



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TIANGUISTENCO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD CONFORME A
LA NORMA ISO/IATF 16949 EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE
CONVERTIDORES CATALÍTICOS Y PRODUCCIÓN DE AUS32 PARA EL SECTOR
AUTOMOTRIZ”.

PRESENTA:

MARÍA FERNANDA CANO PÉREZ

ASESOR:

MARIO CONSTANTINO MEDINA

TIANGUISTENCO, ESTADO DE MÉXICO, JULIO 2026

Agradecimientos

Agradezco a la vida por haberme dado el tiempo y la oportunidad de crecer profesionalmente a través del estudio, permitiéndome transformar el esfuerzo en conocimiento y descubrir en esta carrera mi verdadera vocación y capacidad de superación.

A mí, por no rendirme y por creer en mi capacidad, incluso en los días más difíciles y por este compromiso conmigo misma que rendirá sus frutos.

A mis padres, por ser el pilar de mi vida. Especialmente a mi mamá, Teresita Cano, por ser mi primer impulso cada mañana; gracias por esos despertares temprano que, aunque me costaban, fueron clave para forjar la disciplina que me trajo hasta aquí. A mi papá, Salvador Joel Verón Colín, por su amor infinito, por su apoyo inalcanzable y por creer en mí en cada etapa de este camino.

A mi tía, con quien comparto el día a día, gracias por abrirme las puertas de tu hogar y brindarme un espacio lleno de cariño y apoyo. Tu presencia ha sido fundamental para que yo pudiera concentrarme en mis estudios y sentirme siempre respaldada. Gracias a ustedes tres, hoy este sueño es una realidad.

A mi mascota Mia, que, aunque ya no me acompaña físicamente, estuvo presente en mi desarrollo académico y en las largas jornadas de estudio brindándome su alegría silenciosa; tu recuerdo sigue siendo luz en mi camino. A mis mascotas Blanquita, Gordo y Gala por ser mi compañía siempre.

Finalmente, al Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco a cada profesor que me acompañó en este proceso y aportó con su enseñanza y dedicación a mi desarrollo

profesional. A mis asesores y tutores, gracias por su guía, por su paciencia y por haber creído en mí durante este proyecto que representa una de las metas más significativas de mi vida.

Resumen

De acuerdo con la International Automotive Task Force (2021), el sector automotriz se distingue por demandar elevados niveles de calidad, trazabilidad y control en sus procesos a lo largo de la cadena de suministro. Estas exigencias impulsan a las organizaciones a adoptar Sistemas de Gestión de la Calidad alineados con estándares internacionales como ISO 9001 e IATF 16949, los cuales se enfocan en la mejora continua, la gestión de riesgos y la satisfacción del cliente.

El presente estudio tiene como propósito fortalecer el Sistema de Gestión de la Calidad en una empresa dedicada a la fabricación de convertidores catalíticos y a la producción de AUS32, a través de la estandarización de procesos, el fortalecimiento del control documental y la implementación de herramientas de calidad que aseguren el cumplimiento de los requisitos normativos.

La metodología aplicada se fundamentó en el ciclo de mejora continua PDCA (Plan-Do-Check-Act), iniciando con un diagnóstico del sistema mediante la revisión documental y el análisis de procesos clave. Posteriormente, se emplearon herramientas como AMEF, Plan de Control, APQP, PPAP y MSA, lo que permitió identificar riesgos, establecer controles y mejorar la trazabilidad de los procesos.

Como resultado del proyecto, se logró la actualización y estandarización de la documentación del sistema, así como la implementación de controles más sólidos en los procesos críticos, lo que contribuyó a la disminución de riesgos mediante acciones preventivas. De igual manera, se fortaleció el seguimiento de indicadores de calidad y se fomentó una cultura organizacional orientada a la mejora continua. En términos específicos,

se obtuvo una reducción del 3% en defectos de fabricación, así como una disminución en las no conformidades y una mejora en los niveles de satisfacción del cliente. Estos resultados evidencian el impacto positivo de herramientas como AMEF, Pareto, Ishikawa y la metodología 5S en el control de riesgos y la optimización de procesos (AIAG, 2023).

En conclusión, la aplicación de herramientas de calidad, junto con la mejora estructurada del sistema, permitió incrementar la eficiencia operativa, reducir desviaciones en los procesos y fortalecer la confiabilidad del Sistema de Gestión de la Calidad, contribuyendo al cumplimiento de los requisitos de la norma IATF 16949 y apoyando el proceso de certificación de la empresa.

Palabras clave:

Sistema de Gestión de la Calidad, IATF 16949, ISO 9001, Mejora continua, Industria automotriz, AMEF, Control de procesos, AUS32.

Abstract

According to the International Automotive Task Force (2021), the automotive industry is characterized by high demands in terms of quality, traceability, and process control throughout the supply chain. These requirements compel organizations to implement Quality Management Systems aligned with international standards such as ISO 9001 and IATF 16949, which focus on continuous improvement, risk management, and customer satisfaction.

The objective of this research is to strengthen the Quality Management System in a company dedicated to the manufacturing of catalytic converters and AUS32 production, through process standardization, improvement of document control, and the implementation of quality tools to ensure compliance with regulatory requirements.

The methodology applied was based on the PDCA (Plan-Do-Check-Act) continuous improvement cycle, starting with a system diagnosis through document review and analysis of key processes. Subsequently, tools such as FMEA, Control Plan, APQP, PPAP, and MSA were implemented, allowing the identification of risks, establishment of controls, and improvement of process traceability.

As a result, the project achieved the update and standardization of system documentation, as well as the implementation of stronger controls in critical processes, leading to risk reduction through preventive actions. Additionally, quality indicators monitoring was strengthened, and a culture of continuous improvement was promoted within the organization. Specifically, a 3% reduction in manufacturing defects was obtained, along

with a decrease in non-conformities and an improvement in customer satisfaction indicators. These results demonstrate the positive impact of quality tools such as FMEA, Pareto, Ishikawa, and the 5S methodology in risk control and process optimization (AIAG, 2023).

In conclusion, the application of quality tools and the structured improvement of the system contributed to increased operational efficiency, reduced process deviations, and enhanced reliability of the Quality Management System, supporting compliance with IATF 16949 requirements and the company's certification process.

Keywords:

Quality Management System, IATF 16949, ISO 9001, Continuous improvement, Automotive industry, FMEA, Process control, AUS32.

Índice

Agradecimientos	2
Resumen	4
Abstract.....	6
Índice de Ilustraciones.....	11
Índice de Tablas.....	18
Capítulo I. Generalidades.....	19
1.1 Introducción.....	19
1.2 Planteamiento del Problema.....	21
1.3 Justificación.....	23
1.3 Objetivos	24
1.3.1 Objetivo General.....	24
1.3.2 Objetivo Específico	24
Capítulo II. Marco Teórico	26
2.1 Calidad	26
2.2 Control de la calidad.....	27
2.3 Aseguramiento de la calidad en el Sector Automotriz.....	27
2.4 Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma IATF 16949:2016	29
2.5 Beneficios de IATF 16949	30
2.6 Enfoque a Procesos	31
2.7.2 Apartado 6: Planeación	34

2.7.3 Apartado 7: Apoyo.....	34
2.8 Ciclo PDCA.....	35
2.9 Análisis FODA	36
2.10 AMEF de Proceso (Análisis de Modo y Efecto de Falla):	37
2.10.1 Diagnóstico situacional del sistema de gestión	37
2.11 Herramientas de calidad en la industria automotriz (Core Tools)	38
2.11.1 APQP (Planeación Avanzada de la Calidad del Producto)	40
2.11.2 Plan de Control:	41
2.11.3 PPAP (Proceso de Aprobación de Partes de Producción)	41
2.11.4 MSA (Análisis de Sistemas de Medición)	43
2.11.5 Plan de Control de Producción	43
2.12.1 Estructura Jerárquica de la Información	44
2.12.2 Relevancia Estratégica y Transformación Digital	45
Capítulo III. Estado del arte.....	46
3.1 Revisión de Investigaciones y casos de estudio en la implementación de IATF	46
16949	46
3.2 Análisis comparativos de la implementación y resultados prácticos	46
3.3 Estudios afines a las normas ISO 9001, IATF 16949	47
3.3.1 Caso de Estudio 1: Implementación de Estándares IATF en el Sector Automotriz	50

3.3.2 Caso de Estudio 2: Integración de Lean Manufacturing e IATF 16949	51
3.3.3 Casos de éxito global (Toyota, Ford, Bosch y GM).....	54
3.3.4 Casos Regionales: Volkswagen Brasil y Nemak México.....	56
3.5 Discusión de hallazgos y brechas identificadas.....	57
Capítulo IV. Metodología	59
4.1 Tipo y Diseño de la Investigación	59
4.2 Alcance del Estudio	59
4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	60
4.4 Procedimiento metodológico.....	60
Capítulo V. Resultados y discusión	64
5.1 Comparativa de Desempeño (2024 vs. 2025).....	64
5.2 Diagnóstico de las causas raíz en el SGC	65
5.3 Estrategia de Control y Trazabilidad.....	67
5.3.1 Caracterización de Procesos Críticos	67
5.3.2 Digitalización y Trazabilidad mediante el ERP Odoo	68
5.3.3 Gestión del desempeño organizacional mediante el Balanced Scorecard (BSC)	70
5.4 Implementación de Herramientas de Mejora en Piso	73
5.4.1 Implementación de la Metodología 5S y su Impacto	73
5.4.2 Evaluación de la Preservación y Entorno de Operación en Almacenes	77
5.4.3 Control de riesgos: Fugas y Derrames	78

5.4.4 Disciplina operativa y retiro de obstrucciones	79
5.4.5 Trazabilidad y Gestión de Vigencias	80
5.5 Diagrama de Pareto y No Conformidades	81
5.6 Gestión de Riesgos mediante el AMEF de Proceso	85
5.7 Síntesis del impacto en Indicadores de Calidad	86
5.8 Análisis de Pareto de Causas Específicas: Totes y Tarimas	89
5.9 Análisis de Resultados y Desempeño de la Calidad (KPIs)	96
5.10 Validación Final del SGC mediante Auditorías	98
5.11 Impacto Económico y Propuesta de Valor	101
5.12 Conclusiones	105
5.13 Recomendaciones	107
5.14 Referencias	109
5.15 Anexos	115
5.15 Competencias por asignatura	125

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Representación de la calidad dentro de una organización y su impacto en los procesos.	26
--	----

Ilustración 2. Importancia del aseguramiento de la calidad dentro del Sistema de Gestión de la Calidad.	27
---	----

Ilustración 3. Diagrama de flujo y componentes del Sistema de Convertidor Catalítico. ..	
28 Ilustración 4. Aplicación del ciclo PHVA en el Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la norma IATF 16949:2016.	29
Ilustración 5. Diagrama de tortuga aplicado al proceso de Gestión de Calidad.	32
Ilustración 6. Representación del ciclo PHVA enfocado a la mejora continua.	35
Ilustración 7. Relación entre la norma IATF 16949:2016 y las herramientas Core Tools. .	38
Ilustración 8. Flujo general del proceso APQP.	39
Ilustración 9. Verificación del diseño y desarrollo del producto.	40
Ilustración 10. Plan de Control en el sistema de gestión de la calidad.	40
Ilustración 11. Requerimientos y niveles del PPAP.	41
Ilustración 12. Análisis del sistema de medición aplicado al control de calidad.	42
Ilustración 13. Pirámide documental del Sistema de Gestión de la Calidad.....	
44 Ilustración 14. Mapa de procesos de Importadora Tomembamba Toyota bajo el enfoque de sistema de gestión de calidad.....	50
Ilustración 15. Estructura del Sistema de Producción Toyota (TPS) aplicada a la	

optimización de procesos productivos.
53

Ilustración 16. Planificación y Control de la producción dentro de la cadena de suministro

automotriz.

