proyecto es en la empresa GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V, empresa especializada en el desarrollo y manufactura de componentes y sistemas para interiores de vehículos ligeros, así como asientos para conductor y del pasajero para vehículos todo terreno, camiones, autobuses y trenes. Como socios globales de la industria de fabricación de vehículos, están representados en todo el mundo por dos divisiones, Automotriz y Vehículos Comerciales.

MISIÓN Y VISIÓN

Visión

- ✓ Líder mundial del mercado en el sector todo terreno.
- ✓ Posición líder mundial en el área de interiores de automóviles de pasajeros.
- ✓ Posición líder mundial en el mercado de asientos de conductor y pasajero en el sector de vehículos comerciales

Misión

- ✓ Fortalecer el liderazgo en innovación.
- ✓ Desarrollo y fabricación de productos con calidad, seguridad, ergonomía y comodidad únicas.
- ✓ Generar valores para clientes y accionistas.
- ✓ Asumir la responsabilidad social.
- ✓ Promover la calificación y desarrollo de nuestros empleados

VALORES

- Integridad
- Respeto
- Justicia
- Incorruptibilidad
- Humanidad
- Responsabilidad
- Discreción
- Privacidad

- Independiente

ORGANIGRAMA

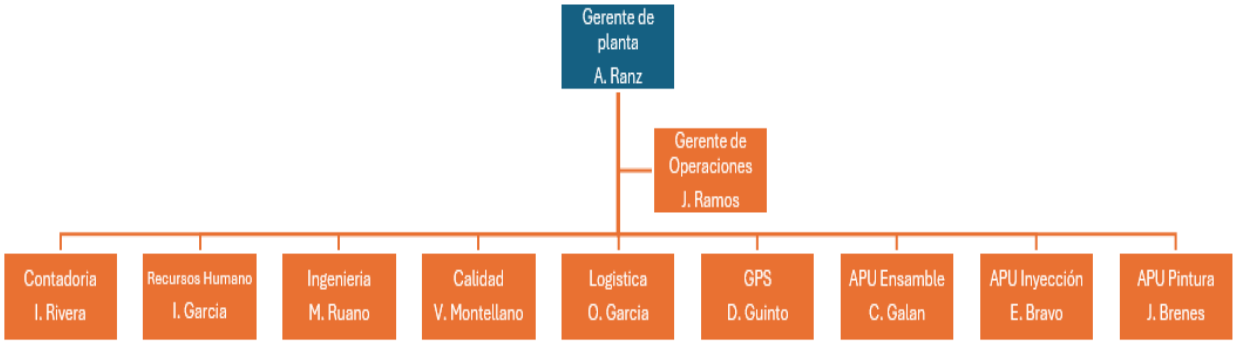


DIAGRAMA 1. *Organigrama actualizado de la empresa*

UBICACIÓN

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A. DE C.V., se localiza en Boulevard Tetla lote 1 Manzana 2 No. 107 Cd. Industrial Xicohtencatl Tetla, Tlaxcala.

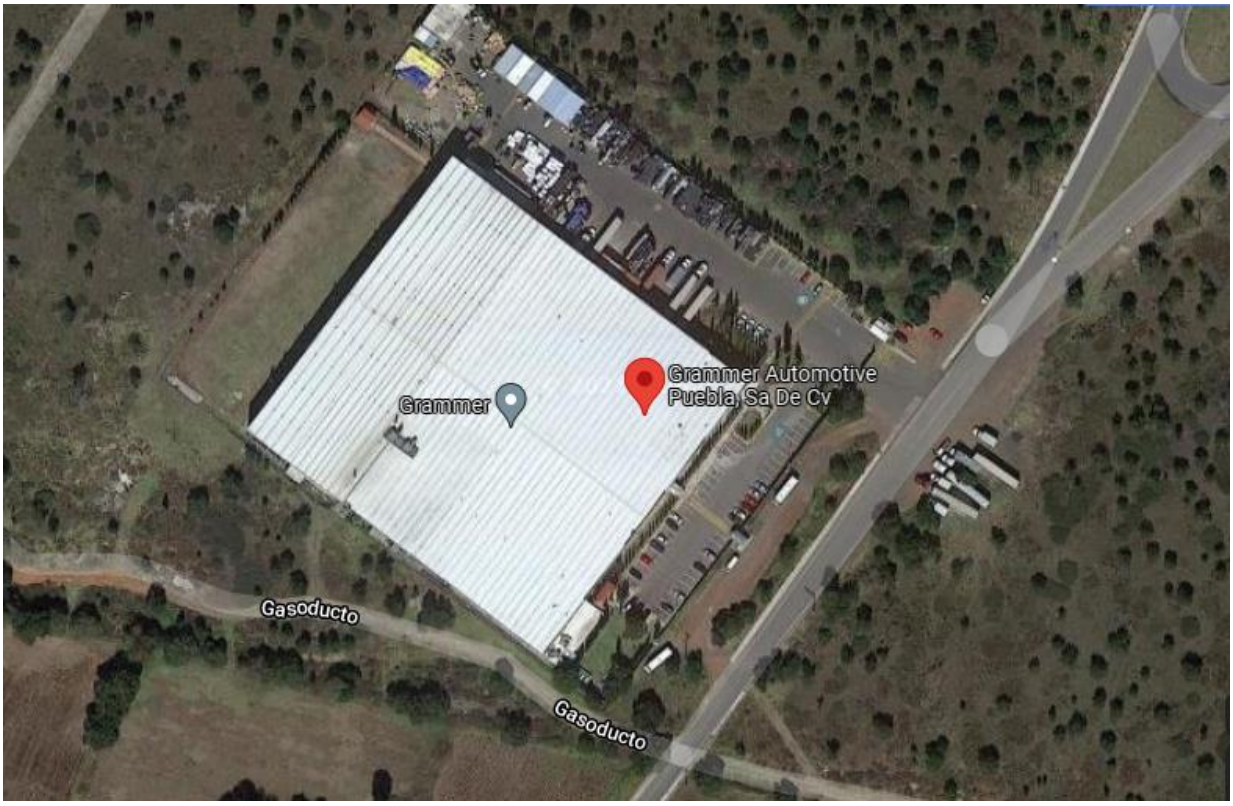


ILUSTRACIÓN 1. *Ubicación de la empresa GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA*



ILUSTRACIÓN 2. *Vista satelital GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA.*

POLÍTICA DE CALIDAD

Para GRAMMER AUTOMOTIVE, la "calidad percibida" es su actitud básica hacia la búsqueda constante de la perfección en sus servicios y productos.
La calidad impecable de su trabajo es el requisito previo para cumplir con los requisitos internos y externos de los clientes. Para ellos mantener su alto nivel de calidad y mejora constante es una tarea constante.

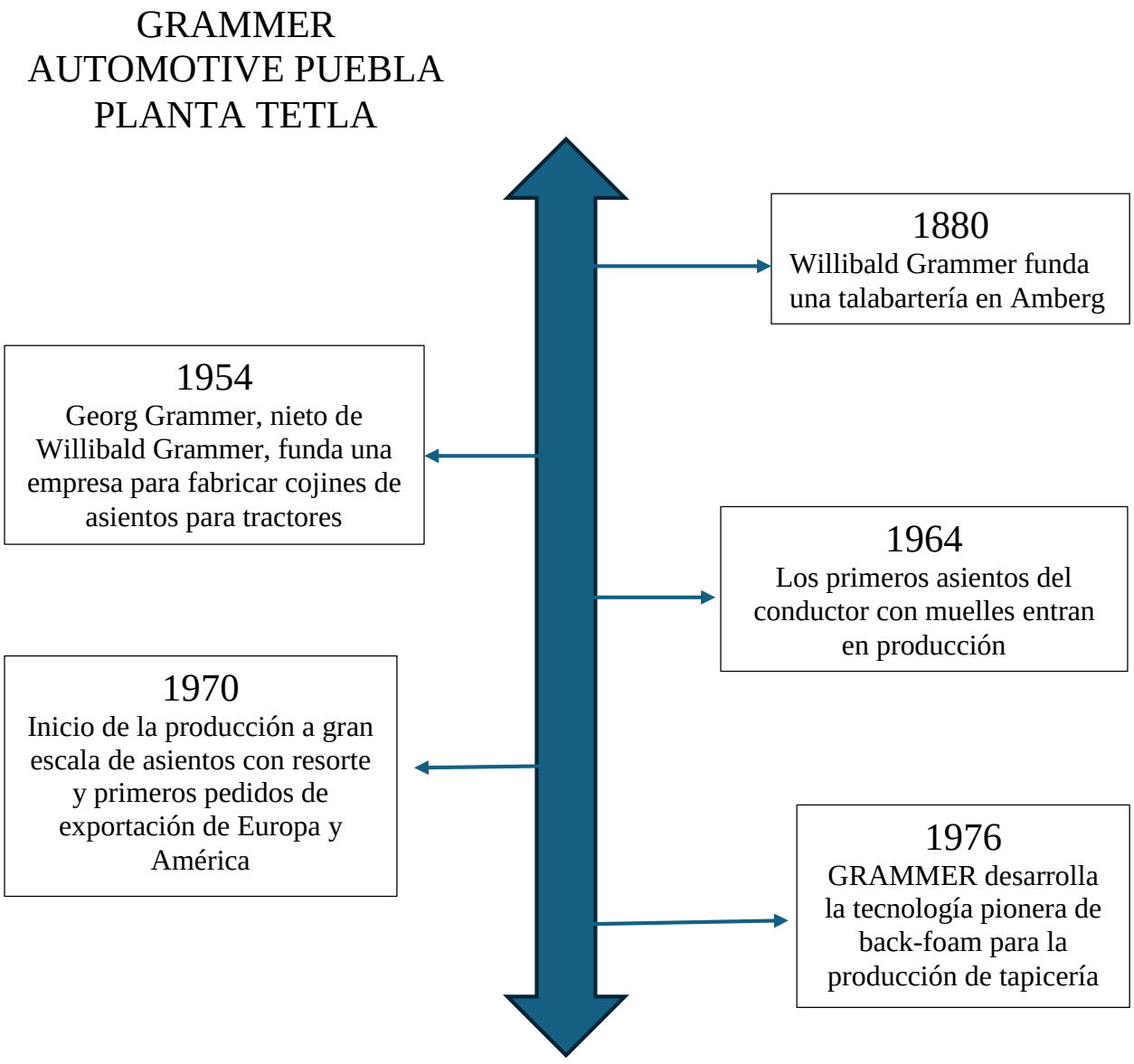
GRAMMER AUTOMOTIVE quiere clientes satisfechos, es por eso que se toman a los clientes externos e internos con la misma seriedad, asegurando que la calidad de sus servicios y productos se basan en las altas exigencias de sus clientes, logrando cumplir este requisito, puesto que para ellos es fundamental para el éxito de la empresa, y así poder asegurar puestos de trabajo.

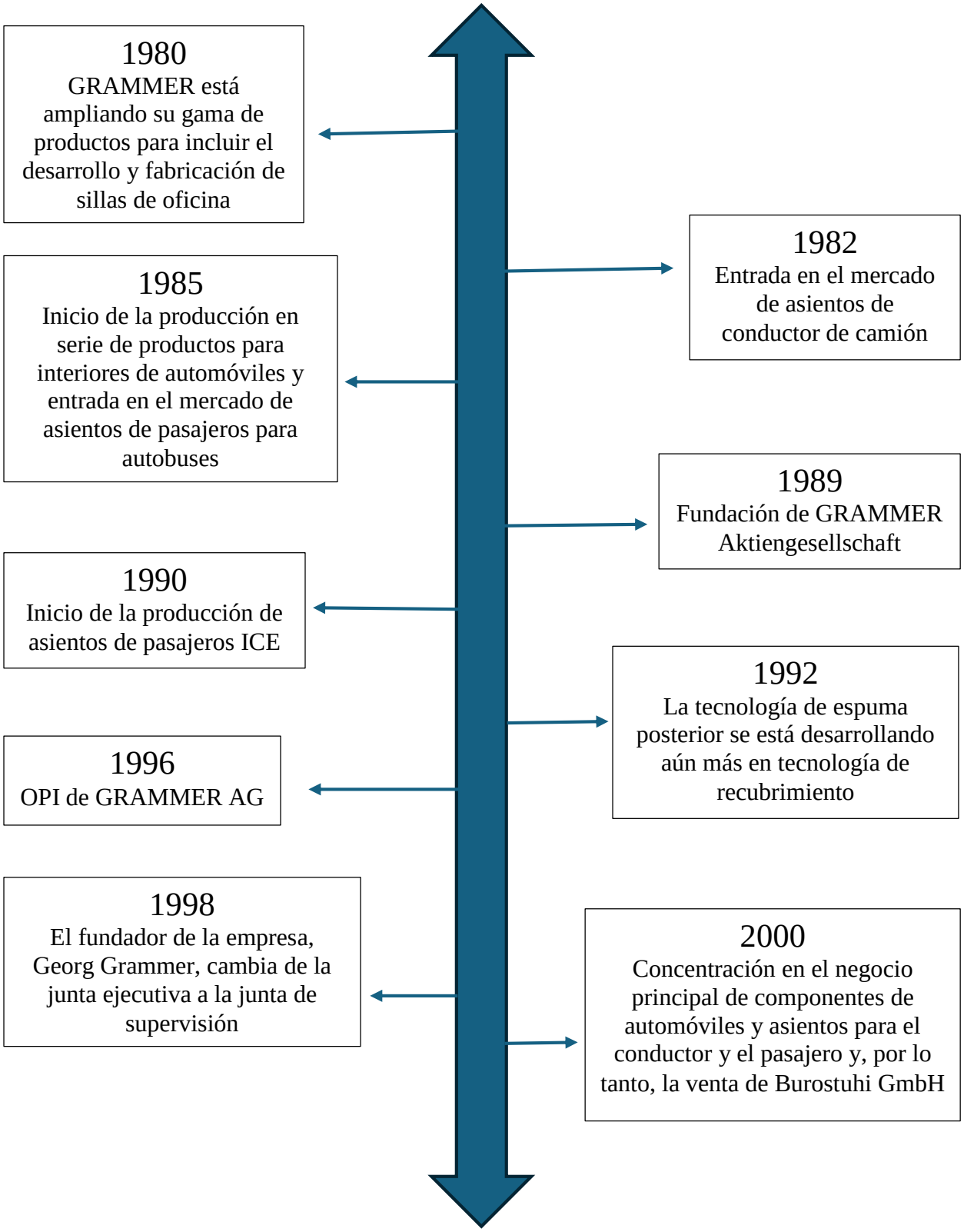
GRAMMER AUTOMOTIVE está comprometido con la calidad y ven la calidad como una tarea de gestión, así como también arreglan los errores de manera constante y su objetivo es cero errores. Evitar errores tiene prioridad sobre la eliminación de errores. Si se producen errores a pesar de todas las medidas preventivas, estos deben subsanarse permanentemente con medidas metódicas y sistemáticas. Los errores son desviaciones de las especificaciones. Aumentan sus costes y reducen su competitividad. Por lo tanto, GRAMMER se esfuerza por hacer todo bien de inmediato y crear las condiciones para ello.

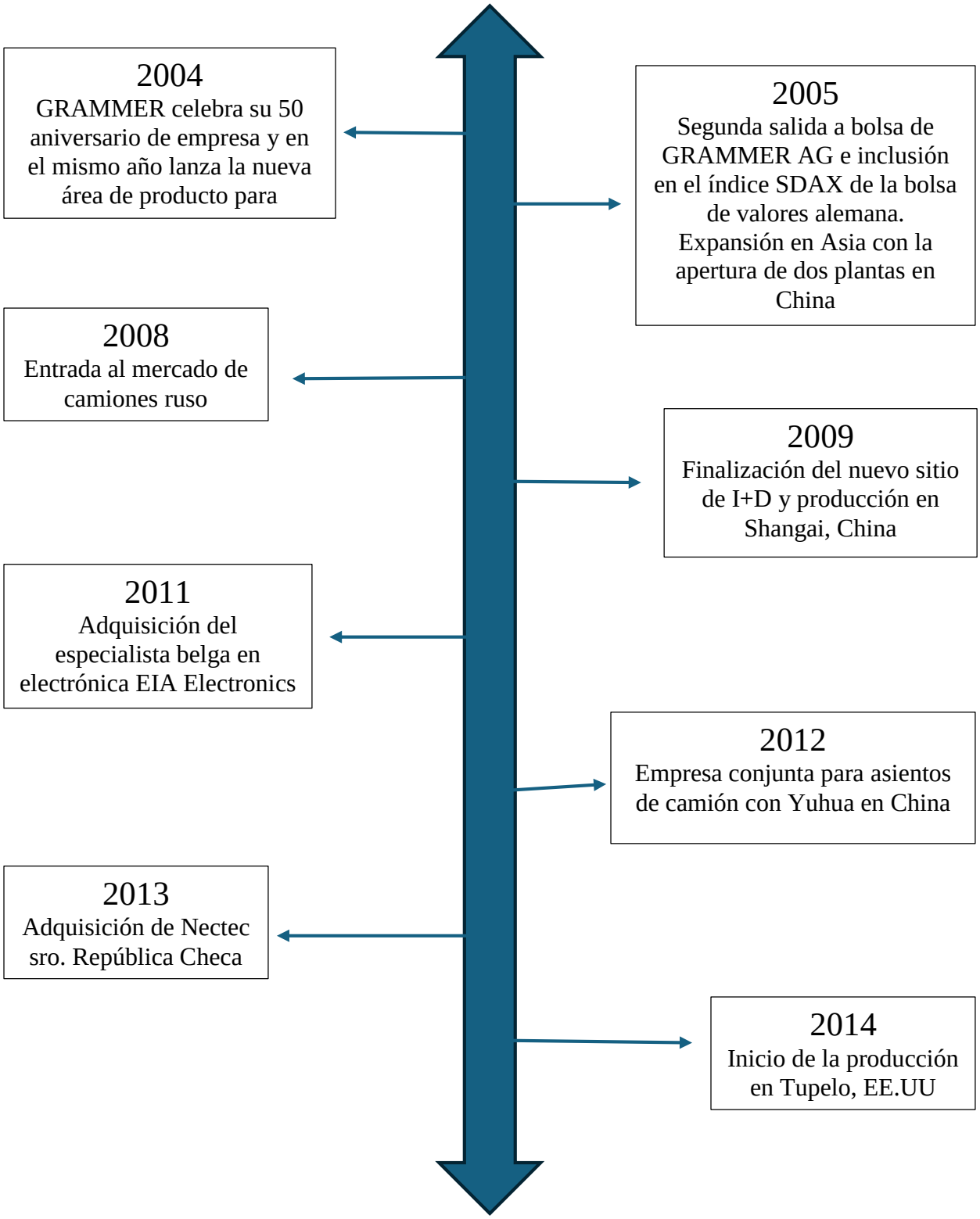
GRAMMER busca estar a la vanguardia de la competencia global, logrando esto a través de mejoras constantes y medibles en su trabajo. Todos los superiores son responsables de proporcionar a los empleados una formación específica para sus tareas. Este conocimiento se puede mantener y mejorar mediante una formación constante.

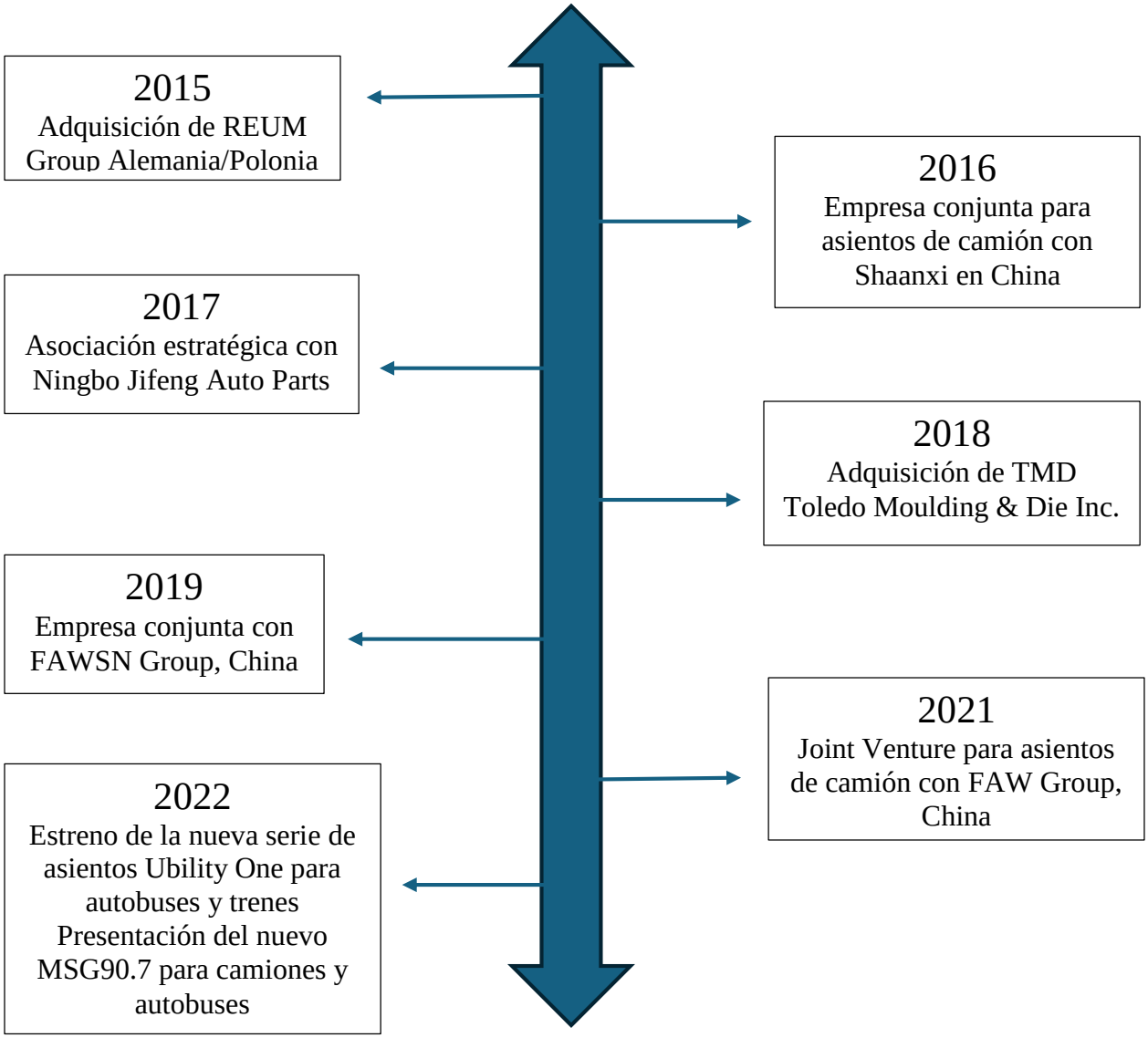
HISTORIA

La historia de éxito de GRAMMER comenzó hace más de 100 años cuando Willibald Grammer abrió una talabartería en Amberg. Desde entonces, GRAMMER ha pasado de ser un proveedor regional de cojines para asientos a un actor global en la industria automotriz y de vehículos comerciales.