54 **Ilustración 17.** Proceso industrial aplicado a la optimización de manufactura en entornos

productivos.

54

Ilustración 18. Aplicación de la herramienta APQP en el Sistema de Gestión de la Calidad

en General Motors.

55

Ilustración 19. Aplicación de tecnologías de Industria 4.0 en procesos automotrices de

Volkswagen.

55

Ilustración 20. Proceso productivo automatizado en Volkswagen Brasil dentro de un

entorno de manufactura avanzada.

56

Ilustración 21. Proceso de fundición de aluminio en Nematik México dentro del entorno

industrial.

56

Ilustración 22. Diagrama de flujo del procedimiento metodológico aplicado para la

optimización del SGC.

60

Ilustración 23. Registro limitado de incidencias en Servicio al Cliente durante el periodo

2024.

63

Ilustración 24. Servicio al cliente correspondiente durante el periodo 2025.

64

Ilustración 25. Diagrama de Ishikawa aplicado al análisis de causas en el SGC.	65
Ilustración 26. Mapa de interacción entre procesos del Sistema de Gestión de Calidad. ...	66
Ilustración 27. Registro de No Conformidades (ERP Odoo). (Anexo 1).....	68
Ilustración 28. Distribución porcentual de No Conformidades por Proceso.	68
Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento mensual del Programa de Calibración de Equipos del SGC.	69
Ilustración 30. Comportamiento y reducción del índice de quejas de clientes.	70
Ilustración 31. Porcentaje de efectividad y ejecución del Plan Anual de Mantenimiento de Maquinaria.	70
Ilustración 32. Matriz base del Plan de Control del Sistema de Gestión de la Calidad para líneas automotrices.	71
Ilustración 33. Evidencia fotográfica de mesas de empaque con acumulación de embalajes innecesarios.	72
Ilustración 34. Muestras de retención de AUS32 almacenadas sin identificación ni control de vigencias.	73
Ilustración 35. Condiciones de desorden y falta de limpieza general en el área operativa. 73	
Ilustración 36. Acumulación y saturación de cajas de cartón de AUS32.	74

Ilustración 37. Checklists de Inspección de autotank. (Anexo 2).	75
Ilustración 38. Checklist de Inspección de materia prima. (Anexo 3).	75
Ilustración 39. Inspección de integridad en contenedores de materia prima.	
76 Ilustración 40. Inspección de campo para la verificación de integridad, orden y condiciones de seguridad en el área de almacenamiento.	
77 Ilustración 41. Verificación técnica de estanqueidad y control de producto no conforme en válvulas.	78
Ilustración 42. Correcta actualización del etiquetado de liberación de lotes.	
79 Ilustración 43. Auditoría de trazabilidad en piso y correcta actualización del etiquetado de liberación de lotes.	80
Ilustración 44. Diagrama de flujo e interacción de módulos del SGC integrados en el ERP Odoo. (Anexo 4).	81
Ilustración 45. Niveles de Riesgo e impacto operacional identificados en el SGC.	82
Ilustración 46. Diagrama de Pareto para las frecuencias y acumulados de No Conformidades (RNC).	82
Ilustración 47. Interfaz del módulo de Calidad en ERP Odoo para el registro de alertas y Reportes de No Conformidad (RNC). (Anexo 5).	83

Ilustración 48. Panel de control (Dashboard) en Odoo para el monitoreo y seguimiento de No Conformidades. (Anexo 6).	84
Ilustración 49. Matriz de Análisis de Modo y Efecto de Falla de Proceso (AMEFP) para la etapa de liberación y validación de producto terminado.	85
Ilustración 50. Porcentaje de satisfacción del cliente durante el periodo de implementación de mejoras.	86
Ilustración 51. Materia prima con mayor número de reportes de no conformidades.	87
Ilustración 52. Ranking analítico de proveedores con incidencias acumuladas de No Conformidad.	87
Ilustración 53. No Conformidades de Materia Prima.	88
Ilustración 54. Proveedores de Totes 2025.	89
Ilustración 55. Proveedores de Totes con No. de Fugas en válvulas 2025.	89
Ilustración 56. No. De totes sucios y/o dañados 2025.	90
Ilustración 57. Piezas de proveedor con nivel de defecto menor.	90
Ilustración 58. Tarima Nivel de defecto Mayor 2025.	91
Ilustración 59. Tarimas Nivel de defecto Crítico.	91

Ilustración 60. Comportamiento en Registro de NC.	92
Ilustración 61. Procesos Responsables en NC, 2025.	93
Ilustración 62. Temas de NC, Servicio al Cliente.	93
Ilustración 63. Temas de NC, Almacén.	94
Ilustración 64. Temas de NC, Logística.	95
Ilustración 65. Resultados cuantitativos de la auditoría interna del Sistema de Gestión de la Calidad.	99
Ilustración 66. Observaciones y registro de fortalezas de la primera fase de auditoría externa emitida por DQS.	100
Ilustración 67. Análisis de impacto económico y propuesta de valor integral del proyecto.	101
Ilustración 68. Ecuación general para el cálculo del Retorno de la Inversión (ROI).	102
Ilustración 69. Cálculo del Retorno de la Inversión (ROI) aplicado al proyecto de estandarización.	102
Ilustración 70. Ecuación y cálculo final del Periodo de Recuperación del Capital (Payback Period).	102

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales beneficios de la norma IATF 16949 en el desempeño organizacional.

.....
31

Tabla 2. Componentes del análisis estratégico FODA.

36

Tabla 3. Diagnóstico situacional del sistema de gestión.

37

Tabla 4. Correspondencia entre las Core Tools y los apartados de la norma.

39

Tabla 5. Documentación del PPAP.

41

Tabla 6. Ejemplo de estructura para un Plan de Control de Prototipo.

42

Tabla 7. Ejemplo de Plan de Control en producción.

43

Tabla 8. Comparación de resultados obtenidos por investigaciones sobre ISO 9001 e IATF

16949.

49 **Tabla 9.** Comparativa de herramientas entre la norma IATF 16949 y Lean
Manufacturing.

.....
52

Tabla 10. Resumen Ejecutivo de Desempeño Operativo por Departamento.

96 **Tabla 11.** Matriz de hallazgos, comentarios de auditoría interna y estatus de cierre

normativo.

98

Capítulo I. Generalidades

1.1 Introducción

En los últimos años, el sector automotriz ha incrementado de manera considerable sus requerimientos en materia de calidad y cumplimiento normativo, lo que ha llevado a las organizaciones industriales a adoptar estándares internacionales con el propósito de garantizar la confiabilidad de sus procesos y productos (Ghaleb, 2024). El presente estudio se enfoca en la norma IATF 16949:2016, la cual establece los lineamientos técnicos para los Sistemas de Gestión de la Calidad en el ramo automotriz. Este estándar regula actividades críticas que abarcan desde el diseño y desarrollo hasta la producción y el servicio posventa, integrando los principios de la ISO 9001 con requisitos específicos del sector para fortalecer el control de procesos y la trazabilidad exigida por los fabricantes.

Las organizaciones industriales actualmente adoptan la certificación IATF 16949 como una estrategia central para asegurar su permanencia en el mercado internacional. Este Sistema de Gestión de la Calidad no solo facilita la integración en la cadena de suministro global, sino que también garantiza el cumplimiento de los estrictos estándares técnicos que los fabricantes de equipo original (OEM) demandan (Universidad EAN, 2022). Bajo este esquema, la variabilidad productiva y la falta de conformidad disminuyen drásticamente, permitiendo que la optimización de recursos y el aseguramiento de la calidad se conviertan en ventajas competitivas reales (International Organization for Standardization, 2015; IATF, 2016).

Por otro lado, dentro de este contexto industrial destaca la producción del agente automotriz AUS32, una solución acuosa de urea al 32.5% utilizada en sistemas de Reducción

Catalítica Selectiva (SCR). La función principal de esta solución consiste en mitigar las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) producidas por los motores diésel, facilitando el cumplimiento de las regulaciones ambientales (ITESO, 2021). No obstante, la creciente demanda de AUS32 y la sofisticación de su manufactura exigen un robustecimiento constante de los Sistemas de Gestión de la Calidad. Dicha optimización garantiza la conformidad del producto y eleva la eficiencia de los procesos, factores determinantes para sostener la competitividad ante proveedores con certificaciones internacionales (IATF, 2021).

1.2 Planteamiento del Problema

El sector automotriz exige a sus proveedores la adopción de estándares internacionales como ISO 9001 e IATF 16949, estas normativas buscan garantizar la calidad y confiabilidad de los componentes a lo largo de toda la cadena de suministro (Pauliková, 2022). Las empresas requieren de procesos estandarizados que minimicen la variabilidad y aseguren el cumplimiento de los requisitos técnicos impuestos por los fabricantes de equipo original, ya que permite a las organizaciones no solo cumplir con las normas, sino elevar su competitividad global mediante la reducción de errores y el control de la variabilidad (Antony et al. 2023).

La cadena de suministro automotriz integra proveedores, procesos de manufactura y clientes finales con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa (Christopher, 2022). Bajo los lineamientos de la norma IATF 16949, las organizaciones tienen la responsabilidad de implementar Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) que promuevan la mejora continua, la prevención de defectos y la reducción de desperdicios (IATF, 2021).

No obstante, diversas investigaciones señalan que muchas industrias enfrentan dificultades críticas durante la implementación operativa de estas normas, lo que genera brechas entre los requisitos teóricos y las actividades diarias en la planta (Cieśla, 2024).

La empresa objeto de estudio posee un Sistema de Gestión de la Calidad establecido; sin embargo, el diagnóstico inicial de este proyecto reveló áreas de oportunidad significativas. Actualmente, la organización presenta una falta de estandarización en procesos clave, inconsistencias en el control documental y un seguimiento deficiente de los indicadores de desempeño. Estas deficiencias obstaculizan el cumplimiento riguroso de la norma IATF

16949 y limitan la competitividad de la planta dentro del mercado global.

Derivado de lo anterior, surge la necesidad de evaluar y fortalecer el Sistema de Gestión de

la Calidad actual. Dicha intervención busca optimizar el control de los procesos

productivos, asegurar el cumplimiento normativo y consolidar una cultura de mejora

continua que responda a las exigencias del sector automotriz.

1.3 Justificación

Las empresas implementan un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) bajo los estándares ISO 9001 e IATF 16949 como un eje estratégico para mejorar sus operaciones internas y elevar la competitividad en el ramo automotriz (ISO, 2015; IATF, 2021). Estas normativas establecen un marco técnico que agiliza los procesos operativos; de esta manera, la organización garantiza la integridad del producto final y responde con mayor agilidad a las exigencias del comercio internacional.

Asimismo, al integrar estos sistemas impacta positivamente en el control de las actividades industriales y el impulso de la mejora continua (Evans & Lindsay, 2020). Los proveedores automotrices transforman estos lineamientos en una ventaja competitiva al integrarlos en su operación diaria; mediante este enfoque, las organizaciones previenen defectos, mejorando el uso de recursos y aseguran el cumplimiento de los requisitos de cada cliente.

Por otra parte, la ejecución de este proyecto favorece el crecimiento del capital humano. El personal desarrolla nuevas competencias mediante la capacitación constante y la participación en la mejora de procesos, lo que permite consolidar una cultura organizacional orientada a la excelencia (Fonseca et al., 2021). Finalmente, este desarrollo interno facilita la integración de la empresa en cadenas de suministro globales. El cumplimiento normativo eleva la satisfacción del cliente y fortalece el posicionamiento estratégico de la organización en mercados de alta exigencia técnica (Rueda et al., 2025).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir un 3% los defectos de fabricación mediante la estandarización y el control de procesos bajo los criterios de la norma IATF 16949.

1.3.2 Objetivo Específico

- a)** Diagnóstico: Evaluar el estado actual de los procesos operativos mediante listas de verificación basadas en la norma IATF 16949 para identificar puntos críticos y establecer la línea base de cumplimiento.
- b)** Estandarización: Estandarizar la documentación del SGC a través de la creación de formatos de inspección para materia prima y autotanque, optimizando la selección de proveedores.
- c)** Medición: Establecer indicadores clave de desempeño (KPI), como índice de scrap y quejas de cliente, para monitorear la meta de reducción del 3% en defectos de fabricación.
- d)** Implementación: Aplicar la metodología 5S en áreas de almacenamiento y producción para reducir riesgos de contaminación del producto y fortalecer la disciplina operativa.
- e)** Verificación: Evaluar la eficacia del sistema mediante auditorías internas y a proveedores para verificar el cumplimiento normativo y la competencia del personal.

- f) Mejora Continua: Ejecutar acciones correctivas y preventivas derivadas de los hallazgos de auditoría para asegurar el cumplimiento de los Requisitos Específicos del Cliente (CSR).

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Calidad

De acuerdo con García-Morales et al. (2020), la calidad es el conjunto de propiedades que permiten a un producto cumplir con las expectativas del cliente. Este concepto ha evolucionado desde la inspección básica hacia un modelo de gestión integral que garantiza la eficiencia operativa y la competitividad.

Bajo una perspectiva técnica moderna, la calidad se apoya en dos ejes principales:

1. *Cultura de Gestión Integral*: Las organizaciones adoptan una visión donde la calidad es responsabilidad de todos los niveles estratégicos (Rodríguez y Marín, 2022). Este enfoque fomenta la mejora continua y asegura que cada área aporte valor al resultado final.
2. *Control y Estabilidad de Procesos*: La reducción de variaciones mediante el análisis de datos fundamenta la calidad moderna. El uso de métodos estadísticos garantiza productos confiables y uniformes, optimizando costos en sectores exigentes como el automotriz (López, 2024).

La representación de la calidad y su impacto en la estructura organizacional se detalla en la Ilustración 1.



Ilustración 1. Representación de la calidad dentro de una organización y su impacto en los procesos.

2.2 Control de la calidad

El control de la calidad funciona como una actividad operativa que verifica el cumplimiento de las especificaciones técnicas en cada producto. Este proceso permite detectar desviaciones durante la producción para aplicar acciones correctivas antes de que los defectos lleguen al cliente final (Martínez, 2023). Bajo este enfoque, la organización garantiza la uniformidad y la confiabilidad en las líneas de fabricación.

2.3 Aseguramiento de la calidad en el Sector Automotriz

El aseguramiento de la calidad garantiza que los productos cumplan con los estándares técnicos de manera consistente durante todo su ciclo de vida (Goetsch y Davis, 2022). Este sistema se fundamenta en tres atributos críticos:

- Prevención proactiva: Reducción de riesgos antes de su manifestación en la línea de producción.

- **Análisis de causa raíz:** Identificación y eliminación de factores que originan desviaciones.
- **Optimización de procesos:** Fomento a la mejora continua para elevar la eficacia.

Los tipos de control dentro del Sistema de Gestión de la Calidad se detallan en la Ilustración 2. La transición hacia la prevención asegura el cumplimiento normativo, minimiza desperdicios y estabiliza la cadena de suministro (Pérez, 2023).

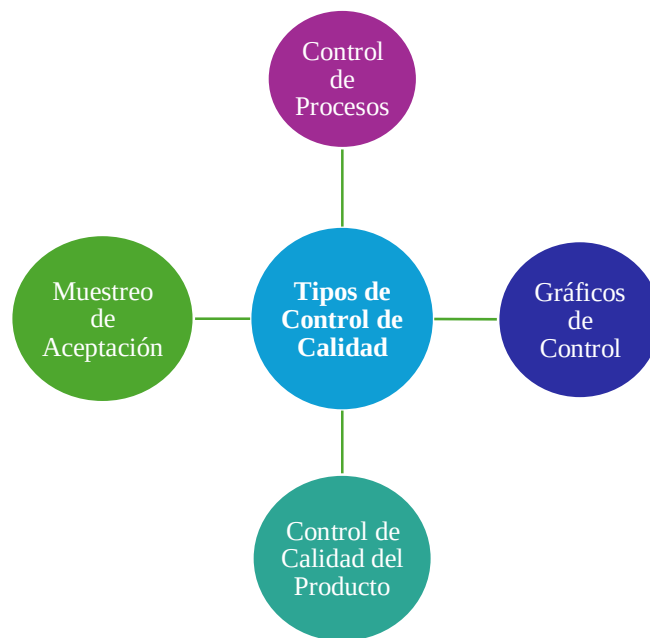


Ilustración 2. *Importancia del aseguramiento de la calidad dentro del Sistema de Gestión de la Calidad.*

En el contexto de la industria automotriz, estos atributos no solo se aplican a los procesos administrativos, sino también al control estricto de componentes mecánicos y químicos de alta complejidad que impactan directamente en las normativas ambientales globales. Un ejemplo crítico de este nivel de exigencia es el ensamble y dosificación en sistemas de postratamiento de gases, como el convertidor catalítico con tecnología SCR (Reducción

Catalítica Selectiva), cuyo principio operativo se presenta a continuación (Ilustración 3):

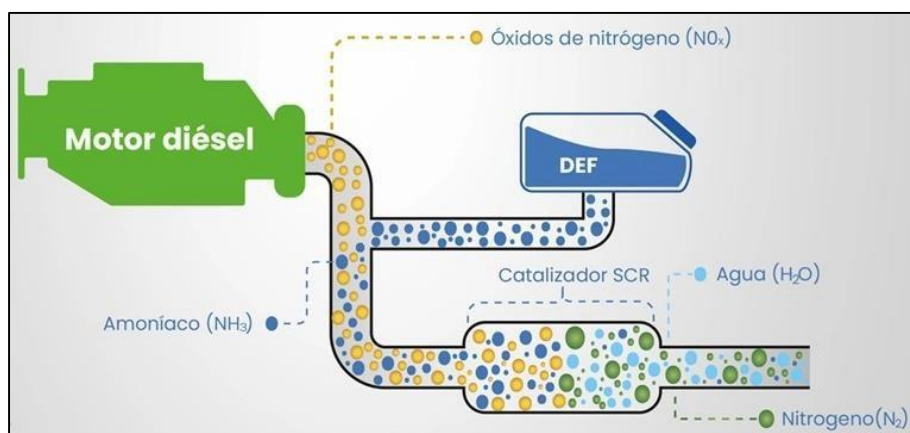


Ilustración 3. Diagrama de flujo y componentes del Sistema de Convertidor Catalítico.

El esquema muestra la transformación de los óxidos de nitrógeno (NOx) en nitrógeno gaseoso (N₂) y agua (H₂O) mediante la inyección del agente reductor AUS32.

Como se observa en el diagrama anterior, la eficiencia del sistema SCR depende críticamente de la dosificación exacta del fluido y de la integridad del catalizador. Por lo tanto, la aplicación de los tres atributos del aseguramiento de la calidad en este tipo de tecnologías automotrices es indispensable para prevenir fallas catastróficas en el producto final y garantizar la satisfacción del cliente bajo estándares internacionales.

2.4 Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma IATF 16949:2016

El Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) articula los elementos que permiten a una organización dirigir y controlar sus procesos para cumplir con los requisitos del cliente (ISO, 2021). En el sector automotriz, la norma IATF 16949:2016 determina requisitos específicos para prevenir defectos y reducir la variabilidad en la cadena de suministro (IATF, 2016).

El ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) estructura la mejora continua de los procesos mediante la integración de los requisitos del cliente y las necesidades de las partes interesadas (Ver Ilustración 4). Esta metodología articula el liderazgo como eje central para la planificación, el apoyo operativo, la evaluación del desempeño y la mejora de los sistemas garantizando resultados conformes en los productos y servicios finales.