1980
GRAMMER está ampliando su gama de productos para incluir el desarrollo y fabricación de sillas de oficina
1982
Entrada en el mercado de asientos de conductor de camión
1985
Inicio de la producción en serie de productos para interiores de automóviles y entrada en el mercado de asientos de pasajeros para autobuses
1989
Fundación de GRAMMER Aktiengesellschaft
1990
Inicio de la producción de asientos de pasajeros ICE
1992
La tecnología de espuma posterior se está desarrollando aún más en tecnología de recubrimiento
1996
OPI de GRAMMER AG
1998
El fundador de la empresa, Georg Grammer, cambia de la junta ejecutiva a la junta de supervisión
2000
Concentración en el negocio principal de componentes de automóviles y asientos para el conductor y el pasajero y, por lo tanto, la venta de Burostuhi GmbH


2004
GRAMMER celebra su 50 aniversario de empresa y en el mismo año lanza la nueva área de producto para
2005
Segunda salida a bolsa de GRAMMER AG e inclusión en el índice SDAX de la bolsa de valores alemana.
Expansión en Asia con la apertura de dos plantas en China
2008
Entrada al mercado de camiones ruso
2009
Finalización del nuevo sitio de I+D y producción en Shangai, China
2011
Adquisición del especialista belga en electrónica EIA Electronics
2012
Empresa conjunta para asientos de camión con Yuhua en China
2013
Adquisición de Nectec sro. República Checa
2014
Inicio de la producción en Tupelo, EE.UU



PRODUCTOS DE GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V.

En el segmento de la automoción, GRAMMER suministra reposacabezas, reposabrazos, consolas centrales y componentes interiores de alta calidad a reconocidos fabricantes de automóviles y proveedores de sistemas para la industria del vehículo. Sus componentes interiores impresionan por su comodidad, diseño y seguridad. Debido a los productos de alta calidad, competitivos y orientados al futuro, los principales fabricantes de automóviles y proveedores de sistemas valoran a GRAMMER Automotive como fuente de inspiración y centro de estudios en el campo del equipamiento interior.

Áreas de negocio centrales en el segmento de automoción:

- Reposacabezas
- Apoyabrazos
- Consolas centrales
- Componentes interiores
- Plásticos funcionales

Reposacabezas	
Apoyabrazos	

Consolas centrales	
Componentes interiores	
Plasticos funcionales	

TABLA 1. *Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE, en el segmento de automoción.*

VEHÍCULOS COMERCIALES

GRAMMER Seating Systems desarrolla y produce asientos para el conductor y el pasajero para maquinaria agrícola y de construcción, carretillas elevadoras, camiones, autobuses y trenes en todo el mundo. Con "Design for use", los productos Grammer

Seating están diseñados para ser ergonómicos, fáciles de usar, cómodos y seguros. Con sus innovadores sistemas de asientos, GRAMMER es el número 1 mundial en el campo de los vehículos todoterreno y es uno de los principales fabricantes de asientos para camiones, autobuses y trenes.

Áreas de negocio principales en el segmento de vehículos comerciales:

- Offroad (asientos de conductor para vehículos comerciales como maquinaria agrícola, maquinaria de construcción, carretillas elevadoras).
- Camión (asientos de conductor para camiones).
- Autobús (asientos de conductor y pasajero para autobuses).
- Ferrocarril (asientos de conductor y pasajero para trenes).

Maquinaria de agricultura	
Maquinaria de construcción	

Camión	
Máquina elevadora	

Autobús **Asiento pasajero**	
Autobús **Asiento conductor**	
Tren **Asiento pasajero**	

Tren **Asiento conductor**	

TABLA 2. *Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE, vehículos comerciales.*

CLIENTES DE GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V.

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA tiene clientes mundialmente reconocidos como los principales fabricantes de automóviles.

Entre los clientes de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA se encuentran los siguientes hoy en dia:

Mercedes Benz	Armrest Descansabrazos Consola	400 E Expressway 83, San Juan, TX 78589, Estados Unidos	Mercedes-Benz
Volkswagen	Consola Cabeceras Descansabrazos	Av. San Lorenzo Almecatla 16, Sanctorum, 72710 Sanctorum, Pue.	

AUDI	Cabeceras Consola Descansabrazos	75012 San José Chiapa, Pue.	
STELLANTIS	Descansabrazos Cabeceras Folding	Av. Santa Fe 1240, Lomas de Santa Fe, Contadero, Cuajimalpa de Morelos, 01219 Ciudad de México, CDMX	
BMW	Cabeceras Consolas Amrest	X592+MG, Boulevard BMW No. 655 Parque Industrial Desarrollo Logistik II, 79526 Laguna de San Vicente, S.L.P.	
VOLVO	Consola	Recursos Hidráulicos S/N, 54990 Santiago Teyahualco, Méx.	
TESLA	Speaker	C. Montes Urales 505, Lomas - Virreyes, Lomas de Chapultepec III Secc, Miguel Hidalgo, 11000 Ciudad de México, CDMX	

JOHN DEERE	Asientos	Santa María, 25903 Ramos Arizpe, Coah.	JOHN DEERE

TABLA 3*.Clientes de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA.*

PROBLEMAS POR RESOLVER

1. Falta de estandarización en la documentación técnica

Actualmente no existen formatos homogéneos (criterios de aceptación, alertas, hojas de liberación, rutas de inspección). Esto genera confusión, errores y duplicidad de información.

- IMPACTO: Alto, porque afecta directamente la trazabilidad y cumplimiento con BMW

2. Ausencia de criterios de aceptación claros y documentados.

No hay parámetros bien definidos para determinar la conformidad de piezas en las diferentes áreas (inyección, pintura y ensamble).

- IMPACTO: Alto, ya que la ambigüedad puede ocasionar rechazos del cliente o fallas en producción.

3. Carencia de hojas de liberación de primera pieza

No se cuenta con un sistema formal para validar y documentar la primera pieza producida.

- IMPACTO: Alto, porque la liberación de primera pieza es un requisito clave para arrancar en serie y para auditorías.

4. Inexistencia de rutas de inspección formalizadas

Actualmente no hay rutas documentadas que guíen al personal sobre qué, cómo y cuándo inspeccionar en las áreas críticas.

- IMPACTO: Medio-alto, ya que se pueden omitir controles y afectar la calidad final del producto.

5. Falta de organización y coordinación del personal del área de Calidad

Las responsabilidades no están claramente definidas, lo que genera sobrecarga en algunos roles y falta de control en otros.

- IMPACTO: Medio, ya que repercute en la eficiencia del área y en la aplicación de los controles.

6. Escasa capacitación del personal en el uso de documentación técnica

Aunque existan documentos, si no se capacita al personal, estos pueden llenarse incorrectamente o ignorarse.

- IMPACTO: Medio, porque debilita la eficacia de todo el sistema documental.

7. Débil gestión de alertas de calidad

Las alertas actuales no están formalizadas ni estandarizadas, lo que dificulta comunicar oportunamente desviaciones y riesgos.

- IMPACTO: Medio-bajo, porque afecta la velocidad de reacción ante problemas recurrentes.

8. Ausencia de indicadores de desempeño para evaluar la eficacia del sistema documental

No se miden resultados como reducción de errores, tiempos de respuesta o cumplimiento de inspecciones.

- IMPACTO: Bajo, pero importante para asegurar la mejora continua y justificar el éxito del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Coordinar y Estandarizar el proceso de documentación técnica del área de Calidad en la empresa **Grammer** para el lanzamiento del nuevo proyecto **BMW XNF CCO**, asegurando que los procedimientos, formatos y registros cumplan con los lineamientos corporativos y del cliente, garantizando trazabilidad y confiabilidad en la gestión de la información.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los requerimientos de documentación técnica para el proyecto.
- Diseñar y adaptar formatos estandarizados de control de información.
- Implementar criterios de aceptación, alertas de calidad y hojas de liberación de primera pieza.

- Definir rutas de inspección en inyección, pintura y ensamble.
- Organizar al personal del área de Calidad y capacitar en el uso de la documentación.
- Evaluar la eficacia del proceso mediante indicadores y retroalimentación.

JUSTIFICACIÓN

El lanzamiento del proyecto **BMW XNF CCO** en la planta de **Grammer** representa una oportunidad crítica para fortalecer la capacidad del área de Calidad y asegurar el cumplimiento de exigentes requisitos del cliente automotriz. La estandarización y puesta en operación de la documentación técnica —incluyendo criterios de aceptación, hojas de liberación de primera pieza, alertas de calidad y rutas de inspección— es indispensable para garantizar la trazabilidad de los procesos, la consistencia en las decisiones de inspección y la evidencia necesaria para auditorías internas y de cliente.

Actualmente, la ausencia de formatos homologados y de procedimientos claramente articulados incrementa el riesgo de errores, omisiones y discrepancias entre operadores e inspectores, lo que puede derivar en rechazos de piezas, retrabajos y demoras en la habilitación de producción en serie. Al diseñar e implementar un sistema documental estructurado y accesible, se reducen tiempos de búsqueda de información, se mejora la comunicación entre las áreas involucradas (inyección, pintura y ensamble) y se establece una base formal para la mejora continua.

Además, la generación de hojas de liberación de primera pieza y la definición de rutas de inspección proporcionan controles preventivos que protegen la calidad del producto desde etapas tempranas de fabricación, garantizando que los requisitos técnicos y estéticos demandados por BMW sean verificados y registrados correctamente. La capacitación y la organización del personal en el uso de estos documentos son igualmente críticas: sin la adecuada transferencia de conocimiento, incluso los mejores formatos no producirán el efecto esperado.

Desde una perspectiva estratégica, el proyecto no solo atiende necesidades operativas inmediatas, sino que también crea activos institucionales (formatos, procedimientos, indicadores) que facilitarán futuros lanzamientos y la escalabilidad del proyecto hacia producción en serie. Para Grammer, esto mejora la competitividad frente a clientes OEM, reduce el riesgo de no conformidades costosas y aporta evidencia documental que respalda la conformidad técnica y el compromiso con los estándares de la industria.

En suma, la estandarización y lanzamiento de la documentación técnica es una inversión en control, eficiencia y certificabilidad; provee las condiciones necesarias para un arranque robusto del BMW XNF CCO y sienta las bases para operaciones repetibles, auditables y orientadas a la mejora continua dentro de la planta de Tetla, Tlaxcala.

DELIMITACIÓN

El presente proyecto se desarrollará en la empresa Grammer Automotive Puebla, S.A. de C.V., ubicada en Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, específicamente en el área de Calidad, durante el periodo comprendido del 18 de agosto al 12 de diciembre de 2025. Las actividades se enfocarán en la estandarización y lanzamiento de la documentación técnica relacionada con el nuevo proyecto BMW XNF CCO, abarcando la elaboración de criterios de aceptación, hojas de liberación de primera pieza, alertas de calidad y rutas de inspección en las áreas de inyección, pintura y ensamble.

El alcance del proyecto se limitará al diseño, validación e implementación inicial de los formatos y procedimientos dentro del área de Calidad, así como a la capacitación del personal involucrado y la evaluación de resultados mediante indicadores básicos de desempeño. No se incluirán actividades relacionadas con otros departamentos, como Producción, Logística o Compras, ni el mantenimiento a largo plazo del sistema documental, ya que dichas responsabilidades corresponderán posteriormente al personal interno del área.

Asimismo, se considera que el proyecto se encuentra en la fase inicial del lanzamiento del nuevo modelo, por lo que las actividades estarán orientadas a sentar las bases documentales y organizativas que servirán de soporte para el arranque en serie. La ejecución dependerá de la disponibilidad de información técnica proporcionada por el cliente BMW y de la colaboración del personal del área de Calidad de Grammer para la correcta implementación del sistema.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

MARCO TEORICO

La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas

La industria automotriz ha representado, tanto para México como para otras naciones con vocación manufacturera, un sector económico estratégico por su capacidad para generar beneficios a gran escala. Este sector no solo impulsa directamente la creación masiva de empleos y la recaudación fiscal, sino que también fortalece el desarrollo tecnológico, la capacitación del personal y el crecimiento de proveedores locales. A lo largo de las últimas décadas, México se ha mantenido entre los países con mayor producción de vehículos a nivel mundial; sin embargo, la aparición y fortalecimiento de países emergentes ha provocado que su posición se desplace gradualmente, ubicándose en el lugar número once desde 2004. A este fenómeno se suma que el mercado interno no ha logrado alcanzar el crecimiento esperado al inicio del siglo XXI, particularmente en la comercialización y consumo de vehículos.

El análisis de este sector incluye revisar cómo se consolidó históricamente la industria automotriz en el país, entendiendo los factores políticos, económicos y tecnológicos que permitieron su expansión. A partir de ello, se plantea una interpretación de su situación actual, evaluando los retos que enfrenta México para conservar su competitividad. La meta principal es establecer una visión estratégica que permita fortalecer las capacidades industriales, atraer nuevas inversiones, diversificar mercados y enfrentar los desafíos de innovación que definen al sector automotriz en el contexto global.

La importancia estratégica de la industria automotriz en México se refleja directamente en proyectos como el **BMW XNF CCO**, donde la calidad, la estandarización documental y el control de procesos son esenciales para mantener la competitividad del país como proveedor confiable de autopartes. La necesidad de cumplir estándares internacionales, mejorar continuamente y garantizar piezas libres de defectos tiene un impacto directo en la posición de México dentro del mercado automotriz global. El trabajo realizado en el área de Calidad de Grammer —incluyendo criterios de aceptación, rutas de inspección, alertas de calidad y documentación técnica— contribuye a que México siga siendo un país atractivo para la manufactura automotriz y fortalece la relación con clientes de alto nivel como BMW, que exigen precisión, trazabilidad y control absoluto en cada proceso.

Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México

La industria automotriz ha sido uno de los pilares más representativos del proceso de industrialización en México, convirtiéndose en un ejemplo claro de cómo la economía nacional ha evolucionado a través de la integración tecnológica, la inversión extranjera y la transformación institucional. Su crecimiento no solo se ha manifestado en la expansión de capacidades de manufactura, sino también en la creación de esquemas más complejos de colaboración entre empresas, proveedores y centros de diseño. Este avance ha permitido que el país transite de una producción centrada únicamente en el ensamblaje hacia una red más sofisticada en la que se realizan actividades que van desde la manufactura de componentes hasta el desarrollo de prototipos y validaciones técnicas.

Este progreso ha sido impulsado principalmente por grandes flujos de inversión extranjera en plantas automotrices, que han visto en México un destino atractivo por la

alta especialización de su mano de obra y la posibilidad de mantener costos competitivos. Esta combinación dio origen a una amplia cadena de valor en torno a proveedores locales y empresas de autopartes, generando un ecosistema industrial robusto que integra ingeniería, diseño, manufactura y aseguramiento de calidad. La frase “Detroit está en México” refleja precisamente esta capacidad del país para participar activamente en la cadena global de la industria automotriz y desempeñar un papel clave en la fabricación de vehículos y componentes.

Sin embargo, el mayor desafío actual radica en avanzar hacia tecnologías más limpias y productos con mayor valor agregado, particularmente en un contexto donde la transición hacia vehículos híbridos y eléctricos exige estándares más estrictos, niveles de precisión más altos y documentación técnica cada vez más detallada. Este escenario refuerza la importancia del aseguramiento de calidad y del trabajo metodológico dentro de las plantas, donde la estandarización de procesos, la documentación precisa y el control riguroso del producto se han vuelto indispensables para sostener la competitividad del país. En proyectos específicos como el lanzamiento del **BMW XNF CCO** en Grammer, esta tendencia se hace evidente: la exigencia tecnológica de los clientes premium demanda que la documentación técnica —rutas de inspección, criterios de aceptación, hojas de liberación y formatos de análisis— esté alineada con los estándares internacionales y con la evolución tecnológica del sector. La capacidad de una empresa para cumplir con estas expectativas se vuelve parte del mismo desarrollo industrial que ha caracterizado a México, integrándose a su crecimiento y consolidando su papel como proveedor confiable dentro de la industria global.

Impacto de la calidad y valor percibidos sobre la intención de compra: sector automotriz

El crecimiento sostenido del transporte terrestre ha impulsado un aumento significativo en la demanda de productos y servicios relacionados con el sector automotriz. Esto ha obligado a las empresas a profundizar en la comprensión de los factores que influyen en la decisión de compra de los consumidores, especialmente en términos de calidad y valor percibido. Diversos estudios han señalado que la percepción del cliente respecto a la calidad de un producto se ha convertido en un elemento decisivo para su aceptación en el mercado, pues está directamente relacionada con la experiencia que el consumidor espera obtener. Adicionalmente, el valor percibido —entendido como la relación entre los beneficios obtenidos y el costo asumido— se ha posicionado como uno de los ejes más influyentes en la elección de productos automotrices, ya que los clientes buscan soluciones confiables, duraderas y funcionales.

Cuando ambos factores actúan de manera independiente, el efecto positivo en la intención de compra es evidente, lo que confirma que las empresas deben enfocarse en productos que cumplan con altos estándares de desempeño. Sin embargo, cuando se pretende fortalecer simultáneamente el valor y la calidad percibida, se observa que el impacto puede volverse contraproducente si no se gestiona adecuadamente, ya que el cliente tiende a priorizar uno sobre el otro según sus necesidades específicas. Esto demuestra la importancia de construir estrategias de calidad sólidas, claras y basadas en evidencia técnica.

Este enfoque se refleja también en los procesos internos del sector automotriz, donde la percepción del cliente final depende directamente del rigor con el que se controlan los procesos, se documentan las especificaciones y se inspeccionan las piezas antes de su envío. En proyectos como el **BMW XNF CCO**, la calidad percibida inicia desde la planta, donde herramientas aseguran que el producto cumpla con los requerimientos del cliente. La estandarización documental se convierte así en un elemento clave para garantizar que, desde la producción hasta el uso final, el consumidor identifique valor y calidad en cada pieza recibida

Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta

En muchas empresas dedicadas a la transformación de plásticos, la presencia de altos índices de producto defectuoso representa un desafío crítico, pues no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también genera costos adicionales relacionados con desperdicio, retrabajo y pérdida de tiempo. Cuando los niveles de defectos alcanzan porcentajes elevados —como en el caso de materiales remolidos que pueden llegar al 20% del total procesado— se vuelve indispensable implementar estrategias de mejora que permitan restablecer el control del proceso y reducir significativamente la variabilidad. La filosofía de mejora continua, apoyada en metodologías como el ciclo PDCA y las herramientas de manufactura esbelta, ha demostrado ser altamente efectiva en este tipo de contextos industriales.
Aplicar el ciclo PDCA implica realizar una planificación estratégica donde se analizan las causas principales de los defectos mediante herramientas como Pareto, diagrama causa-efecto, SIPOC o análisis de polivalencia. Posteriormente se ejecutan acciones de mejora, se evalúan los resultados y finalmente se estandarizan las soluciones. Este enfoque ordenado permite disminuir la defectuosidad y estabilizar los procesos, obteniendo además beneficios económicos medibles. A su vez, herramientas como las 5S facilitan la organización del entorno de trabajo, lo que reduce tiempos muertos y mejora la calidad. Este tipo de prácticas se relaciona estrechamente con el fortalecimiento de la calidad en la industria automotriz, donde la estabilidad del proceso es indispensable para garantizar que las piezas cumplan con las especificaciones del cliente. En el proyecto **BMW XNF CCO**, la aplicación de PDCA, la documentación técnica precisa y el uso de formatos como el PIST o las alertas de calidad corresponde a este mismo enfoque de mejora continua. La finalidad es evitar desviaciones, mantener procesos bajo control y asegurar que el producto final cumpla con los estándares de la cadena automotriz global.

Diseño y desarrollo de una estación de trabajo como resultado de la implementación de la metodología 8D en una empresa MAKER

La metodología 8D es ampliamente utilizada en el sector industrial para identificar, analizar y solucionar problemas de manera estructurada, especialmente cuando se trata de defectos que afectan la eficiencia o la satisfacción del cliente. En diversas empresas, la aplicación correcta de esta metodología ha permitido identificar fallas recurrentes, clasificarlas y comprender sus causas fundamentales mediante herramientas analíticas como el diagrama de Pareto, el Ishikawa y los 5 porqués. A partir del análisis conjunto,

los equipos de trabajo logran determinar cuáles son los factores que tienen mayor impacto en los defectos y, con ello, diseñar soluciones permanentes que eliminen su recurrencia.
En el estudio citado, la mayor concentración de fallas estaba relacionada con el método, lo que evidenció la importancia de contar con procedimientos claros, estaciones de trabajo adecuadas y condiciones operativas que permitan al personal realizar sus tareas con precisión. La solución fue el diseño de una estación de trabajo ergonómica donde los operadores pudieran acceder fácilmente a herramientas e instrucciones, reduciendo errores asociados a desorganización, movimientos innecesarios o procedimientos ambiguos. Esto demostró que la metodología 8D no solo ayuda a eliminar problemas, sino también a rediseñar las condiciones del proceso para prevenir su reaparición.
Esta visión se integra de manera natural en los proyectos del sector automotriz, donde la corrección y prevención de defectos es fundamental para garantizar la calidad de las piezas enviadas al cliente. En el proyecto **BMW XNF CCO**, la implementación de reportes 8D después de alertas de calidad permite dar seguimiento a problemas detectados por el cliente, analizar causas raíz y diseñar medidas efectivas que eviten reincidencias. La documentación generada, junto con inspecciones y ayudas visuales, cumple la misma función que la estación ergonómica del estudio: mejorar el proceso desde su origen para asegurar la confiabilidad del producto final.

Implementación de la metodología 8D’s para la reducción de notificaciones de calidad

En sectores donde la fabricación de productos requiere precisión, trazabilidad y cumplimiento estricto de especificaciones, las notificaciones de calidad representan uno de los indicadores más importantes sobre el desempeño del proceso productivo. Estas notificaciones, que suelen generarse cuando se detectan defectos físicos o funcionales, incrementan los costos, afectan la reputación de la empresa y ponen en riesgo la relación con el cliente. Para atender esta problemática, la metodología 8D se ha convertido en una herramienta clave debido a su enfoque sistemático y basado en evidencias.
Su correcta implementación permite documentar cada etapa de la solución del problema, desde la conformación del equipo interdisciplinario hasta la identificación de causas raíz, ejecución de acciones correctivas y verificación de su efectividad. Cuando se aplica de manera rigurosa, las empresas logran reducciones importantes en notificaciones de calidad, como en el estudio donde se disminuyeron en un 58%, superando incluso los objetivos inicialmente planteados. Esto demuestra la relevancia del trabajo en equipo, del análisis técnico y de la estandarización como pilares para mejorar los resultados del proceso.
De manera similar, en proyectos como el **BMW XNF CCO**, la gestión de alertas de calidad y la elaboración de reportes 8D son fundamentales para mantener el control del proceso y asegurar que los productos que llegan al cliente cumplan con los estándares requeridos. La documentación generada, además de cumplir con los requisitos del cliente, permite establecer mejoras preventivas y fortalecer la operación interna del área de Calidad, alineándose con la filosofía de mejora continua que caracteriza al sector automotriz.

Aplicación de la metodología de las ocho disciplinas para la reducción de quejas de cliente generadas por productos con defecto de conector incorrecto en una empresa manufacturera

Las empresas del sector automotriz operan en un entorno donde la calidad es un requisito indispensable, ya que cualquier desviación puede impactar en la percepción del cliente y en la competitividad del negocio. Cuando se presentan incrementos en las quejas del cliente, es fundamental identificar con rapidez cuáles son las causas principales que originan estos problemas. El uso de herramientas como el diagrama de Pareto permite clasificar las quejas de acuerdo con su frecuencia, revelando cuáles defectos son prioritarios. Una vez detectados, la metodología 8D ofrece un camino claro para abordarlos mediante un análisis profundo que incluye la participación de expertos, la investigación de la causa raíz y el desarrollo de acciones permanentes.

El análisis conjunto dentro del área de calidad evidencia que muchas fallas están relacionadas entre sí, lo que permite diseñar soluciones integrales que mejoren el proceso completo en lugar de atacar problemas aislados. La implementación correcta de la metodología no solo resuelve los defectos presentes, sino que también impulsa una cultura de prevención y mejora continua, fortaleciendo la relación con el cliente y garantizando la estabilidad del proceso.