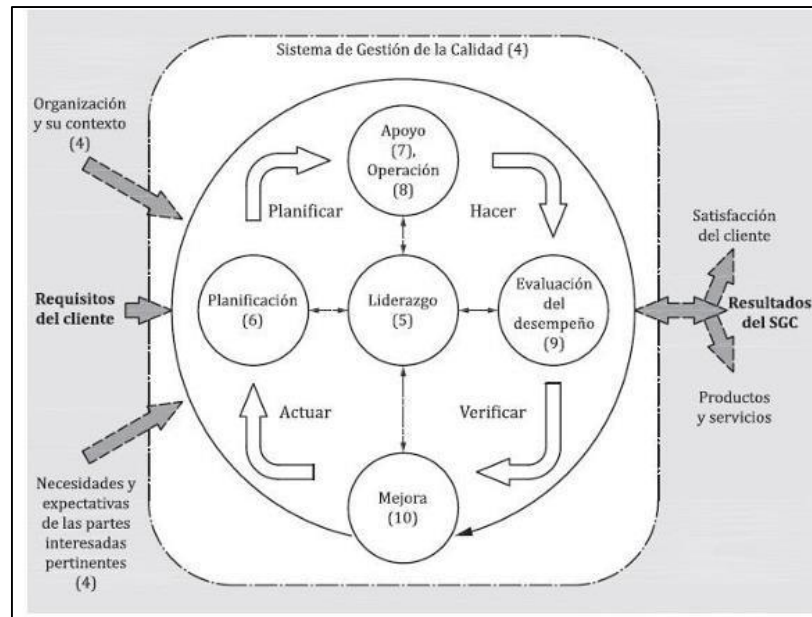


Ilustración 4. Aplicación del ciclo PHVA en el Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la norma IATF 16949:2016.

2.5 Beneficios de IATF 16949

La implementación de la norma IATF 16949 trasciende el cumplimiento normativo para convertirse en un catalizador de excelencia operativa. Este estándar permite elevar la calidad de los productos, gestionar riesgos de manera proactiva y fortalecer el posicionamiento competitivo dentro de la cadena de suministro global.

Los principales beneficios organizacionales derivados de esta certificación se resumen en la

Tabla 1.

Beneficio Clave	Descripción e Impacto Operativo
<i>Mejora de la calidad</i>	Promueve la prevención de defectos y reduce la variabilidad para cumplir con los requisitos del cliente.
<i>Enfoque en riesgos</i>	La aplicación de herramientas como AMEF permite identificar y mitigar riesgos potenciales antes de que ocurran fallas.
<i>Satisfacción del cliente</i>	Incrementa la confianza mediante el cumplimiento de requisitos específicos y la mejora continua de los procesos.
<i>Estandarización</i>	Facilita la trazabilidad, el control y la consistencia en la producción mediante la documentación de procesos.
<i>Eficiencia operativa</i>	Optimiza los resultados organizacionales a través del ciclo PDCA y el monitoreo de indicadores de desempeño.
<i>Competitividad</i>	Habilita la participación en la cadena de suministro automotriz global, incrementando la competitividad empresarial.

Tabla 1. Principales beneficios de la norma IATF 16949 en el desempeño organizacional.

2.6 Enfoque a Procesos

La norma IATF 16949:2016 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos como pilar fundamental para la implementación y maduración del Sistema de Gestión

de la Calidad. Este paradigma incrementa la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos, transformando las entradas en resultados de valor de manera sistemática (IATF, 2016).

Bajo este enfoque, la organización se gestiona como una red de actividades interrelacionadas, lo que favorece la claridad en la interacción de los procesos y optimiza el desempeño global del sistema. En la práctica industrial, la aplicación de este enfoque permite:

- a) **Alineación Normativa:** Asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y del cliente en cada etapa.
- b) **Análisis del Valor Agregado:** Evaluar la contribución de cada actividad a la calidad final, eliminando desperdicios.
- c) **Eficacia Operativa:** Asignar responsabilidades y recursos de manera clara para alcanzar un desempeño eficaz.
- d) **Mejora Basada en Evidencia:** Impulsar la mejora continua a partir del análisis de indicadores clave de desempeño (KPI).

El Diagrama de Tortuga aplicado al proceso de Gestión de Calidad (Ver Ilustración 5) representa los elementos clave y la interrelación de los recursos necesarios para la operación.

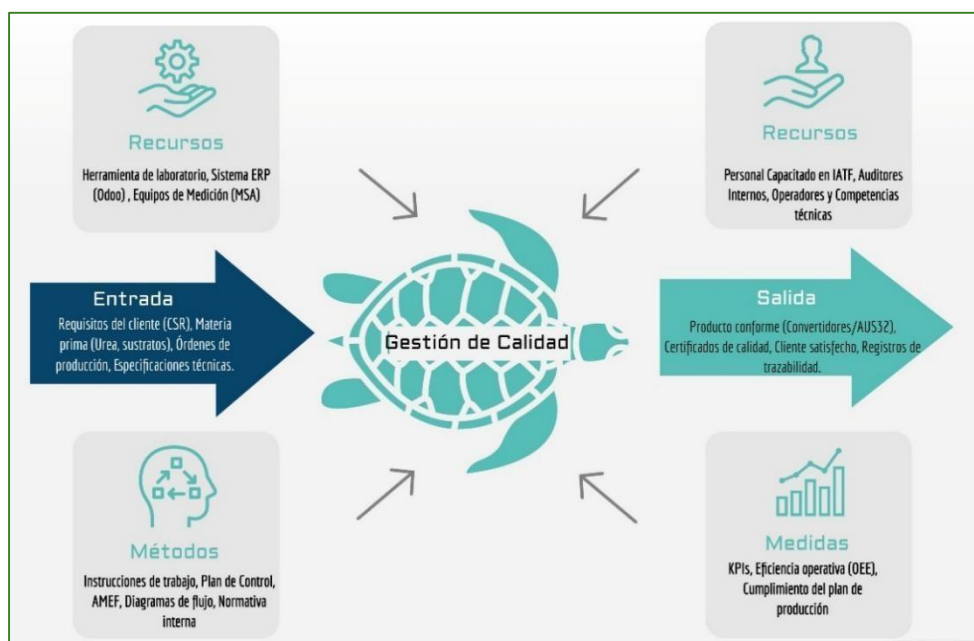


Ilustración 5. Diagrama de tortuga aplicado al proceso de Gestión de Calidad.

2.7 Descripción de los apartados de la Norma IATF 16949:2016

La estructura de la norma IATF 16949:2016 se organiza en apartados estratégicos que permiten gestionar el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) de forma integral. Esta arquitectura sigue el ciclo PHVA para asegurar que la planificación se transforme en resultados medibles (Vilar, 2021). Asimismo, la normativa exige el cumplimiento de requisitos específicos del cliente y la gestión de riesgos en la cadena de suministro (IATF, 2021).

2.7.1 Apartado 4: Contexto de la Organización

Este apartado establece la identificación de factores internos y externos que afectan los resultados operativos. La alta dirección debe definir los procesos del SGC, determinando

entradas, salidas y métodos de control para asegurar la alineación con las expectativas de las partes interesadas.

2.7.2 Apartado 6: Planeación

Este capítulo se centra en la gestión proactiva mediante la identificación de riesgos y oportunidades. La organización debe implementar acciones para mitigar amenazas y establecer planes de contingencia que garanticen la continuidad operativa ante desviaciones en el proceso.

2.7.3 Apartado 7: Apoyo

Esta sección aborda los recursos necesarios para el funcionamiento del SGC, incluyendo la infraestructura y la competencia del personal. La norma demanda formación técnica constante para asegurar la calidad y mecanismos de comunicación efectivos para difundir la política de calidad en todos los niveles.

2.7.4 Apartado 8: Operación

El apartado 8 constituye el núcleo de la realización del producto. Este enfoque garantiza la ejecución de procesos bajo condiciones controladas para prevenir defectos. El control de proveedores asegura que la materia prima cumpla con los estándares técnicos antes de ingresar a las líneas de transformación.

2.7.5 Apartado 9: Evaluación del desempeño

Este capítulo establece la medición de la eficacia del sistema mediante indicadores clave de desempeño (KPI). El seguimiento de la satisfacción del cliente proporciona datos objetivos

para la toma de decisiones, mientras que las auditorías internas validan que el SGC cumpla con los requisitos normativos.

2.7.6 Apartado 10: Mejora

El apartado final se enfoca en la evolución constante del sistema. La norma exige el análisis de causa raíz ante no conformidades y la implementación de dispositivos a prueba de error (Poka-Yoke) para prevenir productos defectuosos y consolidar la mejora continua.

2.8 Ciclo PDCA

El ciclo PDCA es un sistema dinámico que asegura la optimización operativa y el alineamiento con los objetivos estratégicos (Cuatrecasas, 2020). Esta metodología, popularizada por W. Edwards Deming, constituye la base para la gestión de mejora continua y se divide en cuatro fases:

- Planear (Plan): Etapa diagnóstica donde se identifican brechas respecto a la norma IATF 16949.
- Hacer (Do): Ejecución de las acciones planificadas, como el monitoreo de KPIs para la reducción del 3% en defectos.
- Verificar (Check): Seguimiento y medición de los resultados obtenidos.
- Actuar (Act): Estandarización de las mejoras (Check List de autotankes) o aplicación de acciones correctivas.

La representación del ciclo enfocado a la reducción de variaciones se detalla en la Ilustración 6.

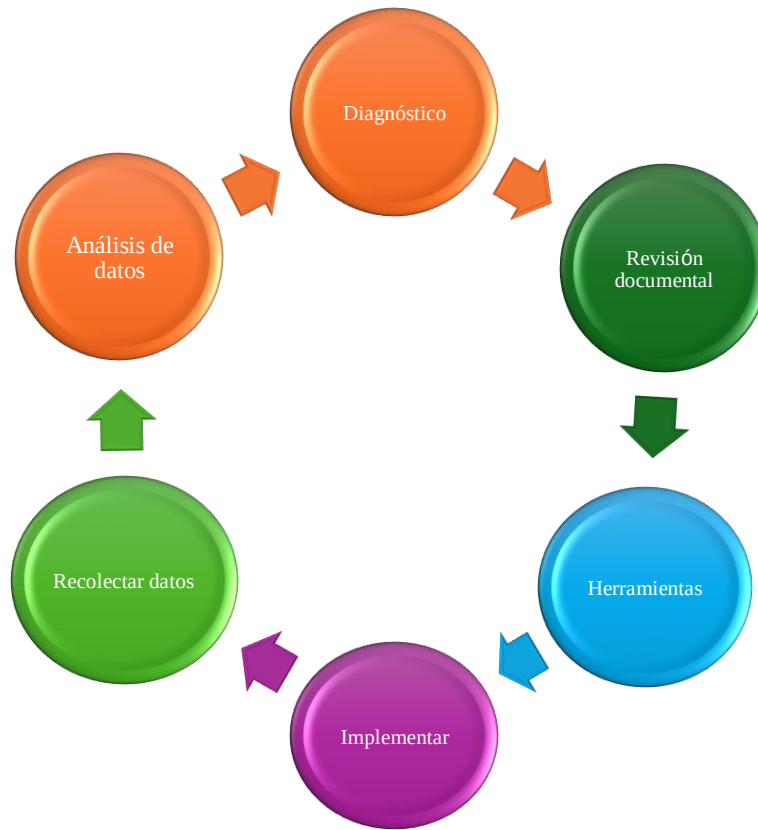


Ilustración 6. Representación del ciclo PHVA enfocado a la mejora continua.