Este enfoque coincide con lo aplicado en el proyecto **BMW XNF CCO**, donde la documentación técnica y los reportes de calidad permiten abordar problemas recurrentes de manera estructurada. Los criterios de aceptación, las rutas de inspección y las hojas de liberación se convierten en herramientas preventivas que reducen la probabilidad de futuras quejas del cliente, alineándose con la filosofía de eliminar la variabilidad y garantizar productos confiables en la industria automotriz.

Reducción de sppm mediante la implementación de core tools y metodología 8d.

En la industria automotriz, la gestión de proveedores es un elemento crítico para asegurar la calidad del producto final. Cuando los defectos originados por proveedores afectan el flujo de producción, se incrementan tanto los costos como los riesgos de paros de línea o devoluciones. Por ello, la implementación de estrategias de aseguramiento de calidad —como las Core Tools y la metodología 8D— es esencial para controlar y reducir los niveles de PPM (Partes por Millón) provenientes de la cadena de suministro.

Al establecer procedimientos de seguimiento y evaluación del desempeño de los proveedores, las empresas pueden detectar con oportunidad las desviaciones y solicitar acciones correctivas sustentadas en análisis técnicos. La aplicación de 8D permite garantizar que estas acciones sean efectivas y que el proveedor elimine la causa raíz del defecto, mientras que las Core Tools brindan estructura documental para APQP, auditorías de proceso y validación del producto. Con estas herramientas, se logran reducciones significativas en fallas y se fortalece la relación con los proveedores.

Dentro del contexto del proyecto **BMW XNF CCO**, aunque el enfoque principal se encuentra en los procesos internos de calidad, este tipo de metodologías son parte fundamental del control preventivo que se debe llevar. La documentación técnica desarrollada —como hojas de liberación, criterios de aceptación y rutas de inspección— se alinea con los mismos principios utilizados para evaluar proveedores, pues su propósito es garantizar que cada pieza cumpla con los estándares necesarios antes de

avanzar en la cadena de valor o ser enviada al cliente. Esto refuerza la cultura de calidad total dentro de la planta y contribuye a mantener niveles de defecto mínimos en un proyecto automotriz de alta exigencia.

Implementación de controles de inspección de calidad, conforme a requisitos de cliente JLG Industries Americas

Cuando una empresa comienza la producción de nuevos componentes, uno de los aspectos más importantes es garantizar que las piezas cumplan con las especificaciones del cliente en términos de diseño, dimensiones, tolerancias y apariencia. Para ello, los departamentos de aseguramiento de calidad deben desarrollar métodos de inspección robustos que permitan verificar cada característica crítica del producto. El uso de hojas de chequeo facilita este proceso, ya que permite documentar sistemáticamente los resultados de cada inspección, distinguir entre piezas conformes y no conformes, y establecer criterios claros para la aceptación, retrabajo o rechazo de las piezas. Además, contar con un registro preciso de las piezas inspeccionadas permite identificar tendencias de fallas, localizar áreas de riesgo y establecer acciones correctivas antes de que los problemas se propaguen a procesos posteriores. Este enfoque es clave para prevenir la llegada de piezas defectuosas al cliente y asegurar que cada etapa del proceso aporte valor sin generar desperdicio.

Este tipo de prácticas se relaciona directamente con el trabajo desarrollado en el proyecto **BMW XNF CCO**, donde herramientas como la hoja de liberación de primera pieza, los criterios de aceptación y las rutas de inspección cumplen la misma función: evaluar cada componente desde su origen y asegurar que cada lote de producción cumpla con los estándares requeridos. La estandarización de documentos y la implementación de controles visuales permite mantener un proceso estable y confiable, reduciendo el riesgo de entregas defectuosas y fortaleciendo el cumplimiento de los requisitos del cliente automotriz.

Diseño y Aplicación de una metodología de capacitación para eliminar defectos

En el entorno industrial, uno de los factores que más influyen en la calidad del producto es el nivel de capacitación del personal operativo. Cuando los trabajadores no reciben instrucciones claras o la formación es insuficiente, aumentan los errores, el retrabajo y la variabilidad del proceso, lo que se traduce en un incremento de costos y en una disminución de la satisfacción del cliente. Las empresas que identifican estos problemas deben diseñar estrategias de capacitación adecuadas, que permitan reducir las fallas recurrentes y fortalecer las competencias del personal desde su ingreso a la organización.

Una metodología de capacitación efectiva permite que los nuevos operarios aprendan en condiciones reales de operación, sin necesidad de generar desperdicio de materiales o depender de espacios externos para el entrenamiento. Además, fortalece la cultura de hacer las cosas bien desde la primera vez, reduciendo la necesidad de correcciones posteriores y asegurando que el nivel de calidad se mantenga constante a lo largo del tiempo.

Este enfoque se refleja también en procesos como los del proyecto **BMW XNF CCO**,

donde documentos como ayudas visuales, hojas de instrucción, criterios de aceptación y rutas de inspección funcionan como herramientas de capacitación continua. Estos documentos permiten que los operadores conozcan con claridad cómo debe realizarse cada actividad, cómo identificar defectos, qué características son críticas y cuáles parámetros deben controlarse para garantizar la calidad. La estandarización documental, además de cumplir con requisitos del cliente, se convierte en un medio para formar personal competente y reducir la aparición de defectos en la línea de producción.

Documentación al sistema de calidad

Con la llegada de normas internacionales como ISO 9000 y sus versiones orientadas al aseguramiento de la calidad, muchas organizaciones descubrieron que sus procesos no estaban documentados de manera formal. Aunque durante años lograron operar con éxito basándose en conocimientos empíricos, instrucciones verbales o prácticas heredadas, el crecimiento del sector industrial y la necesidad de cumplir con estándares globales exigieron una transformación hacia sistemas documentados que garantizaran consistencia, trazabilidad y control.

La documentación se convirtió entonces en una herramienta indispensable para describir cómo se realiza cada actividad, cuáles son las especificaciones para cumplir, cómo se calibran los equipos, cómo se validan nuevos productos y cómo se controlan los documentos oficiales del sistema de calidad. Bajo el principio “si lo haces, escríbelo; si lo escribes, cúmplelo”, las organizaciones comenzaron a elaborar manuales de calidad, procedimientos, instructivos, hojas de operación y registros que permiten demostrar el cumplimiento de requisitos en auditorías internas y externas.

Esta tendencia es especialmente relevante para la industria automotriz, donde la documentación es un requisito fundamental del cliente para garantizar la calidad del producto. En el proyecto **BMW XNF CCO**, la creación de criterios de aceptación, hojas de liberación, rutas de inspección, alertas de calidad, PIST y ayudas visuales refleja este principio: documentar el proceso para asegurar que cada pieza sea producida, inspeccionada y liberada de acuerdo con estándares claramente definidos. Esto no solo facilita el cumplimiento del sistema de calidad, sino que también asegura que el personal tenga referencias confiables para desarrollar sus actividades y mantener la coherencia operativa dentro de la planta.

CAPITULO III.

DESARROLLO

DESARROLLO

El desarrollo del proyecto comprende la aplicación práctica de las actividades planificadas con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos. En esta etapa se ejecutan las acciones definidas en la planeación, se utilizan las herramientas de análisis seleccionadas y se evalúan los resultados obtenidos, todo ello con un enfoque sistemático que permita lograr la mejora continua dentro del área de estudio.

Para garantizar una ejecución ordenada y controlada, el proyecto se desarrollará mediante una **metodología estructurada**, la cual permite planificar, implementar, verificar y ajustar las acciones realizadas. El uso de una metodología es fundamental, ya que proporciona una guía lógica y organizada para abordar los problemas detectados, aplicar soluciones sostenibles y medir los resultados alcanzados de forma objetiva.

En este caso, se empleará la **metodología PDCA (Plan–Do–Check–Act)**, también conocida como **PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar)**, ampliamente utilizada en los sistemas de gestión de calidad. Esta metodología fue desarrollada por **William Edwards Deming** y constituye un ciclo de mejora continua que busca optimizar los procesos a través de la retroalimentación y la estandarización.

El ciclo PDCA se compone de cuatro fases principales:

Plan (Planear): en esta fase se identifican los problemas, se establecen los objetivos, se definen las actividades y se desarrollan los planes de acción necesarios para lograr los resultados deseados.

Do (Hacer): consiste en la ejecución de las actividades planificadas, aplicando los procedimientos y estrategias definidos en la etapa anterior.

Check (Verificar): en esta etapa se revisan y evalúan los resultados obtenidos, comparándolos con los objetivos establecidos para determinar el grado de cumplimiento.

Act (Actuar): finalmente, se toman decisiones correctivas o preventivas en función de los resultados del análisis, con el fin de estandarizar los procesos que hayan resultado efectivos y mejorar aquellos que presenten desviaciones.

El **PDCA** promueve la mejora continua, la prevención de errores y la búsqueda constante de la eficiencia en los procesos. En el caso del presente proyecto, esta metodología servirá como base para estandarizar la documentación técnica del área de Calidad en el nuevo proyecto **BMW XNF CCO**, permitiendo planificar, ejecutar, evaluar y perfeccionar las actividades de manera estructurada, asegurando la conformidad con los lineamientos corporativos y los requerimientos del cliente.

PLAN (Planear)

La fase de **Planear** constituye el punto de partida del ciclo PHVA y tiene como objetivo comprender a profundidad la situación actual del proceso, identificar los problemas existentes, analizar sus causas y definir las estrategias necesarias para mejorar la operación. En esta etapa se busca establecer una base sólida de entendimiento antes de ejecutar cualquier acción, utilizando herramientas de análisis que permiten visualizar el flujo de valor, los proveedores, los clientes, los requerimientos, los recursos del proceso y los posibles puntos críticos que pueden generar variabilidad o defectos.

Durante esta fase se recopila información relevante de los tres procesos involucrados en el proyecto **BMW XNF CCO** —inyección, pintura y ensamble— con el fin de obtener una visión clara y estructurada del estado actual. Para ello, se aplican diversas herramientas

como el **SIPOC**, que permite definir de manera general los *Suppliers, Inputs, Process, Outputs y Customers* de cada proceso; el **Diagrama de Tortuga**, que permite evaluar el proceso desde una perspectiva integral considerando entradas, salidas, responsables, recursos, actividades y métodos de medición.
Además, durante la fase de Planear se identifican los principales desperdicios, los riesgos asociados al proceso, los puntos de inspección necesarios y las áreas que requieren estandarización o fortalecimiento documental. Esta etapa también incluye la recopilación de datos históricos, descripción de problemas mediante metodologías como 5W+2H, observación directa en piso y análisis comparativo con estándares del cliente BMW.
El propósito final de esta fase es **establecer un plan de acción claro y fundamentado**, definiendo qué se debe mejorar, por qué es necesario hacerlo y cómo se abordarán las desviaciones detectadas. Todo ello permite garantizar que las actividades posteriores —especialmente en la fase de Hacer— se ejecuten con claridad, enfoque y alineadas a los objetivos del área de Calidad y del proyecto BMW XNF CCO.

SIPOC

El diagrama **SIPOC** (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) es una herramienta fundamental dentro de la etapa de *Planear* del ciclo PHVA, ya que permite visualizar de manera clara y estructurada los elementos esenciales que conforman un proceso. Su importancia radica en que ayuda a establecer un entendimiento común entre todas las áreas involucradas, definiendo de forma sencilla qué entra al proceso, qué actividades lo integran y qué resultados se obtienen al finalizar. En proyectos donde se requiere estandarización documental, como el caso del lanzamiento del **BMW XNF CCO** en el área de Calidad de Grammer, el SIPOC permite identificar con precisión los responsables, los materiales, la información técnica necesaria y los clientes internos o externos que dependen del resultado del proceso.
Además, el SIPOC facilita visualizar el proceso completo desde una perspectiva macro, permitiendo identificar brechas, inconsistencias o falta de documentación en cualquier etapa. Esto es particularmente útil en proyectos automotrices, donde la trazabilidad, el cumplimiento de especificaciones y la claridad en los controles de calidad son esenciales para garantizar que el producto cumpla estrictamente con los estándares del cliente. En el caso de los procesos de **inyección, pintura y ensamble**, el SIPOC ayuda a delimitar qué información requiere cada proceso, qué insumos son críticos, qué herramientas o documentos son necesarios y cuál es el flujo básico desde que la pieza se produce hasta que llega a la inspección final o al cliente.
Por su estructura visual y directa, el SIPOC se convierte en una herramienta clave para iniciar el análisis del proceso, sentar las bases de la estandarización documental y construir un lenguaje común entre Operación, Calidad e Ingeniería, asegurando que todos comprendan el proceso de la misma manera antes de avanzar a etapas más detalladas del proyecto.

SIPOC DE PROCESO PARA EL ÁREA DE INYECCIÓN

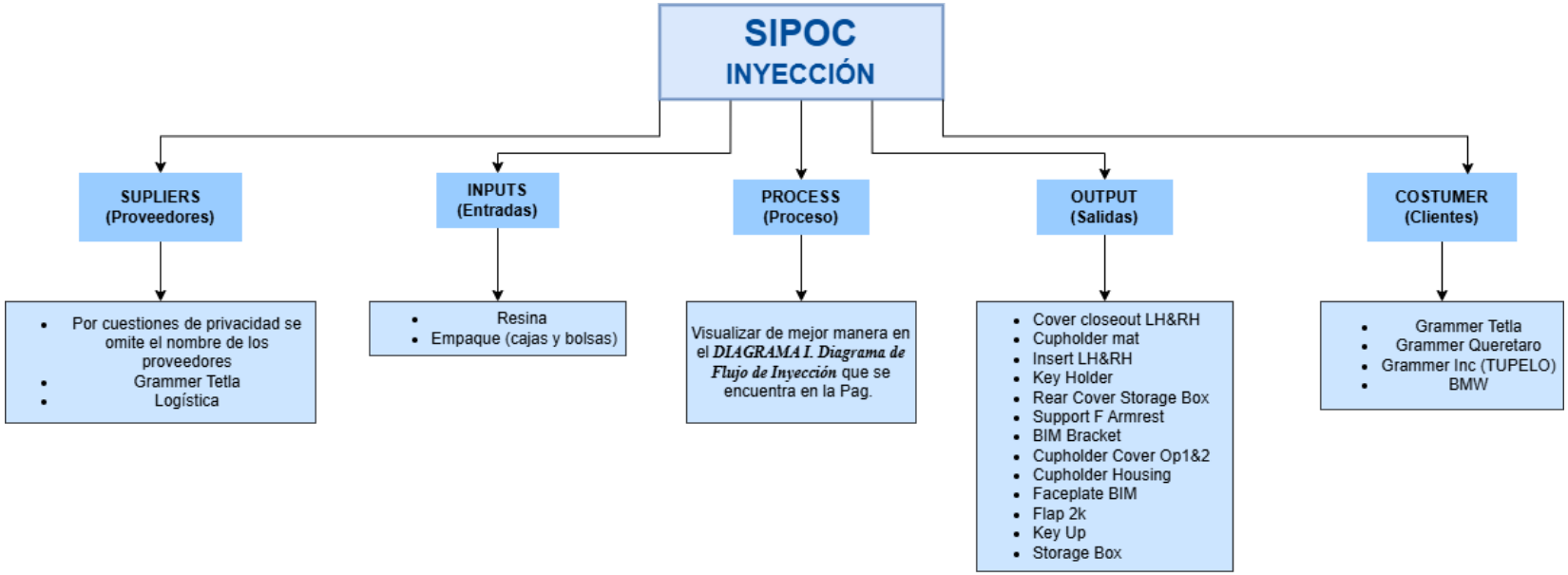


DIAGRAMA 2. *SIPOC de proceso para el área de INYECCIÓN.*

ANÁLISIS. El diagrama SIPOC del proceso de inyección permite identificar de manera general los elementos que intervienen en la transformación de la materia prima en piezas inyectadas que sirven como base del producto. Las entradas, como la resina y el material de empaque, representan factores críticos cuya calidad influye directamente en el cumplimiento de las especificaciones del producto. Este análisis resalta que el proceso de inyección es el punto inicial del flujo productivo, por lo que resulta indispensable establecer controles adecuados desde esta etapa para prevenir defectos que puedan impactar a los procesos posteriores.

ITEM	DIAGRAMA DE OPERACIONES			
	No. Documento:	FDOI 38		
DESCRIPCION:	MODELO:	No. PARTE:	No .DIBUJO:	NIVEL DE DIBUJO:
INJECTION FLOW PROCESS DIAGRAM DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INYECCION	VW 371 / AU 426 / WL_WS/V363/G42/ X294_X296_Z296/VW316_416/V536/P 519/724A/ AU 436 / XNF	Ver Matriz de molde de inyeccion FO I 62	Ver Matriz de molde de inyeccion FO I 62	

GRAMMER

CLIENTE: VW/ AUDI/ BMW/ STELLANTIS /FORD /TESLA /MERCEDES BENZ / VOLVO

Start / Inicio

Por cuestiones de privacidad no se puede mostrar el contenido de el Diagrama de flujo del área de INYECCIÓN

SIPOC DE PROCESO PARA EL ÁREA DE PINTURA

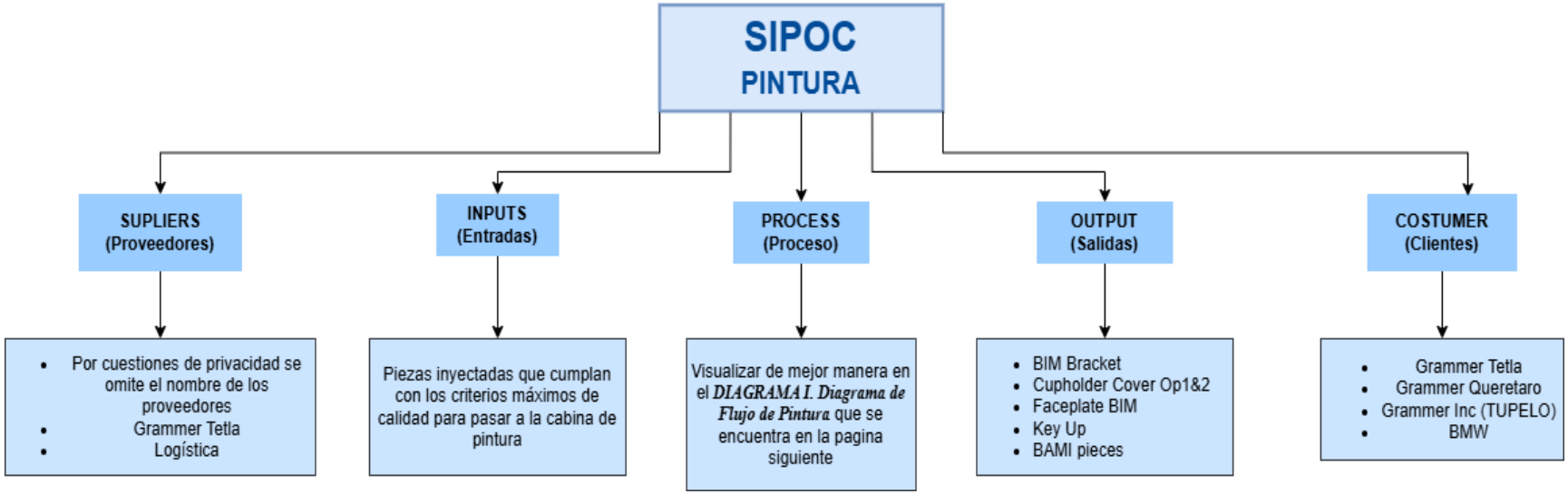


DIAGRAMA 3*.SIPOC de proceso para el área de PINTURA.*

ANÁLISIS. El SIPOC del proceso de pintura muestra la dependencia directa de este proceso respecto a la calidad de las piezas provenientes de inyección. Las entradas deben cumplir con criterios específicos para garantizar una correcta aplicación del recubrimiento y una adecuada apariencia visual. A partir de este análisis se identifica que pintura es un proceso sensible a defectos estéticos, lo que lo convierte en un punto clave para asegurar la percepción de calidad del producto, haciendo necesario contar con inspecciones visuales estandarizadas y criterios claramente definidos.

FLUJO DE PROCESO /
Process Flow

☐ **Proceso Piloto** *pilot process* ☐ **Pre-serie** *Pre-series* ■ **Serie** *serie*		**Responsabe/Tel.** *Key Contact/Phone*	J. D. Sanchez	**Fecha de Creacion:** *Date (Orig.)*	07/10/2014
No. de flujo de proceso. Process-Flow-No	**DP I 53**	**Equipo** *Core Team*	L. Rosas (Quality) / N. Empedrado (Logistics) / J.D. Sanchez (Engineering) / L. Salinas (maintenance) / C. Valencia (Production).	**Fecha de Revisión**: *Date (Rev.)*	30/06/2025
Proyecto *Project:*	**AUDI, VOLVO, BMW XNF**	**No. Parte/ Descripcion** *Part Name/Description*	AU 426 y 436 VOLVO 536 y 519. BMW XNF	**Simbolos** *symbols*	Inspeccion / *inspection*
No. Proyecto *Project-No*	**AU 436, VOLVO536 y 519, BMW XNF**	**Num. Parte** *Part Number*	Todos		Area / *area*
planta / *plant*	**Grammer tetla, Mexico**	**No.Dibujo/Nivel** *Drawing Number/Index*	N/a		Proceso / *process*

Por cuestiones de privacidad no se puede mostrar el contenido del Diagrama de flujo del área de PINTURA

A

SIPOC DE PROCESO PARA EL ÁREA DE ENSAMBLE

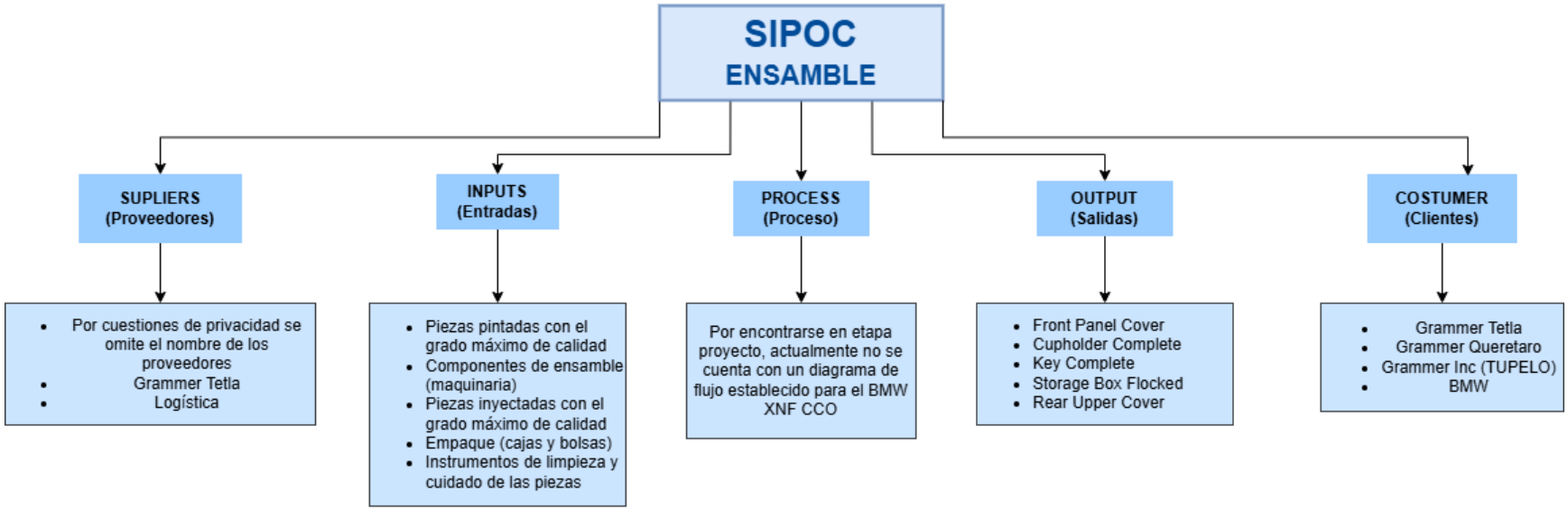


DIAGRAMA 4*. SIPOC de proceso para el área de ENSAMBLE*

ANÁLISIS. El diagrama SIPOC del proceso de ensamble refleja la integración de componentes y piezas provenientes de procesos anteriores para conformar el producto final. Este análisis permite identificar que ensamble representa la última oportunidad para detectar desviaciones antes de la liberación del producto, por lo que requiere controles claros tanto en aspectos funcionales como visuales. La correcta estandarización del proceso de ensamble contribuye a asegurar que el producto final cumpla con los requisitos establecidos y llegue al cliente en condiciones conformes.