2.9 Análisis FODA

El análisis FODA evalúa la situación diagnóstica de una organización mediante el cruce de factores internos y externos. Esta herramienta facilita la toma de decisiones basada en evidencia y orienta los esfuerzos hacia los puntos críticos (Ghaleb, 2024). Los componentes del análisis se presentan en la Tabla 2.

Fortalezas (Factores Internos Positivos)	Debilidades (Factores Internos negativos)
Capacidades y recursos internos que mantienen estándares de calidad superiores.	Limitaciones internas que generan vulnerabilidad en los procesos.
Oportunidades (Factores Externos positivos)	Amenazas (Factores Externos negativos)
Factores externos capitalizables para optimizar el desempeño automotriz.	Condiciones externas que podrían afectar la estabilidad del SGC.

Tabla 2. Componentes del análisis estratégico FODA.

2.10 AMEF de Proceso (Análisis de Modo y Efecto de Falla):

El AMEF es una metodología proactiva diseñada para identificar fallas potenciales antes de su ocurrencia (AIAG & VDA, 2024). En la industria automotriz, esta herramienta permite anticipar desviaciones y fundamenta el diseño de los Planes de Control (Stamatis, 2022).

2.10.1 Diagnóstico situacional del sistema de gestión

El diagnóstico inicial identifica la madurez de la organización respecto a la norma IATF 16949. El análisis situacional de la planta se resume en la Tabla 3.

Fortalezas (Factores Internos Positivos)	Debilidades (Factores Internos negativos)
-Experiencia en la fabricación de componentes para el sector automotriz. -Conocimiento técnico del personal en procesos de producción. -Infraestructura y maquinaria especializada	- Falta de documentación formal de algunos procesos. -Capacitación limitada en requisitos específicos de IATF 16949.

- Compromiso de la dirección con la mejora continua.	- Falta de estandarización en algunos procedimientos. -Procesos de medición y control que requieren mayor formalización.
Oportunidades (Factores Externos positivos)	Amenazas (Factores Externos negativos)
-Crecimiento de la industria automotriz al obtener la certificación ITAF 16949. -Requisitos de clientes automotrices que impulsan la mejora de calidad -Implementación de sistemas de gestión que mejoran la competitividad. -Acceso a herramientas de mejora continua y Core Tools.	-Competencia con empresas ya certificadas en IATF 16949. -Cambios en regulaciones ambientales y automotrices. -Altos estándares de calidad exigidos por fabricantes automotrices -Riesgo de rechazo de productos por incumplimiento de requisitos de acuerdo con la Norma IATF 16949.

Tabla 3. Diagnóstico situacional del sistema de gestión.

2.11 Herramientas de calidad en la industria automotriz (Core Tools)

Las Quality Core Tools aseguran el cumplimiento de los requisitos del cliente y robustecen el SGC (AIAG, 2023). La relación entre la norma IATF 16949 y estas herramientas se presenta en la Ilustración 7, mientras que la correspondencia entre los apartados específicos de la norma y las herramientas se detalla en la Tabla 4.

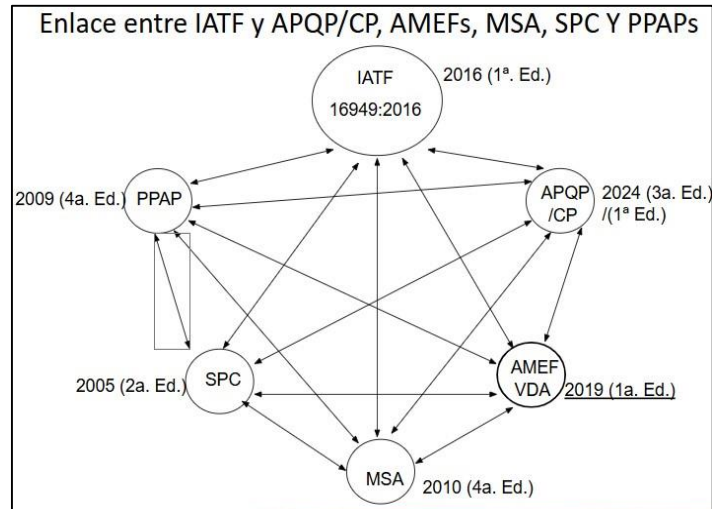


Ilustración 7. Relación entre la norma IATF 16949:2016 y las herramientas Core Tools.

Core Tools	Apartados de la norma que hacen referencia			
APQP	• 4.4.1.2	• 8.1	□ 8.3 □	
	• 7.1.3.1	• 8.2	9.1.1.2	
CP	• 7.1.3.1	• 7.5.3.2.2	• 8.5.6.1.1	□ 9.1.1.1
	• 7.1.5.1.1	• 8.3.4.3	• 8.6.1	□ 9.1.1.2
	• 7.2.3	• 8.3.5.2	• 8.7.1.4	□ 9.2.2.3
	• 7.2.4	• 8.5.1.1	• 8.7.1.5	□ 10.2.3
FMEA	• 4.4.1.2	• 8.3.2.1	• 8.5.6.1.1	□ 9.1.1.2
	• 7.2.3	• 8.3.3.3	• 8.7.1.4	□ 9.2.2.3
	• 7.2.4	• 8.3.5.1	• 8.7.1.5	□ 9.3.2.1
	• 7.5.3.2.2	• 8.5.1.1	• 9.1.1.1	□ 10.2.4
PPAP	• 7.5.3.2.1	• 8.3.4.4	□ 9.1.1.1	
	• 7.5.3.2.2	• 8.5.6.1		
MSA	□ 7.1.5.1.1	□ 7.1.5.3.1		
SPC	□ 8.5.1.1	□ 8.6.4	□ 9.1.1.3	□ 10.3.1

	□ 8.5.1.3	□ 9.1.1.1	□ 9.1.3	
--	-----------	-----------	---------	--

Tabla 4. Correspondencia entre las Core Tools y los apartados de la norma.

2.11.1 APQP (Planeación Avanzada de la Calidad del Producto)

La eficiencia antes de la liberación del proceso (AIAG, 2023). Las fases que integran esta planeación se muestran en la Ilustración 8 y la verificación del diseño se detalla en la Ilustración 9.

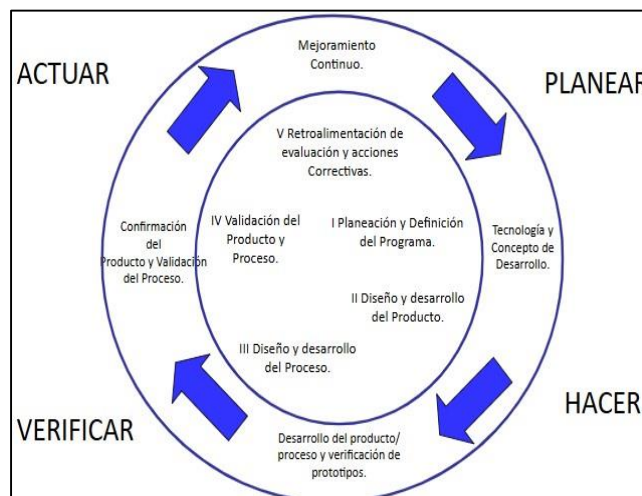


Ilustración 8. Flujo general del proceso APQP.

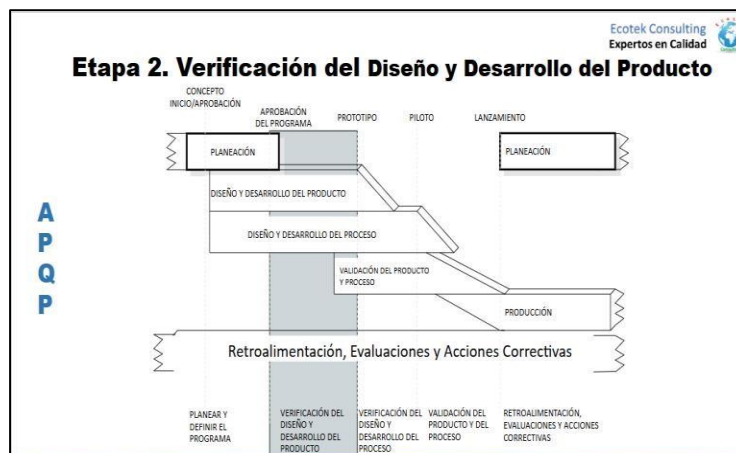


Ilustración 9. Verificación del diseño y desarrollo del producto.

2.11.2 Plan de Control:

El Plan de Control describe las acciones requeridas en cada fase del proceso para asegurar que las salidas cumplan con los requisitos. Se clasifica en tres tipos: Prototipo, Prelanzamiento y Producción (SPC, 2021). La aplicación de esta herramienta en el sistema de gestión se observa en la Ilustración 10.

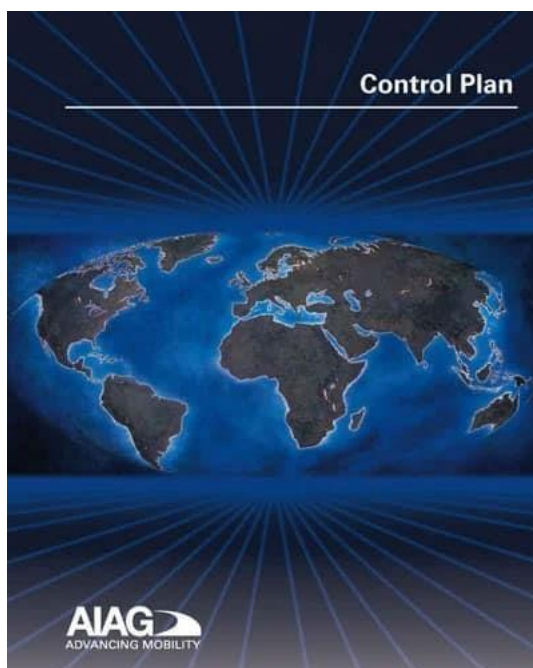


Ilustración 10. Plan de Control en el sistema de gestión de la calidad.

2.11.3 PPAP (Proceso de Aprobación de Partes de Producción)

El PPAP evidencia que la organización comprende los requisitos de ingeniería y posee la capacidad de fabricar productos conformes de manera consistente. El proceso culmina con el PSW (Part Submission Warrant), que representa el compromiso formal ante el cliente (AIAG, 2024).

Los requerimientos y niveles de aplicación del PPAP se presentan en la Ilustración 11, mientras que la documentación soporte se describe en la Tabla 5. Un modelo general de Plan de Control de Prototipo se muestra en la Tabla 6.