DIAGRAMA DE TORTUGA

El **Diagrama de Tortuga** es una herramienta ampliamente utilizada en sistemas de gestión de calidad como IATF 16949 e ISO 9001, ya que permite analizar un proceso desde una perspectiva integral, considerando tanto los recursos necesarios como las actividades realizadas, los responsables, los indicadores de medición y los resultados obtenidos. En la etapa de *Planear*, esta herramienta proporciona una comprensión profunda del proceso, permitiendo identificar de manera clara qué elementos influyen directamente en la calidad del producto y en la eficiencia del flujo de trabajo.

En el contexto del proyecto **BMW XNF CCO**, el Diagrama de Tortuga resulta fundamental porque ayuda a estructurar los procesos de inyección, pintura y ensamble en términos de entradas, salidas y recursos necesarios para asegurar un control adecuado. Este análisis permite reconocer dónde hace falta documentación estandarizada, qué actividades requieren formación adicional, qué herramientas o instrumentos son críticos para las inspecciones y cómo se deben medir los resultados para garantizar la conformidad del producto. Asimismo, facilita identificar a los responsables de cada etapa y alinea las actividades del área de Calidad con las necesidades operativas y los requisitos del cliente BMW.

Además, el Diagrama de Tortuga permite visualizar las interacciones entre personas, métodos, materiales y equipos, revelando oportunidades de mejora que pueden ser atendidas mediante la creación de criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación, ayudas visuales y otros documentos generados durante este proyecto. Su uso permite establecer un enfoque ordenado y preventivo, asegurando que el proceso sea consistente, medible y capaz de cumplir con los estándares exigidos en la industria automotriz. De esta manera, esta herramienta se convierte en un pilar importante dentro de la fase de Planear, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de mejoras dentro del ciclo PHVA.

ANÁLISIS. La aplicación del diagrama de tortuga permitió desglosar los procesos involucrados en términos de entradas, salidas, recursos, métodos, responsables y mecanismos de control, proporcionando una visión clara y sistemática del funcionamiento del sistema de calidad durante la fase de desarrollo del proyecto. Otro aspecto relevante del diagrama de tortuga es la identificación de los recursos necesarios para la correcta ejecución de los procesos, incluyendo personal capacitado, maquinaria, herramientas de inspección y equipos de medición. Este enfoque permitió reconocer la necesidad de fortalecer la capacitación del personal y asegurar que los recursos disponibles fueran adecuados para cumplir con los requisitos del proyecto. De igual forma, el diagrama facilitó la asignación de responsabilidades, clarificando los roles de las áreas involucradas y promoviendo una mejor comunicación entre los equipos de trabajo. Finalmente, el análisis del diagrama de tortuga resaltó la importancia de los indicadores y mecanismos de control para evaluar el desempeño del proceso.

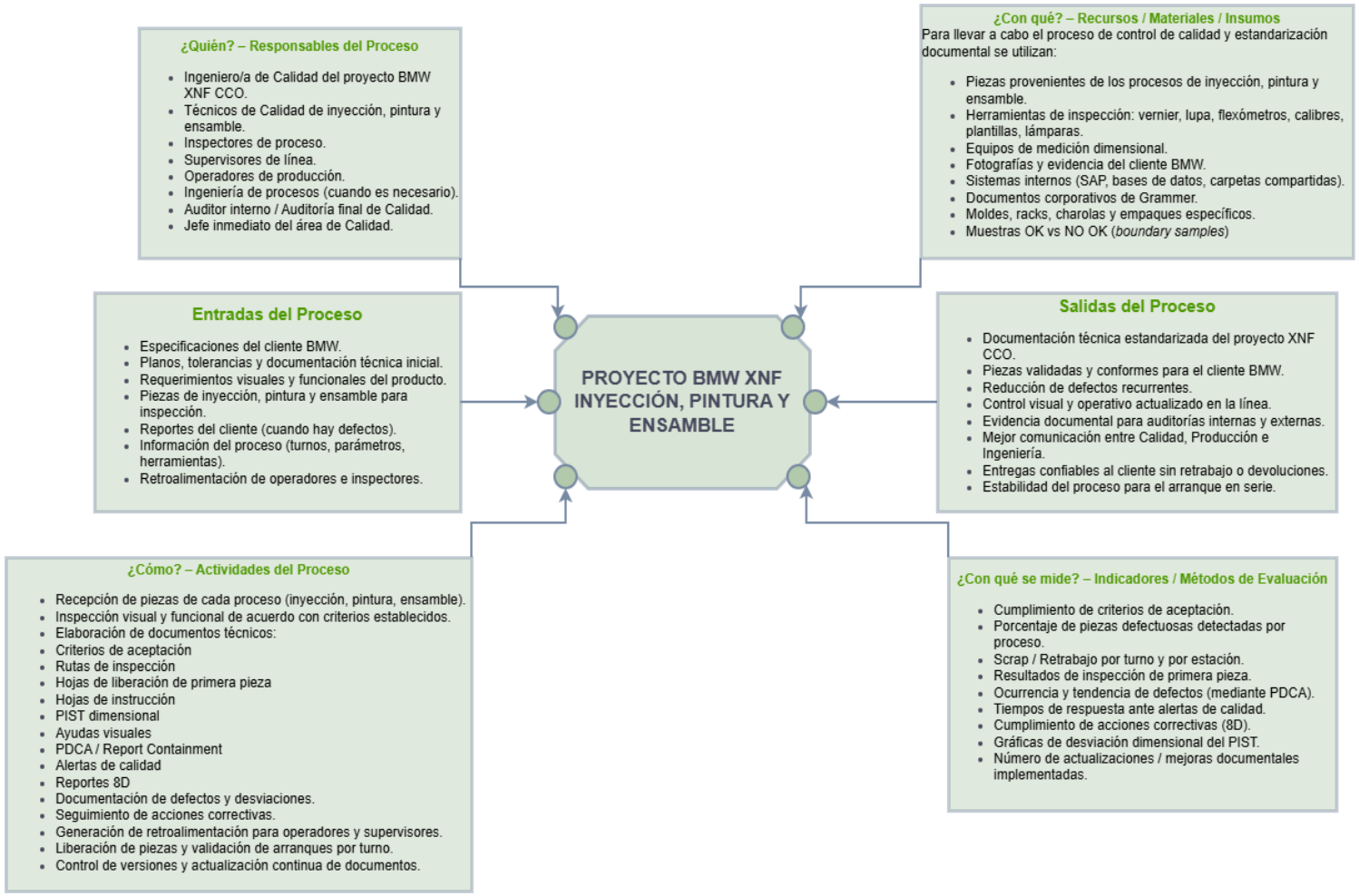


DIAGRAMA 5*.Diagrama de tortuga del proyecto BMW XNF.*

DO (Hacer)

En esta etapa se llevó a cabo la ejecución de todas las actividades planificadas durante la fase de **Planear**, enfocadas en el desarrollo y aplicación de la documentación técnica correspondiente al área de Calidad. El propósito principal de esta fase fue **materializar las acciones propuestas** mediante la creación, estandarización y validación de los formatos necesarios para el correcto control de los procesos asociados al proyecto **BMW XNF CCO**.

Durante la fase de "Hacer" se desarrollaron diversos documentos que permiten **garantizar la trazabilidad, uniformidad y control** de las actividades del área, asegurando que cada proceso cumpla con los requerimientos internos de Grammer y con los estándares establecidos por el cliente BMW. Estos formatos fueron diseñados con base en la observación directa de las operaciones, la revisión de lineamientos corporativos y la retroalimentación del personal de Calidad, con el objetivo de generar herramientas útiles, comprensibles y alineadas a las necesidades reales del proceso. Asimismo, esta fase representó la **implementación práctica de las propuestas de mejora**, permitiendo integrar los nuevos documentos dentro de la operación diaria del área. Los formatos desarrollados buscan facilitar el registro de información, mejorar la comunicación entre turnos y asegurar la disponibilidad de evidencia confiable ante auditorías internas o externas.

A continuación, se describen los principales formatos elaborados y su función dentro del sistema de documentación técnica del área de Calidad en el proyecto **BMW XNF CCO**.

Como se mencionó en el paso anterior se hará hincapié en los tres diferentes procesos (inyección, pintura y ensamble) por los que pasa una pieza de XNF.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

¿En qué consiste?

El documento de *Criterios de Aceptación* es una guía visual y descriptiva que establece de manera clara qué características de una pieza son consideradas aceptables y cuáles representan defectos que requieren rechazo o retrabajo. Su propósito es unificar el criterio de evaluación entre los operadores, inspectores y personal del área de Calidad, asegurando que todos identifiquen los defectos de la misma forma y bajo los mismos parámetros.

Este documento se implementa en los tres procesos involucrados en el proyecto **BMW XNF CCO**: **inyección, pintura y ensamble**, ya que cada uno de ellos puede presentar defectos específicos que deben controlarse para asegurar la conformidad del producto.

¿Qué información contiene?

Los *Criterios de Aceptación* incluyen de manera organizada:

- Fotografías reales de piezas con defectos y piezas conformes (OK).
- Descripción del defecto y su clasificación (estético, dimensional, funcional, crítico).

- Límites o condiciones de aceptación permitidas.
- Defectos que requieren rechazo inmediato o retrabajo.
- Notas especiales del cliente BMW o de especificaciones internas de Grammer.
- Identificación del proceso donde se origina el defecto (inyección, pintura, ensamble).
- Versión del documento y fecha de actualización para asegurar su trazabilidad.

Importancia para el proyecto y para la empresa

Los Criterios de Aceptación representan una herramienta clave para garantizar la calidad del producto en todas las etapas del proceso. Para el proyecto **BMW XNF CCO**, este documento permite:

- Reducir la variabilidad en la inspección de piezas.
- Facilitar la detección temprana de desviaciones.
- Asegurar que las piezas enviadas a cliente cumplan con los estándares BMW.
- Uniformar el criterio de aceptación entre todos los turnos.
- Mejorar la comunicación visual entre operadores, inspectores y supervisores.

Para Grammer en general, este documento es igualmente valioso porque puede adaptarse o replicarse en otros proyectos o productos, contribuyendo a estandarizar la forma en que se evalúan piezas en diferentes líneas. También reduce el riesgo de errores, retrabajos, quejas de cliente y desperdicio de materiales, fortaleciendo la eficiencia operativa y la cultura de calidad en la planta.

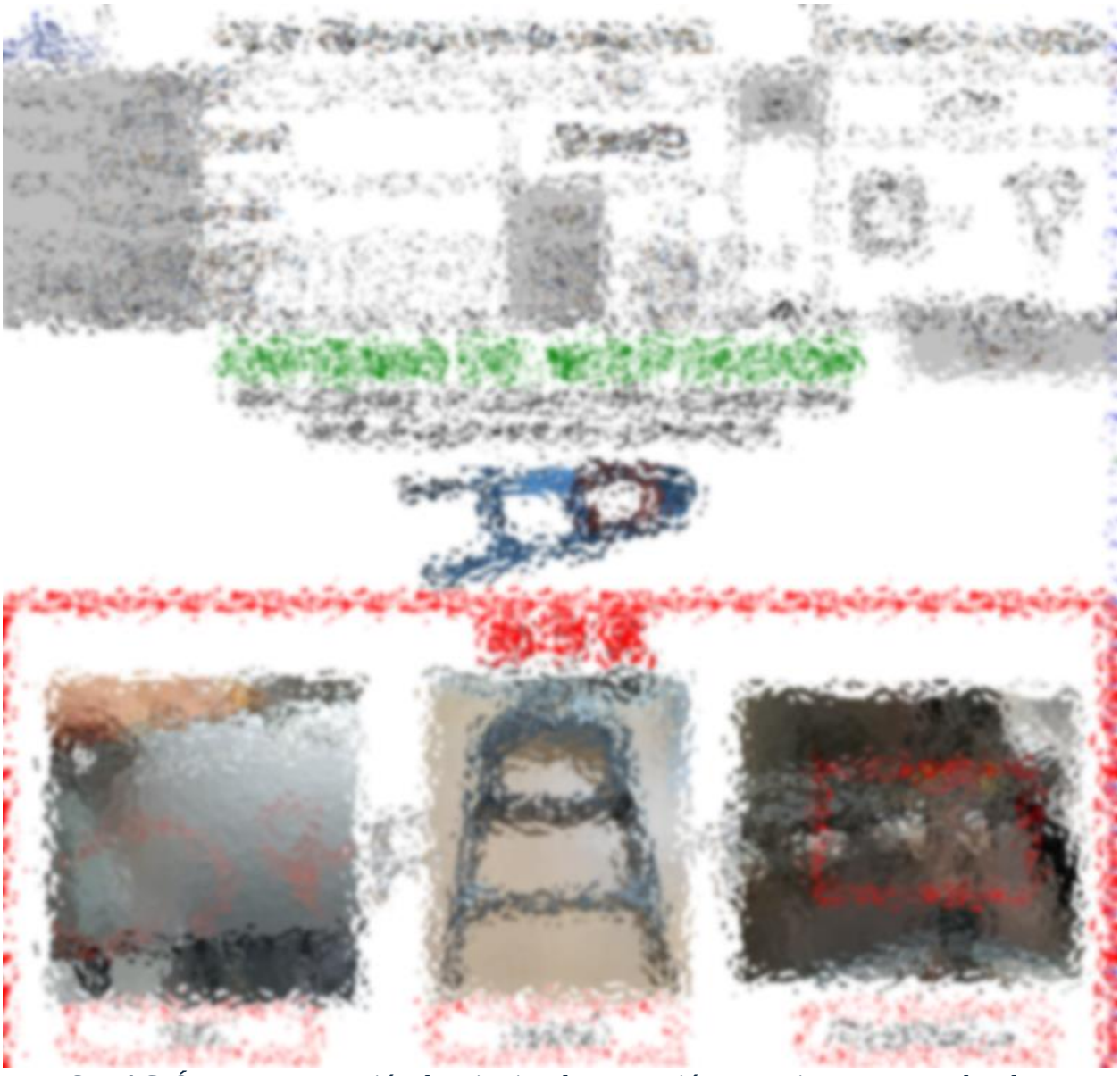


***ILUSTRACIÓN 3**. Demostración de criterios de aceptación para pieza BIM Bracket de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

ALERTA DE CALIDAD

¿En qué consiste?

La *Alerta de Calidad* es un documento utilizado para comunicar de manera inmediata y formal la existencia de un defecto detectado por el cliente en las piezas enviadas. Su función principal es advertir al personal operativo y de inspección final sobre un

problema específico que ya llegó a cliente, con el objetivo de evitar que el defecto vuelva a repetirse.
Cuando BMW o cualquier cliente identifica una pieza no conforme, envía un reporte fotográfico detallando el defecto, las condiciones en que fue detectado y la evidencia correspondiente. Con base en esta información, el área de Calidad de Grammer debe emitir una Alerta de Calidad, que sirve como mecanismo preventivo para detener la salida de piezas con el mismo defecto y activar acciones correctivas inmediatas dentro de la línea.
Este documento también promueve el compromiso de los operadores, inspectores y responsables del proceso, quienes deben firmarlo para asegurar que comprendieron la desviación y que aplicarán las medidas necesarias para evitar la recurrencia del defecto.

¿Qué información contiene?
La Alerta de Calidad incluye los elementos necesarios para comunicar el defecto de forma clara, visual y accionable, tales como:

- Fotografía(s) enviada(s) por el cliente mostrando el defecto.
- Descripción detallada del defecto detectado (qué es, dónde aparece y cómo afecta la pieza).
- Información del cliente: proceso, estación, lote o lugar donde se detectó la falla.
- Número o identificación de la pieza afectada.
- Instrucciones específicas para **retirar material en proceso** y generar un **punto limpio** que garantice que no haya piezas malas en flujo.
- Indicaciones claras para la inspección adicional o reforzada que debe aplicarse temporalmente.
- Firma de los operadores, inspectores, supervisores y responsables de la línea como evidencia de compromiso.
- Notas sobre marcas físicas o señales sutiles que deben colocarse en las piezas o empaques para asegurar que el material inspeccionado es conforme.
- Fecha de emisión y responsable de la alerta para asegurar trazabilidad.

Importancia para el proyecto y para la empresa
La Alerta de Calidad es un documento crítico dentro del proyecto **BMW XNF CCO**, ya que permite reaccionar de forma inmediata ante desviaciones que impactan directamente al cliente. Su correcta emisión y aplicación ayuda a:

- Evitar la repetición de defectos que ya llegaron al cliente.
- Proteger la reputación técnica de Grammer ante BMW y otros clientes.
- Reforzar temporalmente la inspección en puntos clave del proceso.

- Asegurar que las piezas enviadas después de la alerta están libres del defecto detectado.
- Mantener una comunicación clara entre todos los turnos y responsables del área.

A nivel empresa, este documento es fundamental porque fomenta una cultura de responsabilidad, prevención y aprendizaje, además de reducir costos por devoluciones, reclamos y retrabajos. Su implementación no solo beneficia al proyecto BMW XNF CCO, sino que es un mecanismo aplicable a cualquier producto o línea dentro de la planta, contribuyendo al mejoramiento continuo y a la estabilidad de la calidad en los procesos de producción.

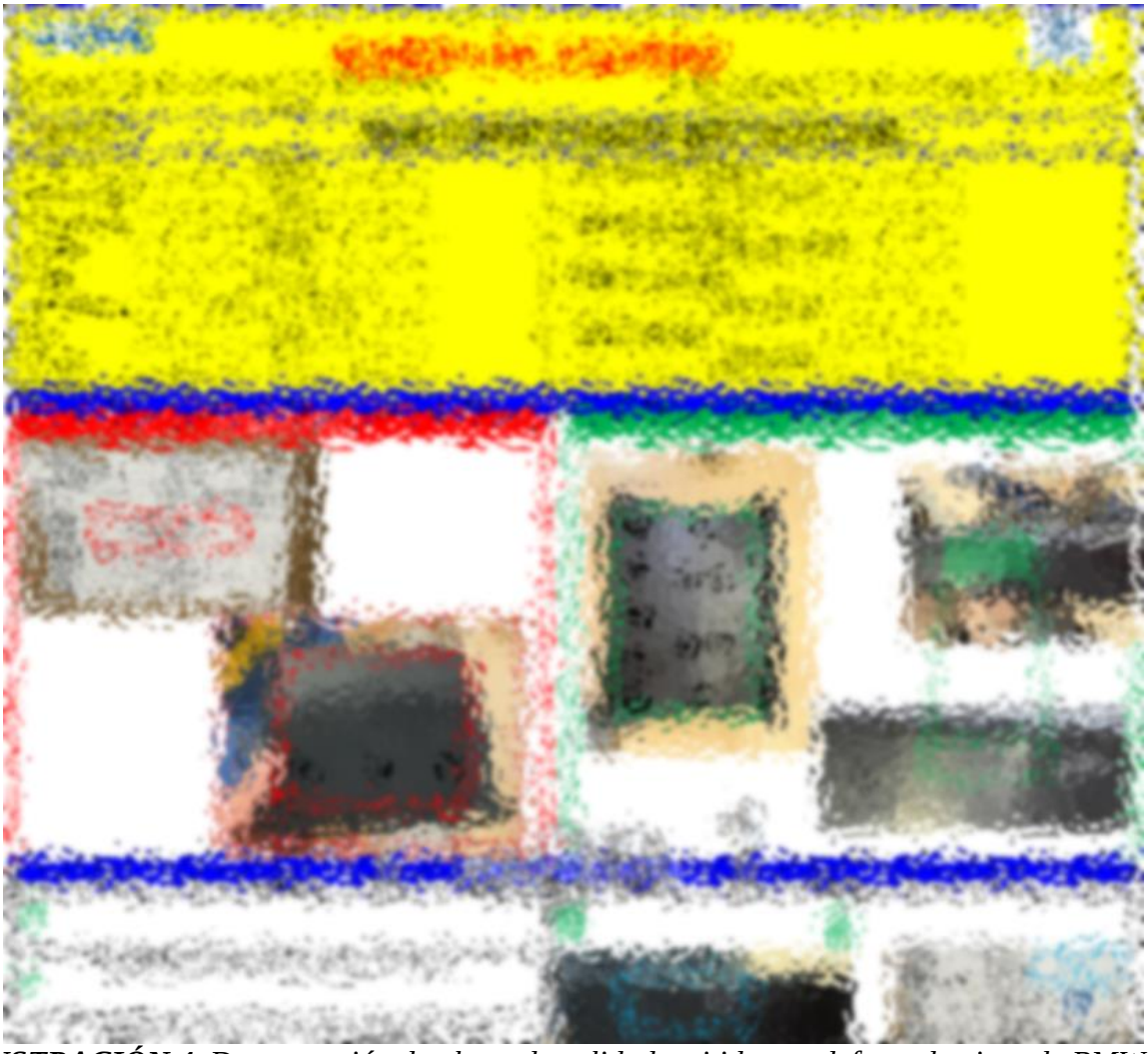


ILUSTRACIÓN 4. *Demostración de alerta de calidad emitida por defecto de pieza de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

RUTAS DE INSPECCIÓN

¿En qué consiste?
La *Ruta de Inspección* es un documento que permite analizar una pieza desde diferentes ángulos con el propósito de identificar qué zonas deben ser inspeccionadas, bajo qué criterios y con qué nivel de importancia. Este documento sirve como guía visual y secuencial para los inspectores y operadores, indicando cómo debe realizarse la revisión de una pieza desde su inicio hasta su final, asegurando que ningún detalle crítico sea omitido.
Las rutas de inspección se elaboran a partir de fotografías reales del componente perteneciente al proyecto **BMW XNF CCO**, tomadas desde distintas perspectivas para definir adecuadamente las zonas inspeccionables, el tipo de revisión requerida y los elementos funcionales que son determinantes para el ensamble final.

¿Qué información contiene?
Las rutas de inspección incluyen diversos elementos clave que garantizan una evaluación completa y estandarizada de las piezas:

ZONAS DE VISIÓN (A, B, C Y D)

Estas zonas se usan para clasificar qué partes de la pieza pueden verse, percibirse o manipularse, diferenciando su importancia y el tipo de inspección requerida:

- ✓ **Zona A – Zona Vista:**
  Corresponde a la parte completamente visible de la pieza. Es lo primero que percibe el usuario o cliente, por lo que su inspección se centra, principalmente en apariencia estética, color, acabado superficial y detalles visibles sin manipulación.
  Zona B – Zona No Vista:
- ✓ Son áreas que no son visibles a simple vista, ya sea porque quedan cubiertas por otros componentes o porque forman parte interna del ensamble. Aquí se revisa la presencia de componentes, fijaciones, marcas internas, mecanismos y superficies no expuestas.
- ✓ **Zona C – Zona a 35 grados:**
  Es una zona visible pero no desde el ángulo frontal. Para inspeccionarla, el operador debe girar la cabeza o la pieza aproximadamente a 35 grados. Suele incluir áreas parcialmente ocultas o visualmente secundarias, pero relevantes para evaluación estética o dimensional.
- ✓ **Zona D – Zona Funcional:**
  Es la zona más crítica, ya que contiene elementos funcionales como pines, clips, seguros, anclas u otros puntos de ensamble necesarios para integrar la pieza al

- ✓ subconjunto final. Cualquier defecto en esta zona puede afectar directamente el armado, generar ajustes forzados o provocar fallas funcionales.

CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PIEZA

El documento especifica si la pieza debe ser evaluada como:

- **Pieza visual** (importante por apariencia),
- **Pieza funcional** (importante por desempeño),
- **Pieza táctil** (importante al sentirla),
- **Pieza auditiva** (si genera chasquidos o ruidos), entre otros criterios según la naturaleza del producto.

FOTOGRAFÍAS DE LA PIEZA

Se presentan imágenes desde diferentes ángulos, permitiendo identificar claramente cada zona y facilitando la interpretación del operador.

SECUENCIA O CROQUIS DE INSPECCIÓN

El documento incluye un diagrama o croquis que indica **el punto de inicio y final de la inspección**, señalando la dirección y el orden en que debe realizarse. Esto asegura uniformidad entre todos los inspectores.

NOTAS Y CRITERIOS ESPECIALES

Puede incluir referencias a *boundary samples* (muestras límite), tolerancias internas, especificaciones del cliente BMW o instrucciones adicionales para casos particulares.

Importancia para el proyecto y la empresa

Las rutas de inspección son esenciales para el proyecto **BMW XNF CCO**, ya que establecen una metodología uniforme para revisar cada componente, asegurando que los inspectores evalúen las piezas bajo los mismos parámetros y con la misma profundidad.

Su importancia radica en:

- Garantizar inspecciones consistentes entre diferentes turnos y operadores.
- Reducir el riesgo de que se omitan defectos estéticos o funcionales.
- Proteger la calidad del producto final, especialmente en piezas que interactúan con otras dentro del ensamble completo.
- Facilitar la capacitación de nuevo personal mediante una guía clara, visual y estandarizada.
- Cumplir con los requisitos del cliente BMW, quien exige documentación visual y procedimientos claramente definidos.
- Asegurar que las piezas enviadas al cliente cumplan tanto con requisitos estéticos como funcionales.

Para Grammer, estas rutas no solo benefician al proyecto actual, sino que pueden replicarse y adaptarse para otros productos o líneas, fortaleciendo la trazabilidad, reduciendo errores en inspección y mejorando la eficiencia del área de Calidad en toda la planta.



ILUSTRACIÓN 5*. Demostración de ruta de inspección emitida para el área de ensamble de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

HOJA DE LIBERACIÓN DE PRIMERA PIEZA

¿En qué consiste?

La *Hoja de Liberación de Primera Pieza* es un documento utilizado para validar que la primera pieza producida en cada turno y en cada proceso —**inyección, pintura y ensamble**— cumple con todas las especificaciones técnicas, visuales y funcionales requeridas. Su propósito principal es asegurar que el arranque del proceso se realice bajo condiciones controladas y que la producción que sigue se base en una pieza verificada como conforme.

Este documento funciona como un punto de control crítico al inicio de cada turno o lote, ya que permite detectar desviaciones tempranas, confirmar que los parámetros de proceso están correctamente ajustados y evitar que piezas defectuosas se integren al flujo productivo.

¿Qué información contiene?
La Hoja de Liberación de Primera Pieza está estructurada para evaluar la pieza en tres categorías esenciales:

EVALUACIÓN DE APARIENCIA
En esta sección se verifican las características visuales del componente, tales como:

- ✓ Que cumpla con el diseño y la estética final esperada.
- ✓ Ausencia de golpes, rayones, fracturas, burbujas, manchas o deformaciones.
- ✓ Calidad del acabado superficial (brillo, textura, color).
- ✓ Integridad general de la pieza desde las zonas visibles.

Esta parte garantiza que la pieza cumpla con los estándares de presentación requeridos por el cliente, especialmente importantes para BMW.

EVALUACIÓN FUNCIONAL
Aquí se revisan elementos que afectan el desempeño de la pieza, como:

- ✓ Número correcto de pines o puntos de fijación.
- ✓ Ausencia de rebabas, tiros cortos, deformaciones o daños en zonas de ensamble.
- ✓ Que los mecanismos y elementos funcionales operen correctamente.
- ✓ Compatibilidad con piezas correspondientes del siguiente proceso.

Este análisis es indispensable para asegurar que la pieza pueda ensamblarse sin problemas y mantener su función correcta dentro del vehículo.

EVALUACIÓN DE ETIQUETADO Y EMPAQUE
En este apartado se verifica que la pieza esté correctamente presentada de acuerdo con los estándares internos de Grammer:

- ✓ Uso de la **bolsa o empaque adecuado** según la especificación del cliente o norma interna.
- ✓ Correcto acomodo de las piezas dentro del contenedor o charola.
- ✓ Integridad de las etiquetas: legibilidad, código correcto, fecha, turno, lote.
- ✓ Cumplimiento con el estándar de empaque asignado al proyecto.

Esta evaluación garantiza que la pieza se envíe protegida, identificada correctamente y cumpla con los requisitos de trazabilidad.

Importancia para el proyecto y para la empresa
La Hoja de Liberación de Primera Pieza es un documento clave dentro del proyecto **BMW XNF CCO**, ya que asegura que el arranque de cada proceso se realiza con una pieza completamente verificada. Esto previene la producción masiva de piezas

defectuosas, reduce retrabajos y permite corregir desviaciones antes de que se vuelvan un problema mayor.
Su importancia radica en que:

- **Garantiza la calidad inicial** de cada turno y proceso.
- **Evita desperdicio y no conformidades** al detectar fallas desde la primera pieza.
- **Documenta evidencia** para auditorías internas y externas.
- **Asegura la estabilidad del proceso**, ya que valida que los parámetros están adecuadamente ajustados.
- **Protege la relación con el cliente BMW**, asegurando que los requisitos visuales, funcionales y de empaque se cumplen desde el inicio.
- **Estandariza el control del arranque** en toda la planta, por lo que puede aplicarse en cualquier línea o proyecto.
- Finalmente, este documento debe ser **autorizado por el auditor de calidad y por el encargado de la línea de producción**, quienes validan formalmente que el proceso puede continuar con la producción normal.

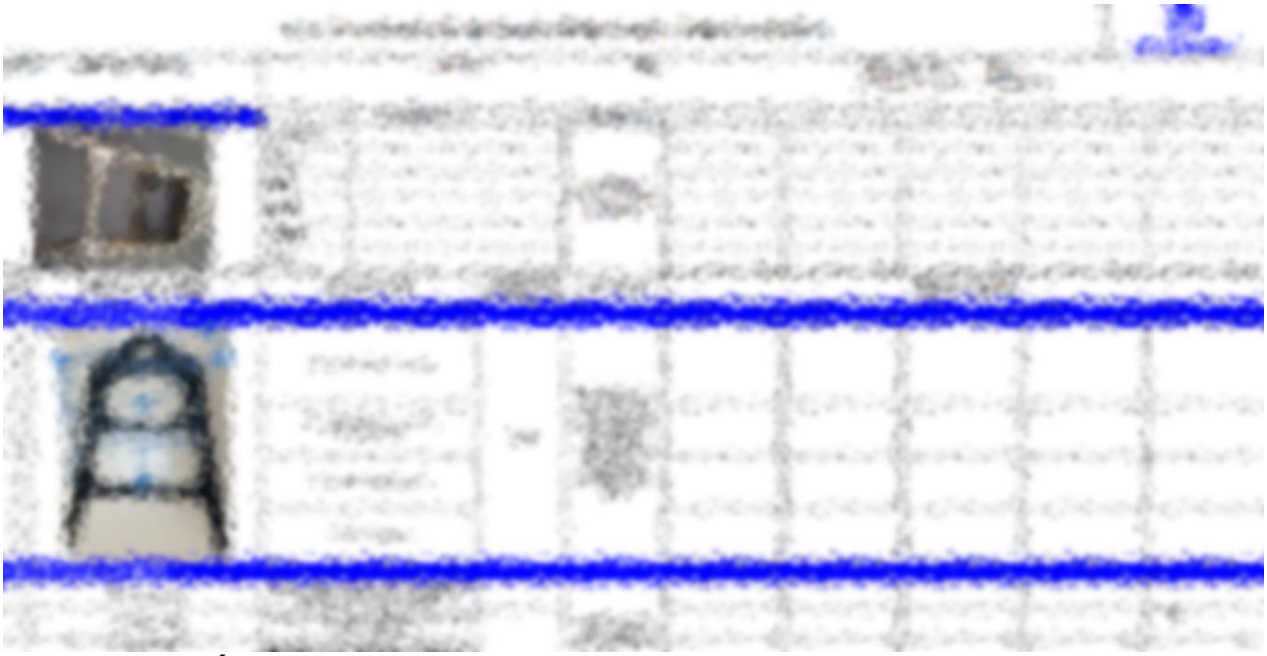


ILUSTRACIÓN 6. *Demostración de liberación de primera pieza en el área de ensamble de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

HOJA DE INSTRUCCIÓN

¿En qué consiste?
La *Hoja de Instrucción* es un documento operativo diseñado para guiar paso a paso a los operadores en la ejecución de una tarea específica dentro del proceso productivo. Su propósito es estandarizar la forma de realizar operaciones críticas (por ejemplo: eliminación de rebabas, retrabajo, ensamblado de subcomponentes, ajustes o tareas de acabado) mediante instrucciones claras, concisas y apoyadas por imágenes y perspectivas que facilitan la comprensión práctica. Estas hojas son aplicables a los tres procesos del proyecto **BMW XNF CCO**: inyección, pintura y ensamble.

¿Qué información contiene?
La Hoja de Instrucción normalmente incluye los siguientes elementos, organizados para facilitar su uso en piso:

- **Título y código del documento:** identificación y versión para control.
- **Objetivo de la instrucción:** breve enunciado del propósito de la operación.
- **Alcance:** dónde y a quién aplica (línea, turno, tipo de pieza).
- **Materiales y herramientas necesarias:** lista de insumos, herramientas, jigs y consumibles requeridos.
- **Equipo de protección personal (EPP):** indicación de elementos de seguridad obligatorios.
- **Imágenes y perspectivas:** fotos o diagramas de la pieza mostrando vistas relevantes y puntos de atención.
- **Secuencia paso a paso:** instrucciones numeradas y ordenadas, con detalle suficiente para ejecutar la tarea correctamente.
- **Criterios de aceptación al término de la operación:** qué verificar para considerar la tarea OK (dimensiones, ausencia de rebabas, acabado, funcionalidad).
- **Tiempo estándar aproximado:** referencia del tiempo esperado para la operación (si aplica).
- **Referencias normativas o de cliente:** especificaciones, tolerancias o normas a respetar (ej. especificación de empaque, tolerancias dimensionales).
- **Registro y firma:** campo donde el operador y el inspector anotan fecha, turno y firma al completar la operación.
- **Historial de cambios / control de versiones:** para mantener la trazabilidad de actualizaciones.

Importancia para el proyecto y para la empresa
La Hoja de Instrucción es una herramienta clave para asegurar la **consistencia operativa**, reducir la variabilidad entre operadores y prevenir errores recurrentes. Para el proyecto **BMW XNF CCO** aporta beneficios directos como:

- **Estandarización de procesos:** todos realizan la tarea de la misma manera, garantizando uniformidad en piezas críticas.
- **Reducción de retrabajos y desperdicio:** al seguir pasos validados se minimizan defectos derivados de prácticas no homogéneas.
- **Capacitación rápida y efectiva:** las hojas sirven como material didáctico para entrenar a nuevo personal o reforzar habilidades.
- **Soporte a auditorías y evidencias:** permiten demostrar que la ejecución se hizo conforme a un procedimiento documentado.
- **Seguridad operativa:** al incluir EPP y pasos seguros, ayudan a reducir riesgos de incidentes.
- **Mejora continua:** registrando resultados y firmas, se facilita identificar puntos de mejora y actualizar la instrucción cuando sea necesario.

A nivel planta, las Hojas de Instrucción pueden replicarse y adaptarse a otros productos o líneas, fortaleciendo la calidad operativa de Grammer y contribuyendo a una producción más predecible y alineada con los requerimientos de BMW y otros clientes.



ILUSTRACIÓN 7. *Demostración de una hoja de instrucción para actividad del proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

REPORTE 8D

¿En qué consiste?

El *Reporte 8D* es una metodología formal de resolución de problemas utilizada en la industria automotriz para identificar, corregir y prevenir defectos de manera estructurada. Se compone de ocho disciplinas (o pasos) que guían al equipo a través del análisis profundo del problema, la identificación de su causa raíz y la implementación de acciones correctivas permanentes.

En el contexto del proyecto BMW XNF CCO, el 8D se utiliza después de que se recibe una Alerta de Calidad, con el fin de informar al cliente que se está atendiendo el problema de manera formal, que se ha generado un *punto limpio* y que se están implementando acciones para evitar que el defecto vuelva a presentarse. Esta metodología brinda confianza al cliente y evidencia de que Grammer está tomando acciones responsables, rápidas y basadas en análisis técnico.

¿Qué información contiene?

El reporte 8D integra una serie de herramientas y secciones que permiten analizar un problema de manera profunda, documentar la contención inmediata, identificar la causa raíz y asegurar que el defecto no vuelva a ocurrir. Entre los elementos que contiene destacan:

SUMMARY O RESUMEN DEL PROBLEMA

Presenta una visión general de lo que ocurrió, cuándo se detectó, qué pieza fue afectada, cuántas unidades están involucradas y cuál fue el impacto en el cliente. Este apartado ayuda a contextualizar el caso desde la primera lectura.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA UTILIZANDO 5W+2H

Este formato permite describir el problema con precisión y sin ambigüedades, respondiendo:

- **What**: Qué ocurrió (defecto específico).
- **Where**: En qué estación, máquina, línea o proceso ocurrió.
- **When**: Cuándo ocurrió, turno, fecha y circunstancias.
- **Why**: Por qué es un problema (impacto).
- **Who**: Quién detectó y quién estaba involucrado.
- **How**: Cómo ocurrió o cómo fue detectado.
- **How many**: Cuántas piezas fueron afectadas.

La claridad en esta sección ayuda a enfocar correctamente las investigaciones posteriores.

DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA–EFECTO)

También conocido como “Diagrama de Espina de Pescado”. Clasifica las posibles causas del problema en categorías como:

- **Método**
- **Material**
- **Mano de obra**
- **Máquina**
- **Medición**
- **Medio ambiente**

El Ishikawa permite visualizar todas las causas posibles y es la base para el análisis más profundo.

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ MEDIANTE LOS 5 PORQUÉS

Este análisis se realiza en dos niveles:

- **Causa raíz técnica:**

  Se enfoca en identificar qué falló físicamente en la pieza o proceso (componente, máquina, parámetro, herramienta).

- **Causa raíz sistemática:**

  Explica por qué el sistema permitió que el problema ocurriera (falta de estandarización, ausencia de hoja de instrucción, capacitación insuficiente, mantenimiento deficiente, etc.).

Los 5 porqués permiten llegar al origen real del defecto y evitar soluciones superficiales.

ACCIONES DE CONTENCIÓN INMEDIATA

Incluyen:

- ✓ Retiro del material en proceso.
- ✓ Revisión del 100% de las piezas.
- ✓ Identificación y segregación del material malo.
- ✓ Generación del **punto limpio**.
- ✓ Refuerzo temporal de inspección.
- ✓ Implementación de marcas en piezas o empaques para identificar material OK.
- ✓ Estas acciones aseguran que no se envíen más piezas defectuosas al cliente.

ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES
Son actividades diseñadas para eliminar definitivamente la causa raíz técnica y sistemática.
Ejemplos:

- ✓ Cambios en parámetros de máquina.
- ✓ Actualización de instrucciones o criterios de aceptación.
- ✓ Reparación o reemplazo de herramentales.
- ✓ Nueva capacitación para operadores.
- ✓ Actualización de rutas de inspección.

VERIFICACIÓN DE EFICACIA
Se documenta evidencia de que las acciones aplicadas realmente funcionaron.
Puede incluir:

- ✓ Resultados de inspección posterior.
- ✓ Evidencia fotográfica.
- ✓ Registros de producción sin defectos.
- ✓ Confirmación de cliente de material conforme.

ACCIONES PREVENTIVAS
Se implementan cambios para que el problema no regresé en ningún proceso futuro.
Puede incluir:

- ✓ Cambios en sistema de control.
- ✓ Actualización de formatos.
- ✓ Cambios en diseño de procesos.
- ✓ Mejora de comunicación entre áreas.

CIERRE Y RECONOCIMIENTO A LOS PARTICIPANTES
En este último paso se reconoce a las personas involucradas, se evalúa el aprendizaje del caso y se cierra formalmente el 8D.

Importancia para el proyecto y la empresa

El reporte 8D es una herramienta esencial para mantener la confianza del cliente y asegurar la estabilidad del proceso interno. Para el proyecto BMW XNF CCO, este documento es particularmente importante porque:

- Garantiza al cliente que el problema fue atendido de forma estructurada y profesional.
- Demuestra que existió una contención inmediata, asegurando que el material enviado después es completamente conforme (*punto limpio*).

- Permite identificar la causa raíz, evitando errores superficiales o soluciones temporales.
- Fortalece la comunicación interna, ya que involucra a todas las áreas necesarias.
- Reduce el riesgo de recurrencia del defecto, protegiendo la reputación de Grammer ante BMW.

Para la empresa en general, los reportes 8D permiten:

- Reducir costos por retrabajos, devoluciones y scrap.
- Documentar la solución de problemas críticos para auditorías.
- Elevar el nivel de calidad en toda la planta al estandarizar correcciones.
- Crear historial técnico útil para proyectos futuros.

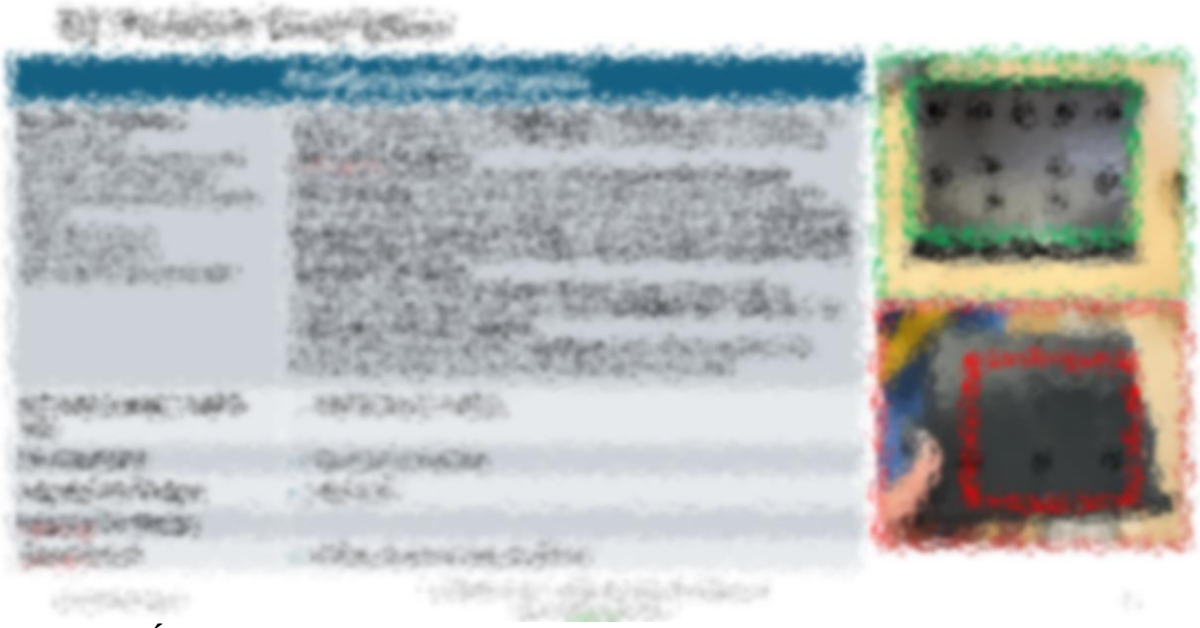


ILUSTRACIÓN 8. *Demostración de "D2: Descripción del problema" para 8D elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

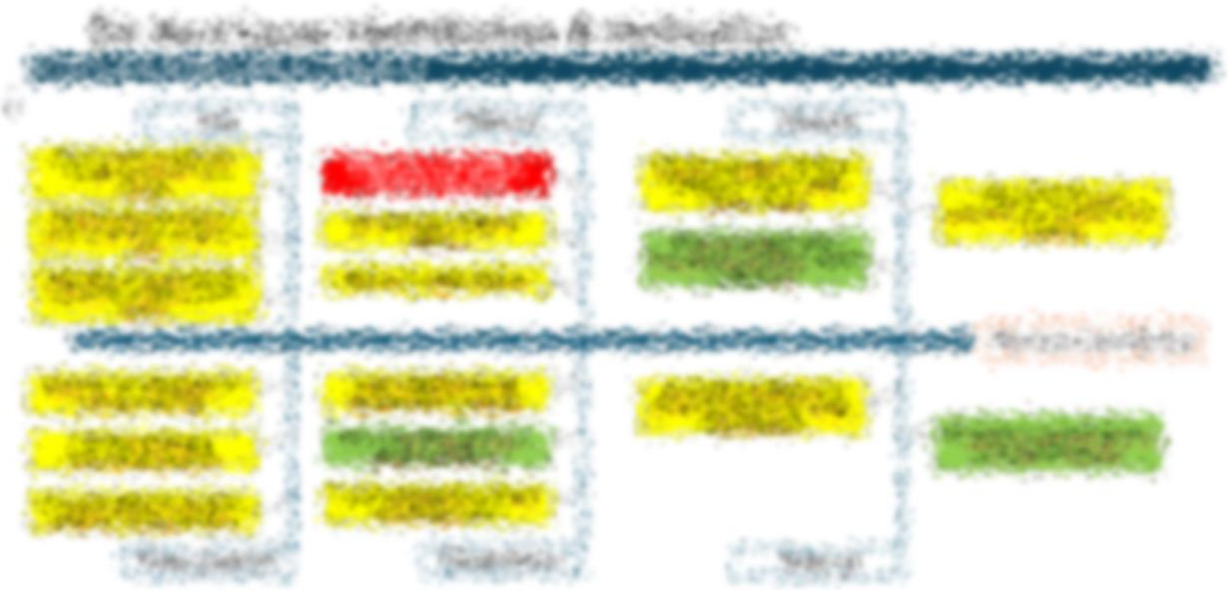


***ILUSTRACIÓN 9**. Demostración de "D3: Identificación de causa raiz" para 8D elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

PDCA / REPORT CONTAINMENT

¿En qué consiste?
El *PDCA o Report Containment* es un documento utilizado para realizar un seguimiento diario y sistemático de los defectos detectados en el proceso productivo, en este caso para el proyecto **BMW XNF CCO**. Su objetivo principal es **controlar, visualizar y analizar los defectos que se presentan por día**, permitiendo entender su comportamiento, identificar tendencias y tomar decisiones basadas en datos.
Este reporte combina el ciclo **PDCA (Plan–Do–Check–Act)** con acciones de *contención* típicas de la industria automotriz, integrando herramientas visuales y análisis estructurados que facilitan la identificación de causas raíz y la implementación de acciones correctivas. En la práctica, funciona como un documento de control donde se concentran defectos reales, gráficas de comportamiento, análisis de ocurrencia y propuestas de mejora.
En ciertos casos, también se apoya en la filosofía de los *boundary samples*, ya que ayuda a diferenciar defectos permitidos y no permitidos, integrando evidencia visual cuando es necesario.

¿Qué información contiene?
El PDCA / Report Containment reúne varios elementos clave que permiten tener un control total sobre la calidad diaria del proceso:

REGISTRO DIARIO DE DEFECTOS POR PIEZA
Se documentan todos los defectos detectados durante el día, señalando:

- Hora o turno.
- Estación o proceso (inyección, pintura, ensamble).
- Tipo de defecto.
- Cantidad afectada.

Esto crea una base de datos confiable para el análisis.

GRÁFICAS DE COMPORTAMIENTO DIARIO
El documento incluye representaciones visuales (generalmente gráficas de barras o líneas) donde se observa:

- Tendencia de los defectos por día.
- Picos o días críticos.
- Comparación entre procesos.

Estas gráficas permiten identificar patrones y tomar acciones rápidas.

ANÁLISIS PDCA DE CADA DEFECTO RELEVANTE
Para los defectos que se repiten o tienen impacto crítico, el documento contiene un PDCA específico que incluye:

Plan (Planear)

a) Descripción del problema utilizando herramientas como 5W+2H.
b) Definición de metas y expectativas de mejora.

Do (Hacer)

a) Acciones inmediatas o contenciones aplicadas.
b) Ejecución inicial de medidas temporales para evitar recurrencia.

Check (Verificar)

a) Revisión de resultados posteriores a las acciones.
b) Comparación de datos antes y después.
c) Confirmación de la reducción del defecto.

Act (Actuar)

a) Acciones correctivas finales.

b) Estandarización del proceso (actualización de criterios, hojas de instrucción, rutas de inspección, etc.)
c) Prevención de recurrencia.

EVALUACIÓN DE OCURRENCIA, DETECCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN
Cada defecto se analiza con respecto a:

- **Ocurrencia:** qué tan frecuente aparece.
- **Detección:** qué tan fácil o difícil es detectarlo antes de que salga de la planta.
- **Sistematización:** si el proceso garantiza que el defecto sea prevenido en el futuro.

Este análisis ayuda a priorizar qué defectos requieren atención inmediata.

ACCIONES CORRECTIVAS Y FECHAS COMPROMISO
Se agregan las actividades que deberán realizarse para corregir o prevenir el defecto, incluyendo:

a) Responsable.
b) Fecha límite.
c) Evidencia requerida.
d) Seguimiento y cierre.

Importancia para el proyecto y para la empresa
El PDCA / Report Containment tiene una importancia crítica dentro del proyecto **BMW XNF CCO**, ya que:

- Permite un **monitoreo diario del comportamiento de los defectos**.
- Facilita una respuesta rápida a problemas emergentes.
- Aporta evidencia organizada para compartir con el cliente o supervisión.
- Permite dar visibilidad a tendencias que podrían convertirse en problemas mayores.
- Garantiza que cada defecto tenga un análisis profundo con causa raíz real.
- Facilita la estandarización de procesos una vez implementadas las mejoras.
- Contribuye al *cero defectos* requerido por BMW y la industria automotriz.

Para Grammer, este documento es particularmente valioso porque fortalece la cultura de toma de decisiones basada en datos, mejora el enfoque preventivo y se puede replicar en cualquier otro proyecto o línea de producción dentro de la planta.

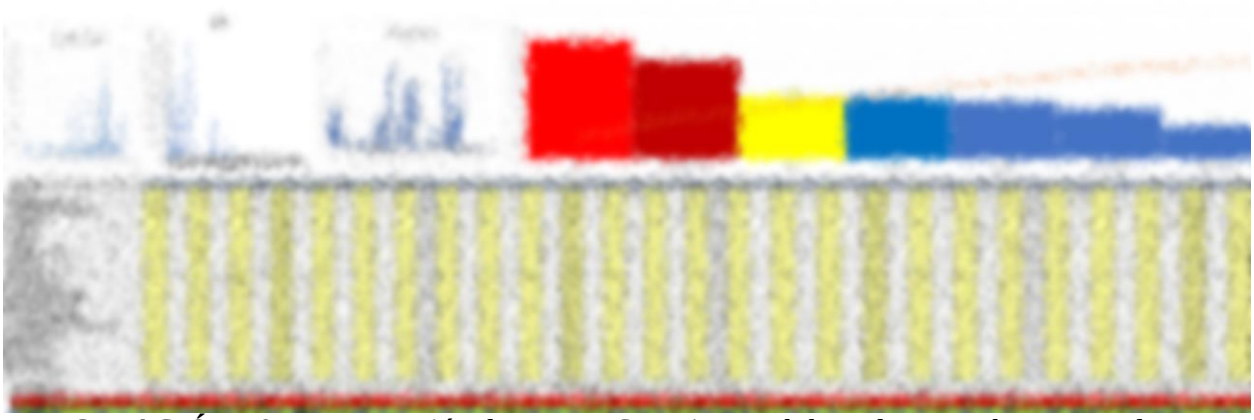


ILUSTRACIÓN 10. *Demostración de Report Contaiment elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*



ILUSTRACIÓN 11. *Demostración de PDCA de piezas con defectos elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

PIST (PRODUCT INSPECTION SHEET TEMPLATE / MATRIZ DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL)

¿En qué consiste?

El *PIST* es una matriz utilizada para registrar, evaluar y analizar las mediciones dimensionales de las piezas del proyecto **BMW XNF CCO**. Su función principal es concentrar en un solo documento todas las dimensiones críticas medidas en las piezas, junto con sus tolerancias y desviaciones, permitiendo identificar de manera visual si algún valor se encuentra fuera de especificación.

Este documento facilita el control dimensional durante el desarrollo y validación del producto, ya que muestra si las medidas están dentro de tolerancia (OK), cercanas a los límites o completamente fuera del rango permitido. Además, permite generar gráficas de comportamiento que ayudan a detectar variaciones, tendencias o comportamientos anormales antes de que se conviertan en problemas de calidad.

¿Qué información contiene?
El PIST está diseñado como una matriz completa que incluye varios elementos clave para garantizar un análisis dimensional claro y confiable:

NOMBRE DEL PUNTO O UBICACIÓN MEDIDA
Cada dimensión se identifica con su punto específico según plano, croquis o GD&T del componente.
TOLERANCIAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS
Se registran los límites permitidos por el diseño del cliente o por especificación interna de Grammer.
VALOR NOMINAL DE LA DIMENSIÓN
Es el valor teórico al cual debería acercarse la medida real.
EJES DE MEDICIÓN
Se especifica si la medida fue tomada en los ejes *X, Y o Z*, o en cualquier eje o referencia correspondiente.
MEDICIÓN REAL Y DESVIACIÓN
Por cada pieza medida, se ingresa la medida registrada y la desviación respecto al valor nominal.

CODIFICACIÓN POR COLORES
La matriz usa un sistema visual que clasifica los resultados automáticamente:

- **Verde:** la medida está dentro de tolerancia.
- **Amarillo:** la medida está cerca del límite (alerta preventiva).
- **Rojo:** la medida está fuera de tolerancia (no conforme).

Este sistema facilita la interpretación rápida de resultados.

GRÁFICA DE COMPORTAMIENTO DIMENSIONAL
Una vez registradas todas las mediciones, el PIST genera una gráfica donde se observan:

- Variaciones entre piezas.
- Puntos que se alejan del nominal.
- Estabilidad o inestabilidad del proceso dimensional.
- Riesgos potenciales de no conformidades futuras.

- Esto permite visualizar si el proceso requiere ajustes, cambios en el método de medición o revisión en la herramienta o molde.

Importancia para el proyecto y para la empresa
El PIST tiene un papel clave en el control de calidad del proyecto **BMW XNF CCO**, ya que:

- **Permite validar dimensionalmente las piezas** antes de avanzar al siguiente proceso o liberar material.
- **Detecta desviaciones tempranas**, evitando que se produzcan piezas fuera de especificación.
- **Aporta evidencia objetiva** para análisis de causa raíz y toma de decisiones.
- **Facilita la comunicación con ingeniería y producción**, mostrando claramente si se requieren ajustes en el molde, parámetros o método de inspección.
- **Reduce desperdicios y retrabajos**, al identificar rápidamente medidas incorrectas.
- **Previene reclamos de cliente** al asegurar que las piezas cumplen con las dimensiones críticas del diseño BMW.

Para Grammer, este documento también representa un estándar que puede utilizarse en futuros proyectos, fortaleciendo la capacidad de medición, análisis y control dimensional de toda la planta.

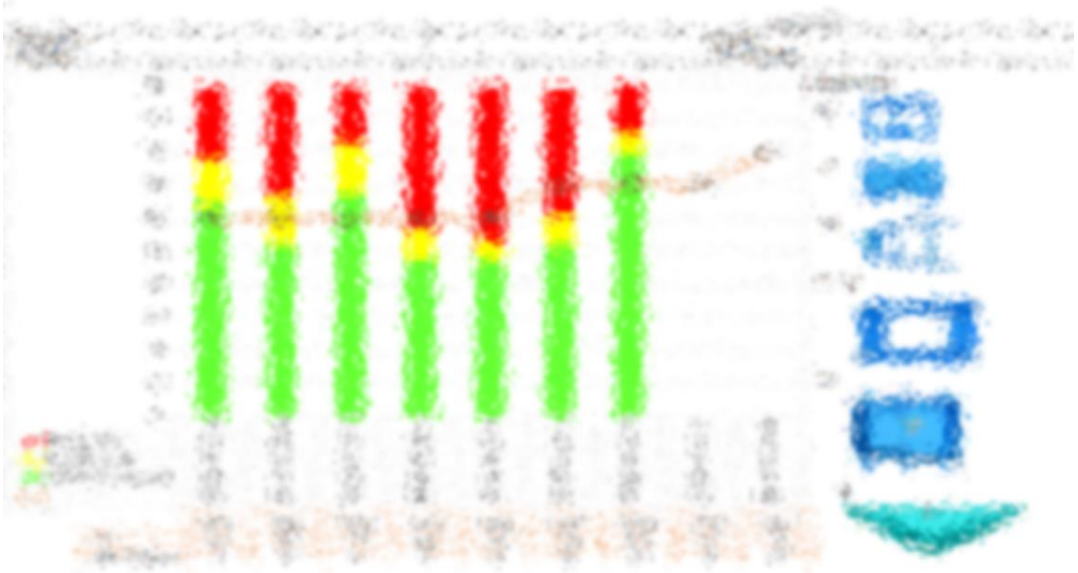


ILUSTRACIÓN 12. *Demostración de PIST de piezas previamente medidas elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

AYUDAS VISUALES

¿En qué consisten?

Las *Ayudas Visuales* son documentos gráficos diseñados para facilitar la comprensión y correcta ejecución de actividades operativas, de inspección o de verificación dentro del proceso productivo. Su principal objetivo es proporcionar información clara, resumida y visual que permita al operador identificar rápidamente cómo debe realizar una tarea, qué debe inspeccionar, qué defectos debe evitar o qué criterios debe considerar durante la operación.

Este tipo de documentos se elaboran a partir de fotografías reales, ejemplos actuales, piezas del proyecto **BMW XNF CCO** y notas relevantes obtenidas directamente en piso de producción, lo que garantiza que la información esté actualizada y acorde con las condiciones reales del proceso.

¿Qué información contienen?

Las Ayudas Visuales suelen integrar los elementos necesarios para guiar al operador de forma rápida e intuitiva, tales como:

FOTOGRAFÍAS REALES DEL COMPONENTE O ACTIVIDAD

Se utilizan imágenes tomadas directamente del proceso actual para mostrar:

- La correcta forma de ejecutar la operación.
- Áreas que deben inspeccionarse.
- Puntos críticos o zonas de riesgo.
- Ejemplos de piezas OK y piezas con defecto.
- Las fotos son el principal recurso, ya que permiten comprender la información sin necesidad de lectura extensa.

  Indicaciones claras y breves

Se incluyen frases simples, flechas, recuadros y anotaciones que destacan:

- Dónde inspeccionar.
- Qué verificar.
- Qué evitar.
- Cómo debe verse el resultado final.

COMPARACIONES “OK VS NO OK”

Estas comparativas ayudan a los operadores a diferenciar rápidamente cuándo una pieza es aceptable y cuándo presenta un defecto.

SECUENCIA VISUAL DE PASOS

Para actividades específicas, la ayuda visual muestra un pequeño paso a paso de cómo debe realizarse la operación, sin texto complejo.

INFORMACIÓN ACTUALIZADA DEL PROCESO

Cada ayuda visual se genera con la información más reciente disponible, considerando:

- Cambios en la pieza.
- Actualizaciones en criterios de calidad.
- Nuevas instrucciones de BMW o de ingeniería.
- Ajustes operativos identificados en piso.

Importancia para el proyecto y para la empresa

Las Ayudas Visuales son fundamentales para el proyecto **BMW XNF CCO**, ya que:

- **Facilitan la capacitación** de operadores nuevos y de personal de diferentes turnos.
- **Reducen errores y variabilidad**, al mostrar de forma clara cómo debe realizarse una actividad.
- **Mejoran la velocidad de comprensión** comparado con documentos largos o únicamente textuales.
- **Permiten una ejecución más estandarizada**, asegurando que todos trabajen bajo los mismos criterios de calidad.
- **Ayudan a detectar defectos visuales de forma más rápida y precisa**, lo cual es crucial para BMW.
- **Aumentan la eficiencia en inspecciones y retrabajos**, ya que los operadores tienen información inmediata a la vista.
- **Son aplicables a cualquier proceso** (inyección, pintura y ensamble).

Para Grammer en general, estas herramientas son valiosas porque promueven una cultura visual y estandarizada, disminuyen retrabajos, aportan claridad en los procedimientos y pueden actualizarse fácilmente conforme mejoran los procesos o cambian las especificaciones del cliente.

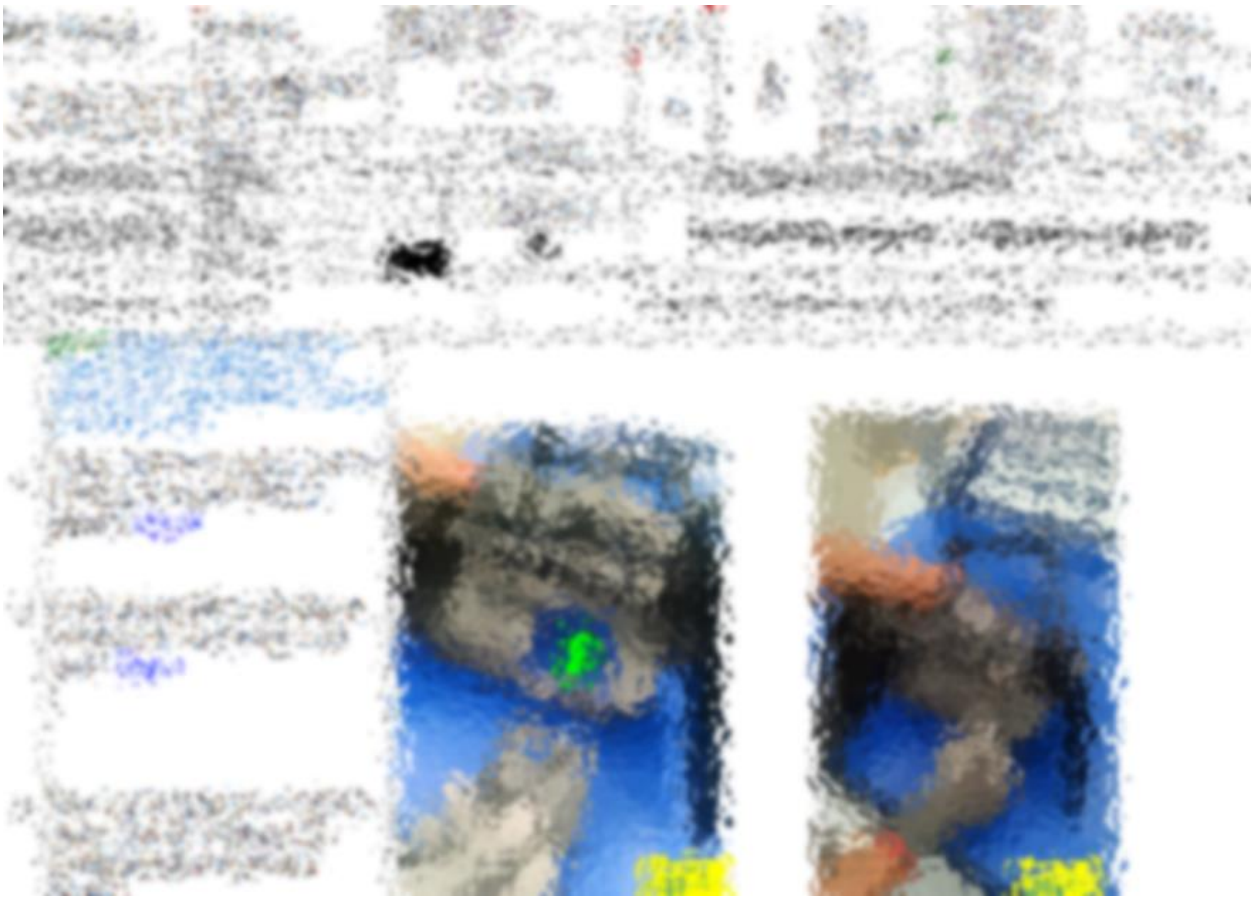


ILUSTRACIÓN 13. *Demostración de una ayuda visual de piezas previamente elaborado para el proyecto de BMW XNF (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

CHECK (Verificar)

La fase de **Verificar** dentro del ciclo PHVA constituye el momento en el que se evalúa de manera objetiva si las actividades implementadas previamente han logrado los resultados esperados. En esta etapa se analizan los datos obtenidos, se comparan los indicadores antes y después de las mejoras, y se validan los cambios aplicados al proceso con el fin de determinar su efectividad. A través de la verificación se identifican comportamientos del proceso, tendencias de defectos, desviaciones, cumplimiento de estándares y la correcta aplicación de la documentación generada en fases anteriores.

En proyectos del sector automotriz, como el lanzamiento del **BMW XNF CCO** en el área de Calidad de Grammer, esta fase es esencial para confirmar que los criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación de primera pieza, ayudas visuales, PIST dimensional y reportes PDCA están siendo utilizados adecuadamente por el personal operativo. La verificación permite evaluar si dichos documentos realmente contribuyen a la disminución de defectos, a la estandarización del proceso y a la estabilidad de la producción. Asimismo, esta etapa facilita identificar brechas en capacitación, inconsistencias entre turnos, fallas persistentes o áreas de oportunidad que requieren ajustes adicionales.

La fase de Verificar no solo confirma si los resultados cumplen con los objetivos planteados, sino que también orienta la toma de decisiones para la siguiente fase del ciclo. La información recopilada se convierte en la base para implementar mejoras definitivas, asegurar la continuidad del estándar y fortalecer el proceso hacia un desempeño robusto y confiable en la transición del proyecto a su etapa de serie.

Esta fase se basa en **evaluar si lo implementado en Hacer realmente funciona**, si reduce defectos, si estandariza procesos y si entrega el resultado previsto. Por lo que algunas de los puntos a verificar, son los siguiente.

- Auditorías internas
- Resultados de tendencia de defectos (PDCA)
- Validación de arranque por turnos
- Verificación visual con boundary
- Evaluación de capacitación

AUDITORÍAS INTERNAS DE DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD

Las auditorías internas de documentación de calidad constituyen una herramienta fundamental dentro de la fase de Verificar del ciclo PHVA, ya que permiten evaluar de

manera objetiva si los documentos desarrollados durante la fase de Hacer están siendo utilizados correctamente en el entorno real de producción. En esta etapa no basta con confirmar que los formatos existen o están archivados; el verdadero objetivo es comprobar que la documentación cumple su propósito operativo y que ha sido correctamente interpretada por el personal involucrado en el proceso.

En un proyecto de lanzamiento como BMW XNF CCO, donde los procesos aún se encuentran en una etapa de maduración y ajuste, la documentación técnica representa el principal medio para estandarizar actividades, reducir la variabilidad y asegurar un criterio uniforme entre turnos, operadores e inspectores. Las auditorías internas permiten identificar desviaciones entre lo que está documentado y lo que realmente se ejecuta en piso, detectando posibles fallas como el uso parcial de los formatos, interpretaciones incorrectas de los criterios de aceptación, documentos desactualizados o falta de capacitación del personal.

Asimismo, este tipo de verificación aporta información valiosa para evaluar la eficacia de los documentos creados. Si durante la auditoría se observa que los operadores no consultan los criterios de aceptación o que las rutas de inspección no se siguen en el orden establecido, esto indica que el documento puede requerir mejoras en su diseño, claridad o ubicación. De esta manera, la auditoría no solo valida el cumplimiento, sino que se convierte en una herramienta de retroalimentación para fortalecer la estandarización del sistema de calidad y asegurar que la documentación sea funcional, clara y realmente útil para la operación diaria.

- **Paso 1. Definición de los documentos a auditar**

Se seleccionan los documentos críticos del proyecto que impactan directamente en la calidad del producto, tales como criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación de primera pieza, ayudas visuales y formatos PIST. Esta selección se realiza considerando su frecuencia de uso y su impacto en la prevención de defectos.

- **Paso 2. Elaboración de una lista de verificación (checklist)**

Se diseña una checklist sencilla pero clara que incluya puntos como: disponibilidad del documento en el área, versión vigente, comprensión del personal, correcta aplicación y registro de información. Este formato servirá como guía durante la auditoría.

TABLA DE CAPACITACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE CALIDAD							
No.	Nombre del documento	Área	Descripción	Fecha de Elaboración	Fecha de Vigencia	Responsable	Estatus
1	Criterios de Aceptación	INYECCIÓN	Documento encargado de validar mediante fotografia si cumple con los maximos aceptables para aceptar una pieza	09/12/2025	09/02/2026	A. Medina	
2	Rutas de Inspección		Se basa en mostrar de manera grafica como de debe inspecionar una pieza	05/12/2025	05/02/2026	A. Medina	
3	Liberación de primera pieza		Con este documento se permite que el operador califique la primera pieza producida garantizando que todas cumplan los criterios	10/12/2025	12/02/2026	A. Medina	
4	Alertas de calidad		Este documento se encarga de alarmar a la operación sobre algún defecto detectado y notificar	16/12/2025	16/02/2026	A. Medina	
5	Ayudas visuales		Con este documento se busca ayudar al operador a realizar una actividad con fotografias de lo que debe de ser	02/12/2025	02/02/2026	A. Medina	
6	Hojas de Intrucción		El proposito de este documento es ayudar al operador con una serie de pasos para realizar una actividad	02/12/2025	02/02/2026	A. Medina	
7	Alertas de calidad	PINTURA	Este documento se encarga de alarmar a la operación sobre algún defecto detectado y notificar	15/12/2025	15/02/2026	A. Medina	
8	Criterios de Aceptación		Documento encargado de validar mediante fotografia si cumple con los maximos aceptables para aceptar una pieza	15/12/2025	15/02/2026	A. Medina	
9	Rutas de Inspección		Se basa en mostrar de manera grafica como de debe inspecionar una pieza	16/12/2025	16/02/2026	A. Medina	
10	Ayudas visuales		Con este documento se busca ayudar al operador a realizar una actividad con fotografias de lo que debe de ser	03/12/2025	03/02/2026	A. Medina	

TABLA 4*.Diseño del checklist para realizar la auditoria interna.*

- **Paso 3. Recorrido en piso de producción**

Se realiza un recorrido por las áreas donde se ejecutan los procesos, observando directamente cómo el personal interactúa con la documentación. En este punto se valida si los documentos están colocados en lugares visibles y accesibles.