	Requerimiento	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	Registros de Diseños	R	S	S	*	R
	- para detalles/componentes propios	R	R	R	*	R
	- para todos los otros detalles/componentes	R	S	S	*	R
2	Documentos de Cambios de Ingeniería	R	S	S	*	R
3	Aprobaciones de Ingeniería del Cliente, si se requiere	R	R	S	*	R
4	AMEFs de Diseños	R	R	S	*	R
5	Diagramas de Flujos de Procesos	R	R	S	*	R
6	AMEFs. de Procesos	R	R	S	*	R
7	Plan de Control	R	R	S	*	R
8	Estudios de Análisis de Sistemas de Medición	R	R	S	*	R
9	Resultados Dimensionales	R	S	S	*	R
10	Resultados de prueba a materiales y desempeño	R	S	S	*	R
11	Estudios iniciales de proceso	R	R	S	*	R
12	Documentación de laboratorios calificados	R	S	S	*	R
13	Reportes de Aprobación de Apariencia (RAAs)	S	S	S	*	R
14	Producto muestra	R	S	S	*	R
15	Muestra maestra	R	R	R	*	R
16	Ayudas para chequeo	R	R	R	*	R
17	Registros de cumplimiento a requisitos del cliente	R	R	S	*	R
18	Certificados de emisión de partes (PSWs)	S	S	S	S	R
	Lista de verificación de material a granel	S	S	S	S	R

S = La organización debe emitirlo al cliente y retener una copia de los registros o ítems de documentación en las localizaciones apropiadas.

R = La organización debe retenerlo en las localizaciones apropiadas y estar disponibles para el cliente bajo solicitud.

* = La organización debe retenerlo en las localizaciones apropiadas y emitirlo al cliente bajo solicitud.

Ilustración 11. *Requerimientos y niveles del PPAP.*

Documento	Descripción
Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)	Este informe aborda y áreas de oportunidad antes de que se produzcan las piezas
Plan de Control	Documento que describe los pasos del proceso de producción de la pieza.
Diagrama de flujo del proceso	Gráfico que muestra visualmente el plan de control.
Garantía de envío de piezas (PSW)	Documento que garantiza que lo que se envía al cliente cumple con los requisitos establecidos.

Tabla 5. *Documentación del PPAP.*

Proceso	Características	Método de Medición	Frecuencia
Ensayo inicial	<i>Dimensiones del prototipo</i>	<i>Medición con Vernier</i>	<i>Cada prototipo</i>
Pruebas funcionales	<i>Rendimiento del prototipo</i>	<i>Test de funcionamiento</i>	<i>Cada prueba</i>

Tabla 6. Ejemplo de estructura para un Plan de Control de Prototipo.

2.11.4 MSA (Análisis de Sistemas de Medición)

Esta herramienta garantiza que la variabilidad observada en los datos provenga del proceso y no del instrumento o del evaluador. El MSA valida la confiabilidad de los datos antes de realizar análisis estadísticos (Ver Ilustración 12).

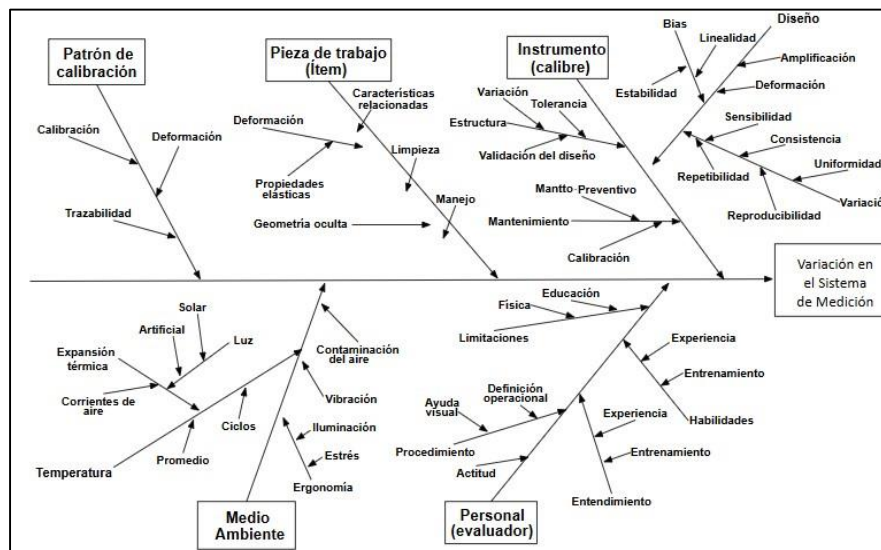


Ilustración 12. Análisis del sistema de medición aplicado al control de calidad.

2.11.5 Plan de Control de Producción

El Plan de Control de Producción asegura la estabilidad mediante controles continuos y planes de reacción ante desviaciones durante la producción en serie. Un ejemplo de la estructura necesaria para el monitoreo de especificaciones se presenta en la Tabla 7.

Proceso	Características	Método de Medición	Responsable
Producción en serie	<i>Especificaciones de producto</i>	<i>Control estadístico</i>	<i>Supervisor de calidad</i>
Control final	<i>Pruebas de calidad</i>	<i>Inspección final</i>	<i>Diariamente</i>

Tabla 7. Ejemplo de Plan de Control en producción.

2.12 Documentación del sistema de gestión de calidad

La documentación del SGC constituye el pilar fundamental para asegurar la correcta implementación, operación y mejora continua de los procesos. En el marco de la norma IATF 16949:2016, la información documentada trasciende el cumplimiento normativo para convertirse en una herramienta estratégica que estandariza actividades y respalda la toma de decisiones basada en evidencia objetiva.

De acuerdo con ISO (2021), la estructura documental se clasifica primordialmente en dos categorías:

- **Documentos:** Establecen lineamientos y directrices de los procesos (procedimientos, manuales e instrucciones).
- **Registros:** *Constituyen la evidencia histórica y objetiva de que las actividades se ejecutaron conforme a lo planificado, permitiendo la trazabilidad.*

2.12.1 Estructura Jerárquica de la Información

Para garantizar el control interno, la documentación se organiza de manera jerárquica, facilitando la consulta y actualización de los estándares en todos los niveles operativos. Los niveles de esta estructura se definen a continuación:

1. *Manual de Calidad*: Documento rector que define el alcance del sistema, la política de calidad y la interacción de los procesos.
2. *Procedimientos Documentados*: Describen la gestión de actividades clave como el control de documentos, auditorías internas y acciones correctivas.
3. *Instrucciones de Trabajo (IT)*: Detallan de forma específica las tareas operativas en las líneas de producción para reducir la variabilidad.
4. *Registros*: Evidencian la conformidad mediante reportes de inspección, resultados de pruebas y bitácoras de capacitación.

La jerarquía de estos elementos se representa en la Ilustración 13.

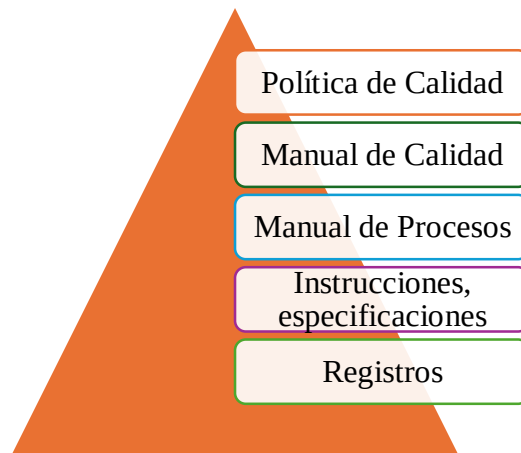


Ilustración 13. Pirámide documental del Sistema de Gestión de la Calidad.

2.12.2 Relevancia Estratégica y Transformación Digital

En la industria automotriz, la estandarización documental es crítica debido a los Requisitos Específicos del Cliente (CSR) y la necesidad de una trazabilidad total del producto (Liker, 2021). La norma IATF 16949 enfatiza que esta información debe ser protegida, estar disponible en los puntos de uso y ser revisada periódicamente.

Actualmente, la integración de sistemas ERP ha optimizado la accesibilidad y seguridad de la información. El uso de estas herramientas tecnológicas fortalece la disciplina operativa y la transparencia en el cumplimiento de los estándares de calidad (Oakland, 2021).

Capítulo III. Estado del arte

3.1 Revisión de Investigaciones y casos de estudio en la implementación de IATF

16949

Esta revisión analiza las contribuciones de investigadores que documentaron la aplicación de la norma IATF 16949 en el sector automotriz. El análisis se centra en resultados prácticos, metodologías y barreras identificadas en entornos industriales, sirviendo como base comparativa para los objetivos de reducción de variabilidad planteados en esta tesis.

3.2 Análisis comparativos de la implementación y resultados prácticos

La literatura técnica sostiene que la norma IATF 16949 representa una transformación en la cultura organizacional y no debe limitarse a una lista de verificación (Vásquez & Martínez, 2021). Investigadores han evaluado cómo este estándar impacta en la eficiencia y en la reducción de costos por mala calidad.

De acuerdo con García y López (2020), el éxito del sistema depende de la integración del pensamiento basado en riesgos en los procesos cotidianos. Los autores concluyen que la mejora en los indicadores de desempeño (KPI) surge de una planeación estructurada. Estos hallazgos permiten establecer un punto de comparación sólido con la fabricación de convertidores catalíticos y el proceso de mezcla del AUS32.

3.3 Estudios afines a las normas ISO 9001, IATF 16949

La comparación de resultados obtenidos por diversas investigaciones sobre los estándares de calidad se presenta en la Tabla 8.

Artículo	Año	Autor	Aporte principal
Proposals for the Implementation and Improvent of ISO 9001.	2012	Antero Ollila	No siempre se puede encontrar la causa real de una no conformidad. Propone que la norma indique posibles causas generales a identificar.

Influencia de la corrupción en la implantación de la ISO 9001.	2014	Olga Rodríguez Arnaldo Ángel Martínez Lorenta	La corrupción tiene una influencia baja pero estadísticamente significativa en la implementación de ISO 9001, relación que se convierte en fuerte si se analiza solo los países desarrollados. Esto, de confirmarse, supondría una importante crítica al sistema de funcionamiento de la certificación ISO 9001 y podría suponer una pérdida de confianza en la norma.
Cultura organizacional como factor de éxito o fracaso en la implementación de un	2017	Andrea González Hernández	La autora enfatiza la importancia de determinar si una organización tiene la

Sistema de Gestión de Calidad en empresas mexicanas.			cultura de trabajo necesaria para implementar herramientas de calidad, la ratifica como un factor vital para el éxito o fracaso en la búsqueda de la calidad.
Ineficacia de los Sistemas de Gestión de Calidad implementados según la norma ISO 9001.	2018	Alexis Bolaños Jijón	Según el autor, los motivos de la certificación, la rigidez de la implementación, así como los métodos para la gestión de la calidad son las principales causales para las implementaciones poco exitosas.
Impacto del sistema de gestión de calidad norma ISO 9001:2015 en la microempresa “Chirlería Dayanita”.	2022	Marlín Macías, Narda Merchán	La norma ISO 9001 implementada en microempresas muestra buenos resultados en torno al desarrollo general de la empresa, no obstante, se advierte que el poco conocimiento de los trabajadores puede

			frenar el buen desarrollado de las herramientas de calidad.
Impacto de la Gestión de la calidad en la productividad, una perspectiva de la norma IATF 16949.	2023	Leoncio Baltazar, Maribel Cárdenas, Manuel Gutiérrez.	Se observó que el impacto en la producción, tras la implementación de la norma IATF 16949 fue dispar, pues presentó impactos positivos en algunos aspectos, mientras que en otros no presentó mejorías significativas.

Tabla 8. Comparación de resultados obtenidos por investigaciones sobre ISO 9001 e IATF 16949.

3.3.1 Caso de Estudio 1: Implementación de Estándares IATF en el Sector Automotriz

Alvarado (2023) desarrolló una propuesta técnica para la implementación de la norma IATF 16949:2016 en los centros de servicio de la empresa Importadora Tomebamba Toyota. El autor evaluó la estructura operativa de los talleres mecánicos para identificar brechas de cumplimiento frente a los estándares internacionales. Alvarado utilizó el ciclo PHVA como eje rector para organizar los procesos de mejora y estandarización de la organización.

El investigador determinó que la empresa posee un 88% de conformidad inicial, gracias a la disciplina previa del sistema *Toyota Customer Service Workshop Management*. Sin embargo, el estudio resalta que la gestión de riesgos y el control de proveedores externos

requieren una intervención más profunda para cerrar la brecha del 12% restante. El mapa de procesos de este caso se detalla en la Ilustración 14.

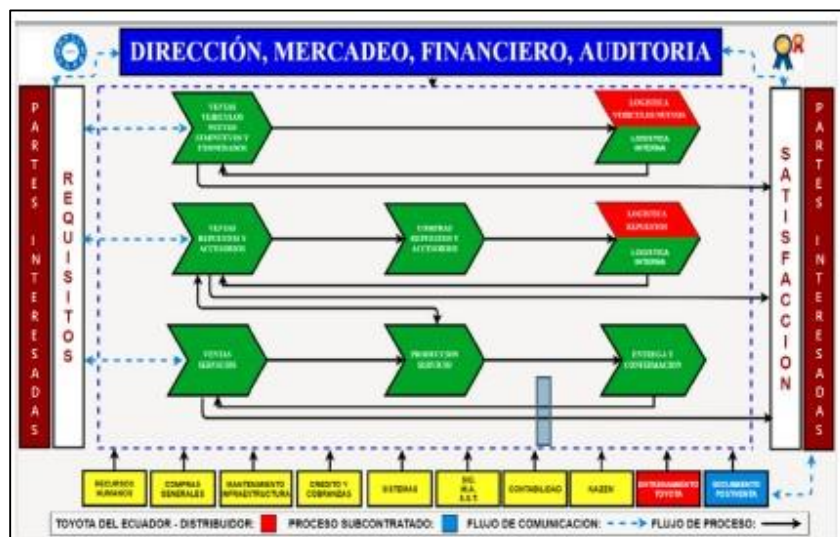


Ilustración 14. Mapa de procesos de Importadora Tomembamba Toyota bajo el enfoque de sistema de gestión de calidad.

3.3.2 Caso de Estudio 2: Integración de Lean Manufacturing e IATF 16949

Palacios-Ortega et al. (2025) proponen una metodología innovadora para las empresas del giro automotriz basada en la unión de la norma IATF 16949 con herramientas de manufactura esbelta. Los autores utilizan el ciclo PHVA como eje central para estructurar la mejora continua. La investigación identifica similitudes críticas entre los requisitos técnicos de la norma y la filosofía de eliminación de desperdicios.

La metodología aplica el AMEF para mitigar riesgos potenciales desde las etapas tempranas del proyecto. Asimismo, el diseño de mecanismos Poka-Yoke previene la aparición de errores humanos durante la creación y gestión de la documentación. En la Tabla 9 se muestran las herramientas aplicadas bajo esta integración.

Aspecto	Norma ISO/IATF 16949	Lean Manufacturing
Enfoque	Estándar de gestión de calidad para la industria automotriz, centrado en la calidad del producto y la satisfacción del cliente.	Filosofía de gestión empresarial que se enfoca en maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio a lo largo de toda la cadena de valor.
Objetivo principal	Mejora de la calidad del producto, reducción de defectos y satisfacción del cliente.	Mejora continua de la eficiencia operativa, eliminación de desperdicios y creación de valor para el cliente.
Principales requisitos	Establecimiento de un sistema de gestión de calidad, enfoque en el control de procesos y mejora continua.	Uso de herramientas y técnicas como el Kaizen, Just-in-Time (JIT), Poka-Yoke, Kanban y Value Stream Mapping (VSM) para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia.

Enfoque en la cadena de suministro	Requiere que los proveedores cumplan con estándares de calidad específicos y participen en actividades de mejora continua.	Se enfoca en la integración de proveedores y clientes para optimizar la cadena de suministro y reducir el tiempo y los costos de entrega.
Gestión de riesgos	Incorpora enfoques de gestión de riesgos para identificar y mitigar posibles problemas que puedan afectar la calidad del producto.	Utiliza herramientas como el Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) para identificar y prevenir posibles riesgos en los procesos.
Cultura organizacional	Promueve una cultura de calidad y mejora continua en toda la organización, con énfasis en la responsabilidad y participación de todos los empleados.	Fomenta una cultura de colaboración, empoderamiento y mejora continua en todos los niveles de la organización, donde se valora la retroalimentación y la resolución de problemas en equipo.

Tabla 9. Comparativa de herramientas entre la norma IATF 16949 y Lean Manufacturing.

3.3.3 Casos de éxito global (Toyota, Ford, Bosch y GM)

La implementación de sistemas de gestión en líderes globales como Toyota Motor Corporation, Ford y Bosch demuestra que la estandarización y la mejora continua (Kaizen) optimizan los procesos productivos.

- **Toyota:** Utiliza el sistema Jidoka para identificar actividades que no generan valor (*muda*).
- **Ford:** Reporta mejoras en la eficiencia operativa de entre 15% y 25% mediante el control de la cadena de suministro (Psomas & Antony, 2022).
- **Bosch:** Alcanzó reducciones en costos operativos de hasta un 15% mediante la optimización de manufactura (Aichouni et al., 2024).
- **General Motors:** La aplicación del AMEF contribuyó a identificar riesgos y reducir fallas en un rango de entre 20% y 30% (Hernández & Castillo, 2024).

Las ilustraciones de estructuras se presentan desde la Ilustración 15 hasta la Ilustración 18.

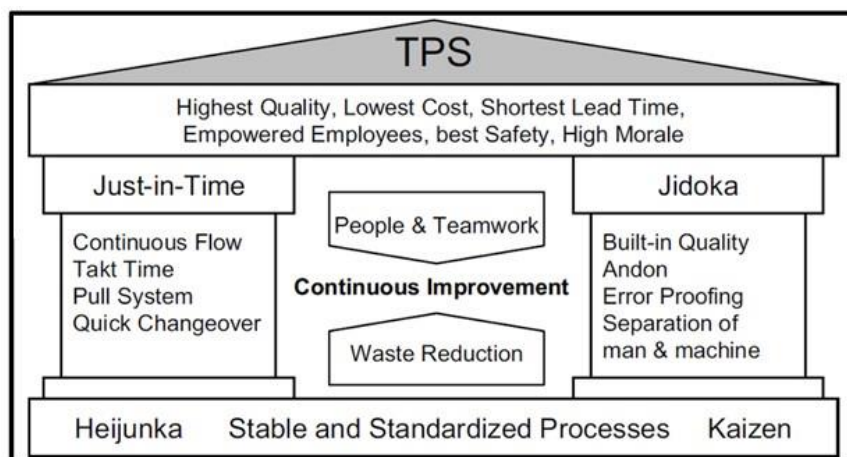


Ilustración 15. Estructura del Sistema de Producción Toyota (TPS) aplicada a la optimización de procesos

productivos.

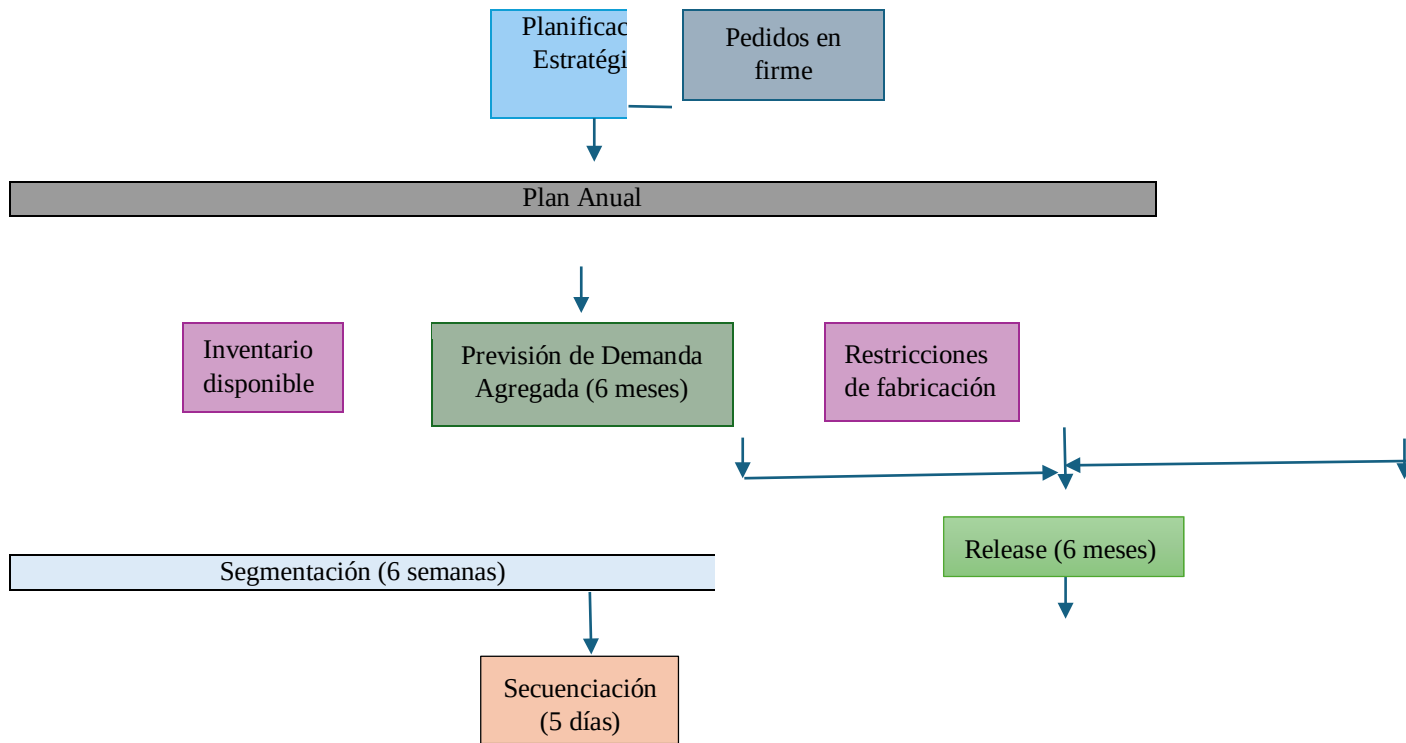


Ilustración 16. Planificación y Control de la producción dentro de la cadena de suministro automotriz.