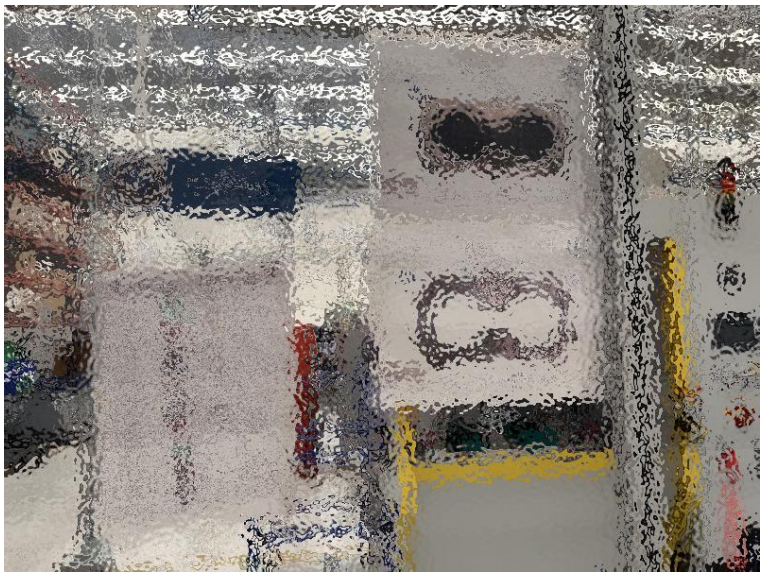


ILUSTRACIÓN 14. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido)..*

- **Paso 4. Observación de la aplicación real**

Se analiza si el operador o inspector utiliza el documento durante la ejecución de su actividad, si lo consulta para tomar decisiones y si sigue los pasos o criterios establecidos en él.

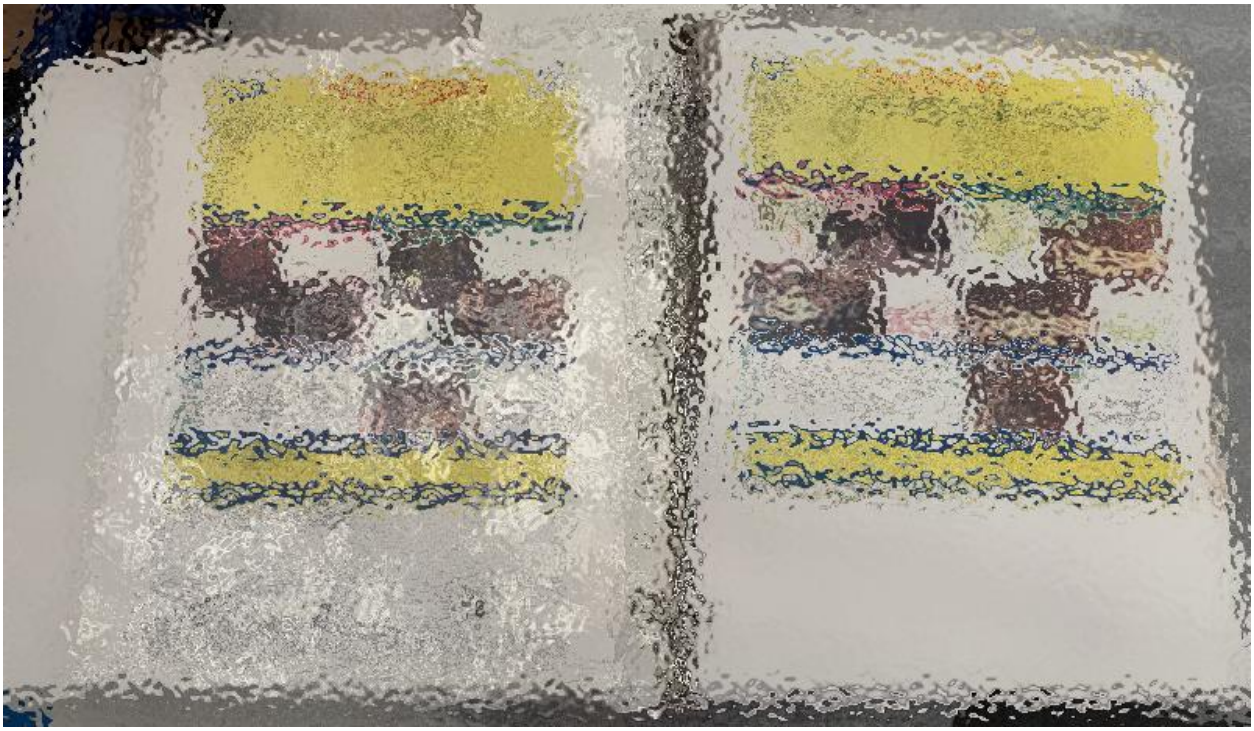


ILUSTRACIÓN 15. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 5. Registro de hallazgos**

Se documentan los resultados de la auditoría, marcando cumplimiento, incumplimiento u observaciones. Es importante anotar comentarios claros que expliquen la causa del incumplimiento, en caso de existir.

- **Paso 6. Análisis de resultados**

Se revisan los hallazgos obtenidos para identificar patrones, como fallas recurrentes en un turno específico o documentos que generan mayor confusión.

- **Paso 7. Definición de acciones (si aplica)**

En caso de detectar desviaciones, se proponen acciones como actualización del documento, reubicación, capacitación adicional o ajustes en el formato para mejorar su comprensión.

VERIFICACIÓN DEL ARRANQUE DE PROCESO MEDIANTE HOJA DE LIBERACIÓN DE PRIMERA PIEZA

La verificación del arranque de proceso mediante la hoja de liberación de primera pieza es una actividad clave para asegurar que la producción inicie bajo condiciones controladas y alineadas con las especificaciones establecidas. Esta verificación se centra en confirmar que las primeras piezas producidas en cada turno cumplen con los requisitos de apariencia, funcionalidad, etiquetado y empaque antes de permitir la continuidad del proceso productivo.

En la fase de Verificar, este documento permite analizar la consistencia del proceso entre turnos y detectar variaciones tempranas que podrían generar defectos a lo largo del día. Al revisar las hojas de liberación, se obtiene información relevante sobre la estabilidad del proceso, la repetitividad de defectos y la correcta interpretación de los criterios por parte del personal de calidad y producción. Además, esta verificación ayuda a identificar si existen discrepancias entre los distintos responsables de la liberación, lo que puede indicar falta de alineación o necesidad de reforzar los criterios de aceptación.

El análisis de la hoja de primera pieza también permite evaluar la efectividad de los controles implementados durante la fase de Hacer. Si después de la estandarización documental siguen apareciendo rechazos recurrentes en el arranque, esto señala que el proceso aún presenta variabilidad o que los controles actuales no son suficientes. Por el contrario, un alto porcentaje de liberaciones exitosas refleja que la documentación y las acciones implementadas están contribuyendo a un arranque de producción más estable y confiable, lo cual es fundamental para un proyecto automotriz en transición hacia producción en serie.

- **Paso 1. Recolección de hojas de liberación por turno**

Se reúnen las hojas de liberación de primera pieza correspondientes a los diferentes turnos y procesos (inyección, pintura y ensamble), asegurando que estén completas y correctamente llenadas.



ILUSTRACIÓN 16. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 2. Revisión de los criterios evaluados**

Se analiza que todas las características requeridas en el formato hayan sido evaluadas, tales como apariencia, funcionalidad, etiquetado y empaque, verificando que no existan campos sin información.

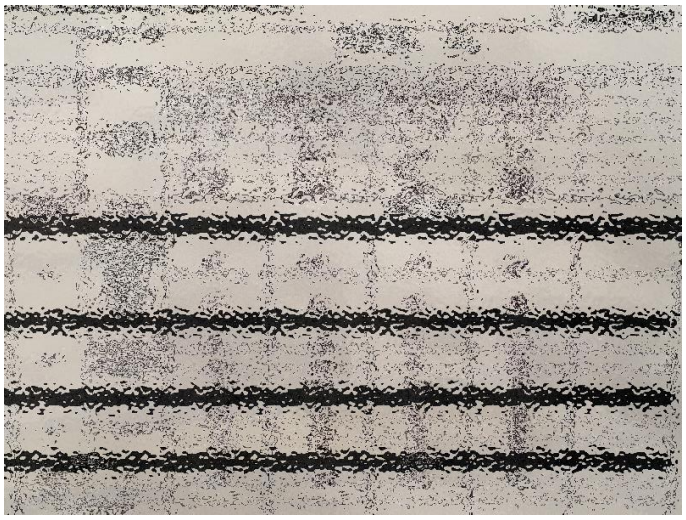


ILUSTRACIÓN 17. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 3. Análisis de resultados de aprobación y rechazo**

Se comparan los resultados obtenidos entre turnos, identificando cuántas piezas fueron aprobadas o rechazadas y cuáles fueron los motivos principales del rechazo.

- **Paso 4. Validación de firmas y autorizaciones**

Se revisa que el formato cuente con las firmas correspondientes del personal de calidad y del responsable de producción, confirmando que la liberación fue realizada de manera formal.



ILUSTRACIÓN 18. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 5. Identificación de defectos recurrentes**

Se registran los defectos que aparecen con mayor frecuencia en el arranque de turno, lo cual permite detectar fallas sistemáticas en el proceso.

- **Paso 6. Evaluación de la claridad del formato**

Se analiza si el formato es claro, entendible y suficiente para guiar la evaluación de la pieza, o si requiere ajustes para facilitar su uso.

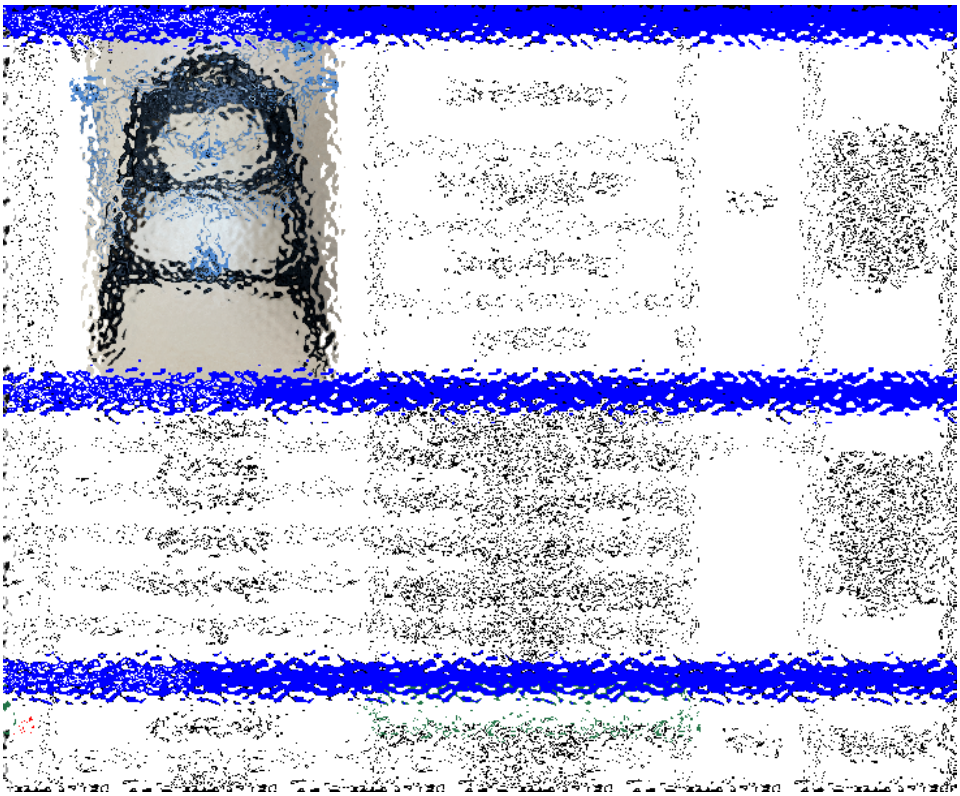


ILUSTRACIÓN 19. *Toma de evidencia de la verificación de información en el formato de liberación (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 7. Retroalimentación para mejora**

Con base en los resultados obtenidos, se generan recomendaciones para mejorar el proceso de arranque, reforzar criterios o ajustar controles antes de continuar con la producción.

ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE DEFECTOS (Report Contaiment)

El análisis de tendencias de defectos constituye uno de los elementos más importantes dentro de la fase de Verificar, ya que permite evaluar de forma cuantitativa el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo. A través del registro diario de defectos y su análisis gráfico, se puede identificar si las acciones implementadas durante la fase de Hacer están generando una reducción real de fallas o si persisten problemas que requieren atención adicional. Este análisis se apoya en herramientas como el PDCA o reportes de contención, los cuales concentran información clave sobre ocurrencia, detección y tipo de defecto.

En un proyecto automotriz como BMW XNF CCO, donde el control de calidad es crítico desde las primeras etapas del lanzamiento, este análisis permite pasar de una percepción subjetiva del desempeño del proceso a una evaluación objetiva basada en datos. La observación de tendencias facilita identificar defectos recurrentes, evaluar la efectividad de las acciones correctivas implementadas y detectar variaciones asociadas a turnos, procesos o condiciones específicas. Asimismo, el uso de gráficas permite visualizar si el proceso se encuentra bajo control o si presenta comportamientos inestables que podrían derivar en producto no conforme enviado al cliente.

Este tipo de verificación fortalece la toma de decisiones dentro del área de calidad, ya que permite priorizar acciones con base en impacto real y no únicamente en eventos aislados. Además, contribuye a generar evidencia clara del desempeño del proceso, la cual resulta fundamental para auditorías internas, revisiones con el cliente y la transición del proyecto hacia producción en serie.

- **Paso 1. Recolección diaria de datos de defectos**

Se registran diariamente los defectos detectados en cada proceso, asegurando que la información sea consistente, clara y clasificada por tipo de defecto.

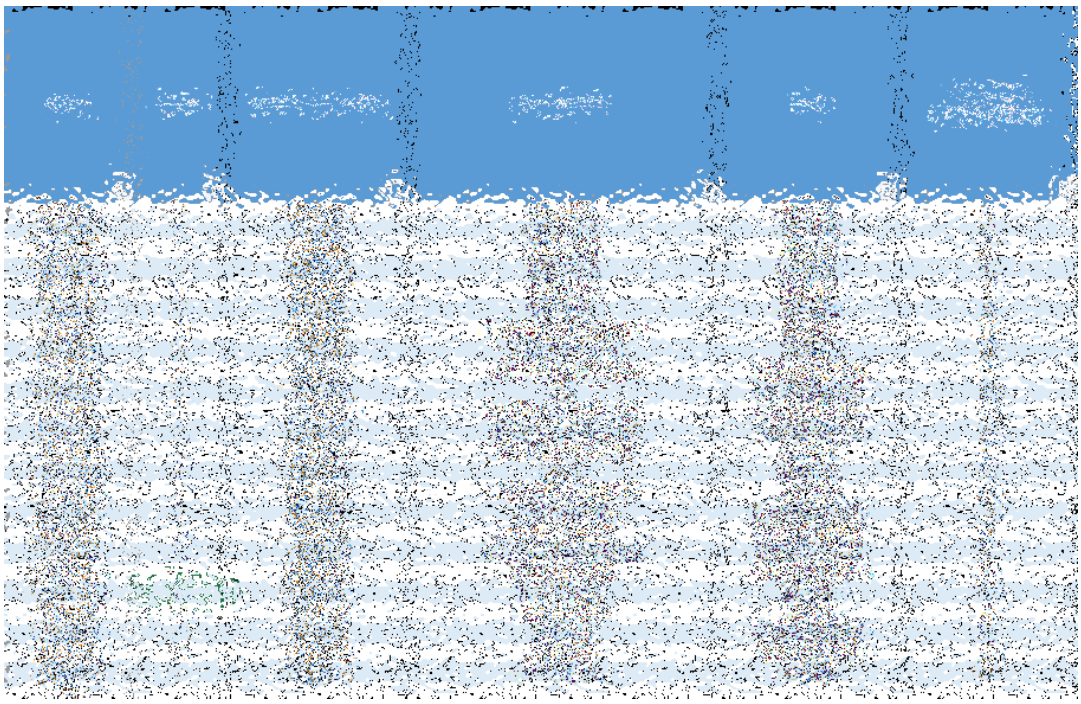


ILUSTRACIÓN 20. *Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble) (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 2. Clasificación de defectos**

Los defectos se agrupan por categoría (visual, funcional, dimensional, empaque) y por proceso (inyección, pintura, ensamble).

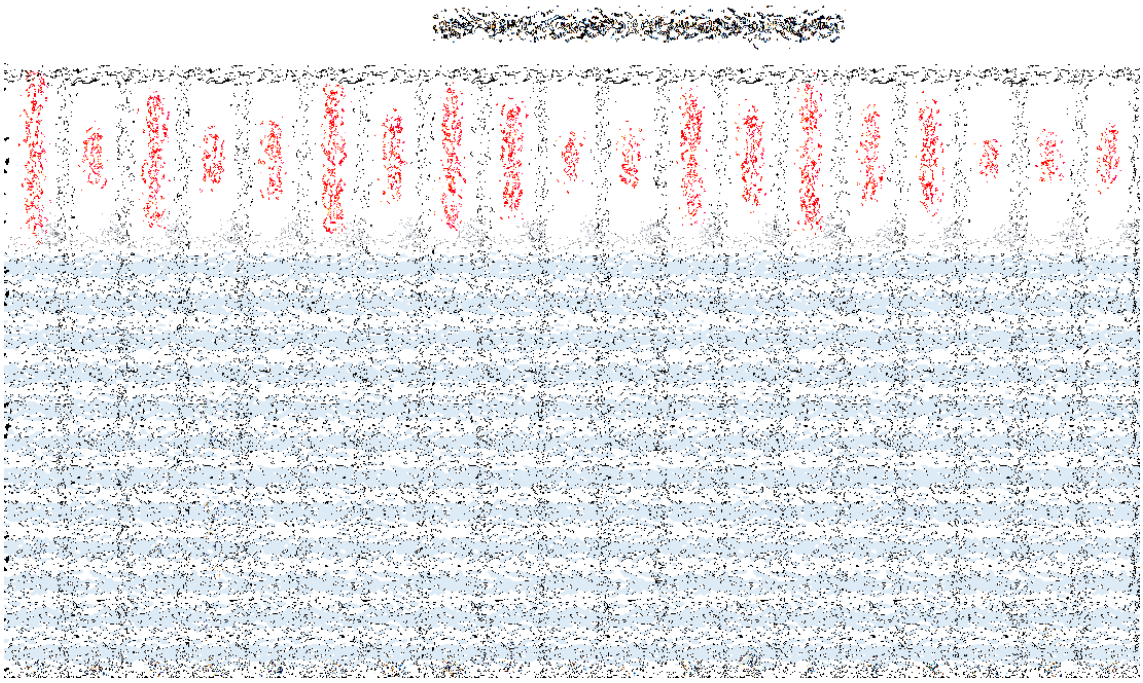


ILUSTRACIÓN 21. *Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble) (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 3. Análisis gráfico de tendencias**

Se elaboran gráficas de tendencia, histogramas o diagramas de Pareto que permitan visualizar el comportamiento de los defectos a lo largo del tiempo.

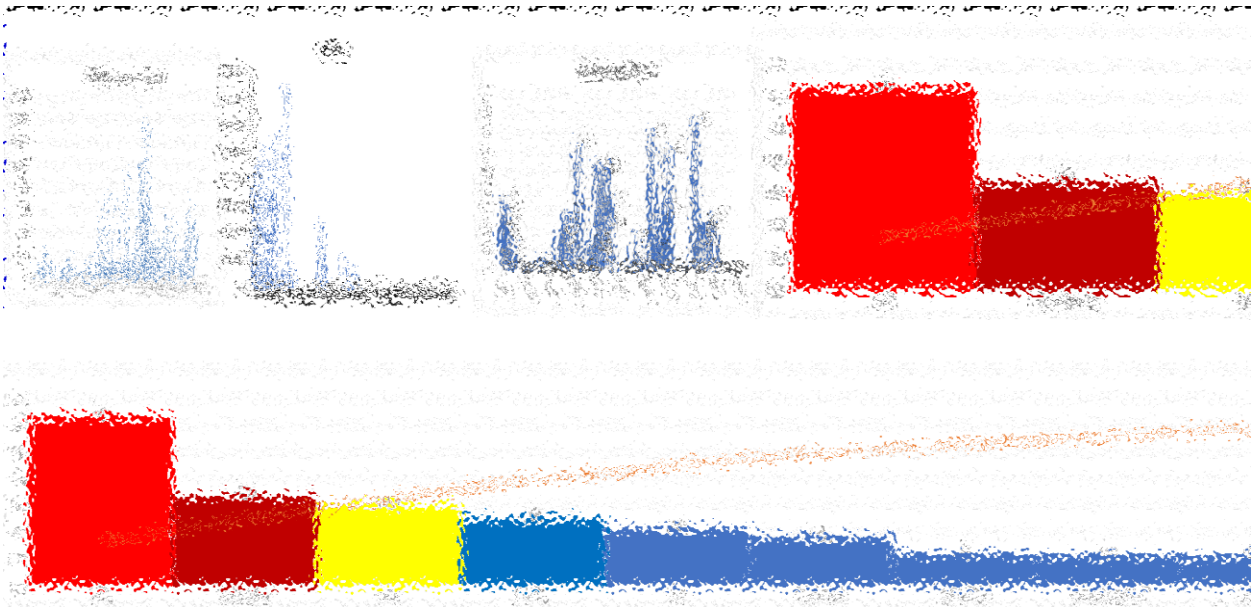


ILUSTRACIÓN 22. *Toma de evidencia de los defectos por día de las piezas para las tres áreas (inyección, pintura y ensamble). REPORT CONTAIMENT (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 4. Comparación antes y después de las acciones**

Se analizan los datos considerando el momento en que se implementaron los documentos o acciones de mejora para evaluar su impacto.

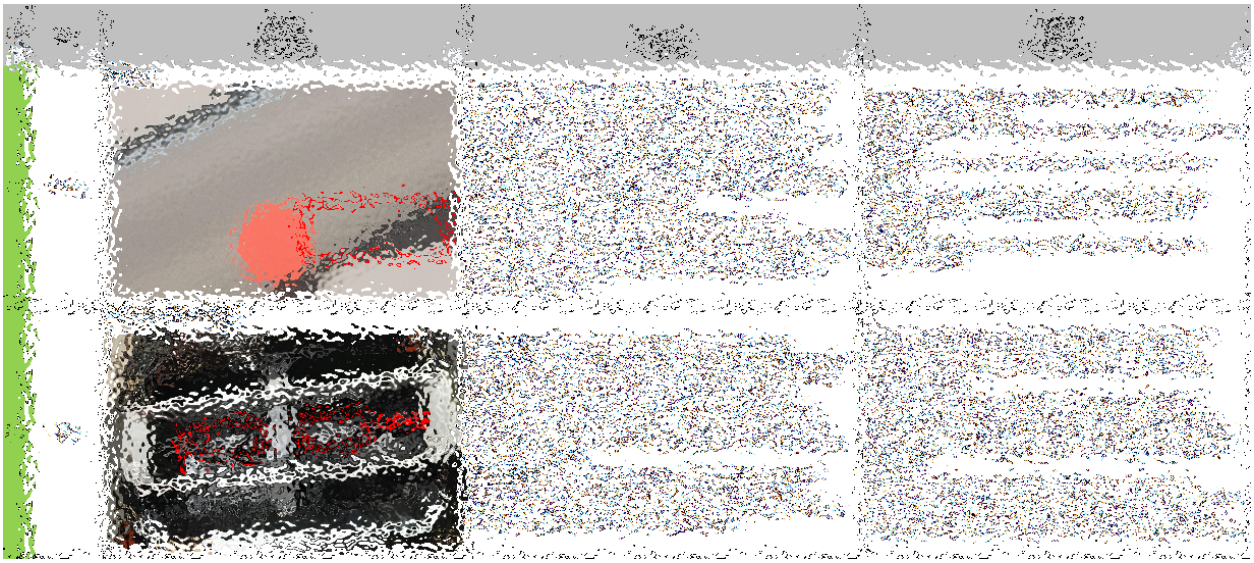


ILUSTRACIÓN 23. *Toma de evidencia de los defectos y toma de acciones en PDCA (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 5. Identificación de defectos críticos**

Se determinan aquellos defectos que persisten o que presentan mayor frecuencia, priorizando su atención.

- **Paso 6. Retroalimentación al proceso**

Los resultados se utilizan para reforzar controles, ajustar documentación o definir nuevas acciones preventivas.

VERIFICACIÓN VISUAL MEDINATE BOUNDARY SAMPLE

La verificación visual mediante Boundary Sample es una herramienta clave para asegurar la correcta interpretación de los criterios de aceptación por parte del personal operativo y de inspección. Su principal objetivo es reducir la subjetividad en la evaluación visual de las piezas, estableciendo límites claros entre lo que se considera aceptable y no aceptable. Esta herramienta se basa en la comparación directa de piezas o imágenes que representan condiciones OK, límite y No OK, permitiendo una referencia visual inmediata durante la inspección.

En procesos donde la apariencia y la funcionalidad del producto son altamente críticas, como en la industria automotriz, la ausencia de criterios visuales claros puede generar discrepancias entre turnos, rechazos innecesarios o, en el peor de los casos, la liberación de piezas no conformes. La verificación del boundary durante la fase de Verificar permite evaluar si los criterios definidos previamente son comprendidos de manera uniforme y si están alineados con las expectativas del cliente.

Además, esta verificación ayuda a validar la eficacia de los criterios de aceptación desarrollados durante la fase de Hacer. Si se detecta confusión o interpretación incorrecta, el boundary se convierte en una herramienta de retroalimentación que permite mejorar la claridad de los documentos, reforzar la capacitación del personal y fortalecer la estandarización del proceso. De esta manera, el Boundary Sample no solo funciona como una referencia visual, sino como un mecanismo de control preventivo dentro del sistema de calidad.

- **Paso 1. Selección de la pieza y defecto a evaluar**

Se identifica la pieza y el defecto más relevante para la verificación visual, considerando su impacto en calidad.

- **Paso 2. Definición de los límites de aceptación**

Se establecen claramente las condiciones OK, límite y No OK con base en especificaciones y experiencia del proceso.

- **Paso 3. Selección de muestras representativas**

Se recopilan piezas físicas o se generan imágenes reales que representen cada condición.

- **Paso 4. Elaboración del documento Boundary Sample**

Se documentan las imágenes junto con descripciones claras, número de parte y proceso.

- **Paso 5. Validación con el equipo**

Se revisa el boundary con personal de calidad y producción para asegurar consenso.

- **Paso 6. Implementación en piso**

El boundary se coloca en áreas visibles para su consulta durante la inspección.

- **Paso 7. Observación de su aplicación**

Se verifica que el personal utilice el boundary como referencia real durante la evaluación de piezas.

EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL PERSONAL

La capacitación del personal es un factor determinante para la correcta aplicación de los estándares de calidad. Durante la fase de Verificar, se evalúa si el personal comprende y aplica correctamente la documentación desarrollada, ya que incluso el mejor sistema documentado puede fallar si no es entendido por quienes lo ejecutan.

Esta evaluación permite identificar brechas de conocimiento, necesidades de refuerzo y oportunidades para mejorar la claridad de los documentos. Además, contribuye a asegurar la consistencia operativa y la correcta toma de decisiones durante la inspección y producción.

- **Paso 1. Observación del desempeño**

Se observa al operador durante la ejecución de su actividad.



ILUSTRACIÓN 24. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 2. Entrevista breve**

Se realizan preguntas clave sobre criterios y procedimientos.

- **Paso 3. Evaluación de resultados**

Se analiza si el desempeño coincide con lo documentado.

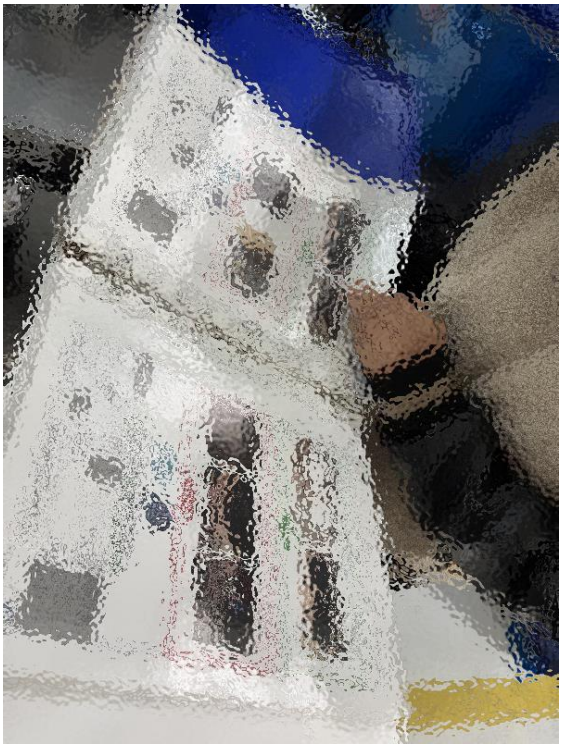


ILUSTRACIÓN 25. *Toma de evidencia de la verificación de información en la línea de producción (Por cuestiones de privacidad, no se muestra el contenido).*

- **Paso 4. Registro de hallazgos**

Se documentan áreas de mejora.

- **Paso 5. Definición de refuerzos**

Se determinan necesidades de capacitación adicional.

ACT (Actuar)

La fase de **Actuar** representa el cierre del ciclo PHVA y el punto en el cual las acciones implementadas y verificadas se consolidan para establecer estándares definitivos y asegurar la mejora continua del proceso. En esta etapa se formalizan los ajustes derivados de la verificación, se actualiza la documentación técnica y se incorporan medidas preventivas que garanticen la estabilidad del proceso a largo plazo. Asimismo, se busca que las mejoras exitosas se institucionalicen dentro del sistema de calidad para evitar la recurrencia de los problemas identificados.

En el contexto del proyecto **BMW XNF CCO**, Actuar implica la consolidación final de documentos como criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación, ayudas visuales, PIST y alertas de calidad, asegurando que la versión definitiva cumpla con los requerimientos de BMW y con las necesidades operativas de Grammer. También incluye la capacitación formal del personal involucrado, la actualización de registros, la implementación de controles preventivos y la elaboración de un procedimiento estándar que permita mantener un enfoque homogéneo en todas las actividades del área de Calidad.

Esta fase también establece un plan de seguimiento para la transición del proyecto hacia su etapa de producción en serie, garantizando que el proceso continúe bajo control y que las acciones implementadas permanezcan vigentes. Con ello, Actuar sella el compromiso con la mejora continua, fortalece la cultura de calidad y alinea al equipo con los estándares del sector automotriz, asegurando que los resultados del proyecto tengan un impacto sostenido en el desempeño operativo y la satisfacción del cliente.

TABLA DE DOCUMENTACIÓN

Dentro de la fase **Actuar** del ciclo PHVA, uno de los objetivos principales es asegurar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo y no se pierdan una vez concluida la etapa de verificación. Para lograrlo, es indispensable establecer mecanismos de control que permitan dar seguimiento a los documentos generados durante el proyecto, asegurando su correcta vigencia, actualización y uso continuo. En este contexto, la elaboración de una tabla de control de documentación se convierte en una herramienta clave para consolidar el trabajo realizado y transformar las mejoras en estándares formales del sistema de calidad.

Esta tabla tiene como propósito concentrar de manera ordenada todos los documentos utilizados y desarrollados durante el proyecto, facilitando su administración y evitando el uso de formatos obsoletos o no controlados. Al incluir información como el nombre del

documento, una breve descripción de su contenido, la fecha de elaboración y la fecha de vigencia, se establece un control claro sobre cuándo debe revisarse o actualizarse cada formato, lo cual es especialmente importante en proyectos nuevos que evolucionan rápidamente hacia producción en serie. De esta forma, la tabla funciona como un punto de referencia que asegura que la documentación permanezca alineada con la realidad del proceso.

Asimismo, este tipo de control documental fortalece la trazabilidad y la disciplina operativa dentro del área de Calidad, ya que permite identificar responsables, registrar comentarios relevantes y documentar cambios realizados a lo largo del tiempo. Esto facilita la continuidad del proyecto incluso cuando hay rotación de personal o cambios organizacionales, asegurando que el conocimiento generado no se pierda. Al integrarse como parte de la fase Actuar, la tabla no solo cierra el ciclo PHVA, sino que refuerza la cultura de mejora continua, estandarización y prevención, sentando las bases para un sistema de calidad sólido y sostenible

TABLA DE VIGENCIA DE DOCUMENTACIÓN

No.	Nombre del documento	Descripción	Fecha de Elaboración	Fecha de Vigencia	Responsable	Disponibilidad en linea	Firma
1	Criterios de Aceptación	Documento encargado de validar mediante fotografia si cumple con los maximos aceptables para aceptar una pieza	09/12/2025	09/02/2026	A. Medina		
2	Rutas de Inspección	Se basa en mostrar de manera grafica como de debe inspecionar una pieza	05/12/2025	05/02/2026	A. Medina		
3	Liberación de primera pieza	Con este documento se permite que el operador califique la primera pieza producida garantizando que todas cumplan los criterios	10/12/2025	12/02/2026	A. Medina		
4	Alertas de calidad	Este documento se encarga de alarmar a la operación sobre algún defecto detectado y notificar	16/12/2025	16/02/2026	A. Medina		
5	Ayudas visuales	Con este documento se busca ayudar al operador a realizar una actividad con fotografias de lo que debe de ser	02/12/2025	02/02/2026	A. Medina		
6	Hojas de Intrucción	El proposito de este documento es ayudar al operador con una serie de pasos para realizar una actividad	02/12/2025	02/02/2026	A. Medina		

Page 1

TABLA 5*.Diseño de tabla de documentación para control de vigencias de documentación.*

CARPETA CON DOCUMENTACIÓN REALIZADA

Como parte de la fase **Actuar** del ciclo PHVA, resulta indispensable asegurar que toda la información, análisis y documentación generada durante el desarrollo del proyecto se conserve de manera estructurada y accesible para su consulta futura. En este sentido, la creación de una carpeta de resguardo de la documentación del proyecto representa una acción clave para garantizar la continuidad del conocimiento cuando el proyecto transite de su fase de desarrollo a la fase de producción en serie. Esta carpeta funciona como un repositorio formal que concentra el historial completo del proyecto, permitiendo que las mejoras implementadas no se pierdan con el tiempo.

La carpeta de documentación tiene como objetivo principal conservar evidencia de todas las actividades realizadas, herramientas utilizadas y decisiones tomadas a lo largo del proyecto, incluyendo formatos de calidad, análisis, resultados de verificación y acciones de mejora. Al centralizar esta información, se facilita la consulta por parte de las áreas involucradas ante dudas operativas, auditorías internas o externas, análisis de reincidencias de defectos o futuros cambios de ingeniería. De esta manera, se evita la dependencia del conocimiento individual y se fortalece la estandarización de los procesos.

Asimismo, el resguardo organizado de la documentación contribuye a la trazabilidad del proyecto, permitiendo identificar el origen de los controles implementados y la lógica detrás de cada decisión. Esto cobra especial relevancia en ambientes industriales dinámicos, donde es común la rotación de personal o la expansión de líneas de producción. La carpeta actúa como una referencia histórica y técnica que respalda la madurez del sistema de calidad, asegurando que la información esté disponible, actualizada y controlada.

Finalmente, esta acción refuerza la cultura de mejora continua, ya que proporciona una base sólida para proyectos futuros, facilitando la reutilización de buenas prácticas y evitando la repetición de errores ya analizados. Al integrarse como parte de la fase Actuar, la carpeta de documentación no solo cierra el ciclo PHVA, sino que consolida el proyecto como un proceso estandarizado, preparado para su implementación en serie y alineado con los principios de gestión de la calidad y aseguramiento del producto.

CAPITULO IV:

RESULTADOS, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

RESULTADOS

Como resultado del desarrollo del proyecto de **Estandarización y lanzamiento del nuevo proyecto BMW XNF CCO para documentación técnica de Calidad**, se obtuvieron avances significativos en la organización, control y estandarización de los procesos involucrados, generando un impacto positivo tanto en el área de Calidad como en la operación general de la empresa. La aplicación de la metodología PHVA permitió dar seguimiento estructurado a las actividades realizadas y evaluar su efectividad mediante indicadores de desempeño relacionados con la calidad del producto y la gestión del proceso.

Uno de los principales resultados fue la **definición e implementación de criterios de aceptación claros y estandarizados** para los procesos de inyección, pintura y ensamble. Esto permitió reducir la variabilidad en la evaluación de las piezas y mejorar la consistencia en la toma de decisiones durante la inspección, impactando directamente en el indicador de **detección temprana de defectos**. Como resultado, se fortaleció el control del producto desde las primeras etapas del proceso, disminuyendo el riesgo de que piezas no conformes avanzaran hacia procesos posteriores.

Asimismo, mediante la elaboración e implementación de **rutas de inspección visual**, se logró mejorar el desempeño del proceso de inspección, facilitando la identificación de defectos visuales y funcionales en zonas críticas del producto. Este trabajo contribuyó a una **mejor eficiencia en la inspección**, al contar con puntos de revisión claramente definidos, lo que impactó positivamente en el indicador de **efectividad de inspección** y en la reducción de reprocesos derivados de defectos no detectados oportunamente.

Otro resultado relevante fue la **implementación de hojas de liberación de primera pieza**, las cuales permitieron asegurar que el arranque de cada turno se realizara bajo condiciones controladas. Este control impactó directamente en indicadores relacionados con la **estabilidad del proceso** y la **conformidad del producto**, al garantizar que las piezas liberadas cumplieran con las especificaciones antes de continuar con la producción, reduciendo la probabilidad de generar lotes completos con desviaciones.

La gestión de problemas de calidad se fortaleció mediante la utilización de **alertas de calidad, reportes 8D y formatos PDCA**, lo que permitió establecer un seguimiento estructurado de los defectos detectados, tanto internos como provenientes del cliente. Como resultado, se mejoró el tiempo de respuesta ante incidentes de calidad y se fortaleció el análisis de causa raíz, impactando positivamente en el indicador de **control de reincidencia de defectos** y en la prevención de envíos no conformes.

Adicionalmente, el uso de herramientas como el **PIST** permitió un mejor control de las características dimensionales del producto, facilitando la visualización del comportamiento de las mediciones respecto a las tolerancias establecidas. Esto contribuyó a mejorar el indicador de **cumplimiento dimensional**, apoyando la toma de decisiones oportunas para ajustes al proceso antes de que las desviaciones se convirtieran en problemas mayores.

Desde el punto de vista del **impacto hacia la empresa**, el proyecto contribuyó a fortalecer el sistema de calidad del nuevo programa BMW XNF CCO, estableciendo bases sólidas para su transición a producción en serie. La estandarización de la documentación técnica permitió mejorar la organización interna, facilitar la capacitación del personal y asegurar la trazabilidad de la información, reduciendo la dependencia del conocimiento individual. Asimismo, el proyecto generó una mayor preparación del área de Calidad para afrontar auditorías, cambios de ingeniería y futuras fases del programa.

En conjunto, los resultados obtenidos reflejan que el proyecto tuvo un impacto positivo en la **prevención de defectos, la estabilidad del proceso, la eficiencia operativa y la madurez del sistema de calidad**, contribuyendo al cumplimiento de los requisitos del cliente y fortaleciendo la competitividad de la empresa dentro del sector automotriz.

CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto de **Estandarización y lanzamiento del nuevo proyecto BMW XNF CCO para documentación técnica de Calidad** permitió consolidar la importancia que tiene la gestión de la calidad durante las etapas iniciales de un programa automotriz. A lo largo del proyecto se demostró que la correcta planificación, ejecución, verificación y estandarización de los procesos no solo impacta en la calidad del producto final, sino también en la eficiencia operativa, la prevención de defectos y la correcta transición hacia la producción en serie.

La aplicación de la metodología **PHVA** resultó fundamental para estructurar el proyecto de manera ordenada y lógica, permitiendo abordar cada etapa del desarrollo con un enfoque preventivo. En la fase de Planeación, el uso de herramientas como SIPOC, VSM y el diagrama de tortuga facilitó la comprensión integral de los procesos de inyección, pintura y ensamble, identificando entradas, salidas, recursos, riesgos y puntos críticos. Esto permitió establecer controles adecuados desde el inicio, evitando que los problemas se detectaran únicamente en etapas posteriores del proceso.

Durante la fase de Ejecución, la elaboración e implementación de documentos técnicos como criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación de primera pieza,

alertas de calidad, reportes 8D, formatos PDCA, PIST, hojas de instrucción y ayudas visuales, demostró que la documentación estandarizada es una herramienta clave para asegurar la consistencia del proceso. Estos formatos no solo facilitaron la labor del personal operativo y de inspección, sino que también fortalecieron la trazabilidad, el control y la comunicación entre las áreas involucradas.

La fase de Verificación permitió confirmar la efectividad de los controles establecidos, destacando la relevancia de las inspecciones visuales estructuradas y la delimitación de zonas críticas mediante herramientas como el Boundary. Esta etapa evidenció que la verificación constante y sistemática es esencial para detectar desviaciones de manera oportuna y evitar la propagación de defectos hacia etapas posteriores o hacia el cliente. Asimismo, se reforzó la importancia de analizar la información obtenida para la toma de decisiones basadas en datos.

Finalmente, en la fase de Actuar se consolidaron las mejoras implementadas mediante la estandarización documental y el resguardo organizado de la información generada durante el proyecto. La creación de una tabla de control de documentos y una carpeta de resguardo permitió asegurar la continuidad del conocimiento y facilitar la transición del proyecto hacia su fase de producción en serie. Esta acción reafirma que la mejora continua no concluye con la implementación de controles, sino con su estandarización y mantenimiento a lo largo del tiempo.

En conclusión, el proyecto cumplió con su objetivo de fortalecer la documentación técnica de calidad del programa BMW XNF CCO, estableciendo bases sólidas para un lanzamiento controlado, alineado a los requisitos del cliente automotriz y a los principios de la gestión de la calidad. Los resultados obtenidos demuestran que una adecuada estandarización, acompañada de metodologías estructuradas y herramientas de calidad, contribuye significativamente a la prevención de defectos, a la mejora de los procesos y al aseguramiento de la calidad del producto final.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y en la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones con el objetivo de dar continuidad a las mejoras implementadas y fortalecer el sistema de calidad durante la fase de producción en serie del proyecto BMW XNF CCO.

Se recomienda dar seguimiento constante a la **actualización y vigencia de la documentación técnica**, asegurando que los criterios de aceptación, rutas de inspección, hojas de liberación, ayudas visuales y demás formatos se mantengan

alineados a los cambios de ingeniería, modificaciones de proceso o nuevos requisitos del cliente. La revisión periódica de estos documentos permitirá evitar el uso de información obsoleta y garantizar la correcta aplicación de los controles establecidos.

Asimismo, es recomendable **reforzar la capacitación del personal operativo y de inspección** utilizando la documentación desarrollada durante el proyecto. Las hojas de instrucción, ayudas visuales y rutas de inspección deben ser empleadas como herramientas activas de capacitación, especialmente para personal de nuevo ingreso o ante rotaciones de personal, con el fin de asegurar la correcta comprensión de los criterios de calidad y reducir la variabilidad en el proceso.

Otra recomendación importante es **mantener y fortalecer el uso de metodologías de solución de problemas**, como los reportes 8D y PDCA, ante la detección de defectos internos o reclamaciones de cliente. El uso disciplinado de estas herramientas permitirá identificar causas raíz de manera estructurada, implementar acciones correctivas efectivas y prevenir la recurrencia de problemas, contribuyendo a la mejora continua del proceso.

Se sugiere también **dar continuidad al análisis de datos e indicadores de calidad**, utilizando la información generada por los formatos de control para identificar tendencias, comportamientos anómalos y oportunidades de mejora. El análisis sistemático de defectos y desviaciones permitirá anticiparse a posibles riesgos y tomar decisiones basadas en información objetiva.

Finalmente, se recomienda **conservar y actualizar la carpeta de resguardo de la documentación del proyecto**, integrándola como un referente para futuros programas o auditorías. Esta carpeta debe considerarse una herramienta estratégica de consulta y aprendizaje organizacional, que facilite la transferencia de conocimiento y la replicabilidad de las buenas prácticas desarrolladas durante el proyecto.

En conjunto, estas recomendaciones permitirán consolidar los logros alcanzados, asegurar la estabilidad del proceso en producción en serie y fortalecer la cultura de calidad y mejora continua dentro de la organización, contribuyendo al cumplimiento de los requisitos del cliente y a la competitividad de la empresa en el sector automotriz.

BIBLIOGRAFIA

1. Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría Y Administración*, *221*, 209–246. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018610422007000100010&script=sci_arttet
2. Durán, C. (n.d.). *Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México*. https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13016.pdf
3. Calle, M., & Torres, C. (2023). Impacto de la calidad y valor percibidos sobre la intención de compra: sector automotriz. *Revista De Ciencia Sociales Y Económicas*, *7*(1), 12–23. https://doi.org/10.18779/csye.v7i1.645
4. Moisés, A. (2020, January 17). *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta*. Pucp.edu.pe; Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/items/17ba69ce-7289-4887-b9a8-5a7b7854c52e
5. Rosas-Garcia , S. D., Higareda Pliego, T. E., & Arana-Llanes, J. Y. . (2025). Diseño y desarrollo de una estación de trabajo como resultado de la implementación de la metodología 8D en una empresa MAKER. *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, *13*(25), 47–55. https://doi.org/10.29057/xikua.v13i25.13884
6. Alonso, M. C. (2020). Implementación de la metodología 8D's para la reducción de notificaciones de calidad. *Cetys.mx*. https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1171
7. Mexia, I. R., & Valenzuela, F. J. S. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS OCHO DISCIPLINAS PARA LA REDUCCIÓN DE QUEJAS DE CLIENTE GENERADAS POR PRODUCTOS CON DEFECTO DE CONECTOR INCORRECTO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA. *Productividad y Desarrollo*, 121.
8. Espinoza, J. A. H., Lázaro, M. L., Ángel, M. M., Álvarez, C., & Sanchez, M. G. T. REDUCCIÓN DE SPPM MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE CORE TOOLS Y METODOLOGÍA 8D. *MI Agustín Cortes Coss, Dra. Dina Elizabeth Cortes Coss, MC. Cesar Leal*.

9. Landeros, C. M., Galaviz, L. P. H., Mariana, P., & Gutiérrez, G. Implementación de controles de inspección de calidad, conforme a requisitos de cliente “JLG Industries Americas.
10. Arellano, J. (2019). Diseño y Aplicación de una metodología de capacitación para eliminar defectos. *Uacj.mx*. http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/9506
11. Sepúlveda Garcés, O. D., & Villegas Mejía, D. (2014). Documentación del sistema de gestión de calidad, bajo los requerimientos establecidos en la norma ISO 9001: 2015 en la empresa Lumicentro Pereira.