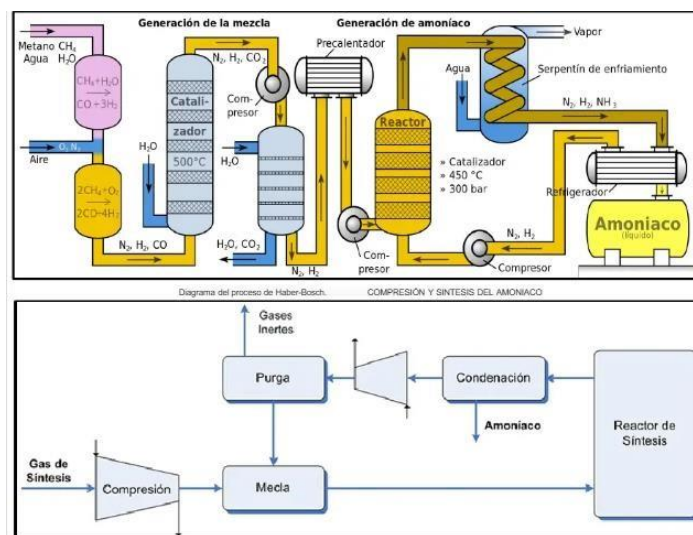


Ilustración 17. Proceso industrial aplicado a la optimización de manufactura en entornos productivos.



Ilustración 18. Aplicación de la herramienta APQP en el Sistema de Gestión de la Calidad en General

Motors.

3.3.4 Casos Regionales: Volkswagen Brasil y Nematik México

Volkswagen Brasil ha incorporado tecnologías de Industria 4.0, como inteligencia artificial e inspección digital, para fortalecer la trazabilidad predictiva. Por su parte, Nematik México se enfoca en la confiabilidad operativa mediante el mantenimiento progresivo de sus procesos de fundición de aluminio. Estos casos demuestran que la integración de estándares internacionales con innovación tecnológica permite alcanzar altos niveles de competitividad. Las aplicaciones tecnológicas se observan en las Ilustraciones 19,20 y 21.



Ilustración 19. Aplicación de tecnologías de Industria 4.0 en procesos automotrices de Volkswagen.



Ilustración 20. *Proceso productivo automatizado en Volkswagen Brasil dentro de un entorno de manufactura avanzada.*

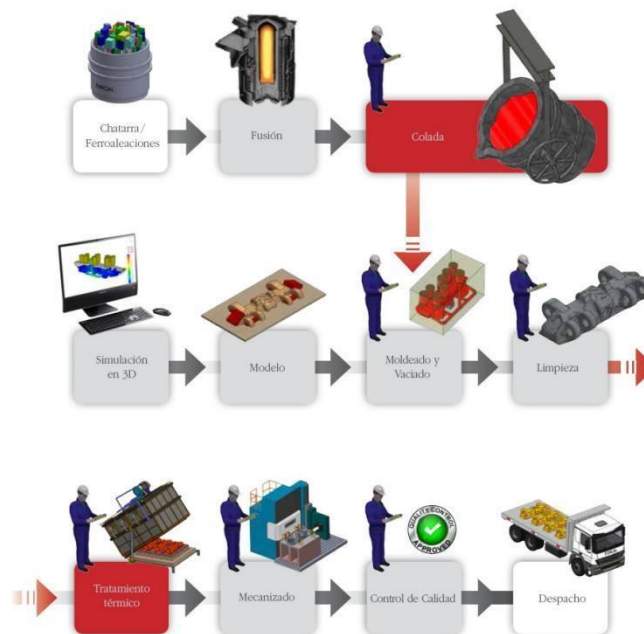


Ilustración 21. *Proceso de fundición de aluminio en Nemak México dentro del entorno industrial.*

3.5 Discusión de hallazgos y brechas identificadas

Tras realizar el estudio comparativo de los casos seleccionados, se observaron puntos esenciales para la planta de manufactura de AUS32 y componentes automotrices:

- **Puntos en común:** El control digital de la historia del producto y el enfoque preventivo son fundamentales para disminuir errores. Este proyecto utiliza dichos principios para diseñar diagramas de flujo y listas de verificación que aseguran la calidad óptima del líquido AUS32.
- **Dificultades y brechas:** El personal operativo suele percibir las herramientas de calidad como trámites administrativos. Este estudio propone que documentos como el AMEF y los Planes de Control se actualicen constantemente con datos reales de producción para que el sistema evolucione semanalmente.

Capítulo IV. Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo una metodología de tipo aplicada, con un enfoque descriptivo y analítico, orientada al fortalecimiento del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) bajo los lineamientos de la norma IATF 16949 en una organización del sector automotriz dedicada a la fabricación de convertidores catalíticos y producción de AUS32.

4.1 Tipo y Diseño de la Investigación

El presente estudio posee una naturaleza aplicada con un enfoque descriptivo y un diseño no experimental. De acuerdo con Bernal (2022), los estudios de alcance descriptivo buscan especificar las características y perfiles de los procesos sometidos a análisis; esto se complementa con un diseño no experimental fundamentado en un estudio de caso (Yin, 2022), el cual permite analizar y examinar los hechos tal como se presentan en la operación diaria, dentro de su ambiente natural y sin alterar el funcionamiento normal de las áreas. Bajo este marco, la investigación analiza de forma directa los procesos de gestión de materia prima, las líneas de producción y los protocolos de atención al cliente.

4.2 Alcance del Estudio

El alcance se enfocó en los procesos operativos críticos para la calidad del producto dentro de la organización: Producción, Control de Calidad, Almacenamiento y Seguimiento de Indicadores. Se excluyeron deliberadamente las áreas no operativas para focalizar el análisis en las actividades que impactan directamente en la conformidad del producto y en la satisfacción del cliente automotriz.

4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para garantizar la validez y confiabilidad de la información recolectada, se emplearon las siguientes técnicas cualitativas y cuantitativas:

- *Auditorías Internas:* Evaluación del nivel de cumplimiento actual de la planta frente a los periodos de la norma IATF 16949.
- *Análisis Documental:* Revisión, extracción y análisis de registros de inventarios, reportes de fallas y trazabilidad alojados en el ERP Odoo.
- *Observación Directa:* Evaluación *in situ* de las condiciones reales de operación en las líneas de producción y almacenes.
- *Entrevistas:* Recolección de datos técnicos y operativos mediante el diálogo directo con el personal clave de los departamentos involucrados.

4.4 Procedimiento metodológico

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos y estructurar de manera sistemática las actividades orientadas a la reducción del 3% en los defectos de fabricación, el proyecto se llevó a cabo a través de tres fases operativas principales, enmarcadas bajo el ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) que se presenta en la Ilustración 22.

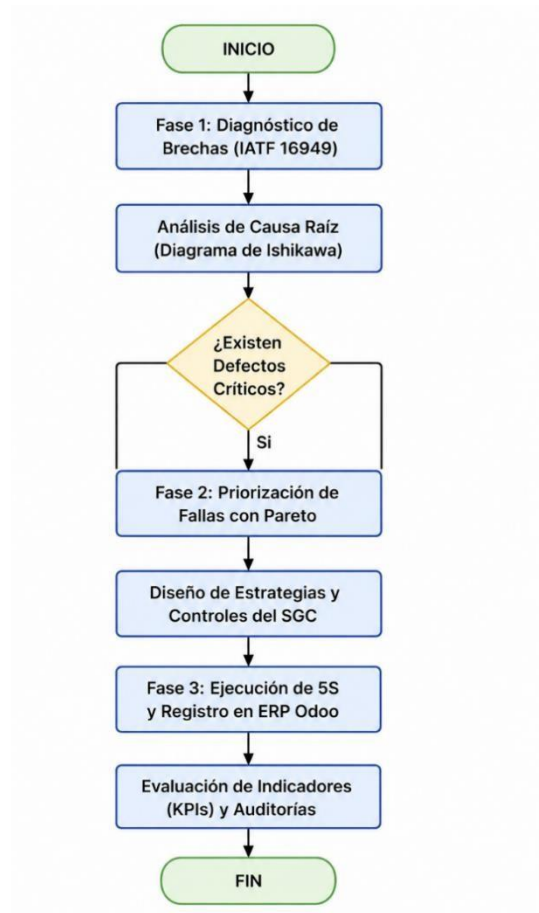


Ilustración 22. Diagrama de flujo del procedimiento metodológico aplicado para la optimización del SGC.

A continuación, se describen detalladamente las actividades ejecutadas en cada etapa del desarrollo metodológico:

❶ Fase 1. Diagnóstico de Brechas Situacionales: (Planear).

En esta primera etapa se realizó un análisis situacional exhaustivo mediante el diseño y aplicación de un checklist de verificación basado en los 10 capítulos de la norma IATF 16949:2016. El propósito de esta fase fue evaluar el estado inicial de la planta y comparar los procesos actuales contra los requisitos técnicos exigidos, logrando identificar de manera cualitativa y cuantitativa las desviaciones existentes, principalmente enfocadas en la falta

de controles en la seguridad del producto y vulnerabilidades críticas en la gestión de proveedores.

② Fase 2. Estandarización Documental, Operativa y Establecimiento de KPIs:

(Hacer).

A partir de las brechas detectadas, se procedió al diseño y despliegue de la estructura documental y operativa requerida para mitigar los riesgos. Esta fase contempló dos acciones fundamentales:

- **Estandarización Operativa:** Creación formal del flujo metodológico para la Gestión de la Seguridad del producto (enfocado en mantener los parámetros de pureza e integridad de la urea/AUS32 en la línea de proceso) bajo los lineamientos de las normativas de referencia NMX-D-316-IMNC-2016 e ISO 22241. Asimismo, se integró la actualización de las herramientas de inspección en campo, tales como el Check List de Inspección de Auto Tanque para asegurar el control desde la recepción de la materia prima.
- **Definición de Métricas:** Establecimiento formal de indicadores clave de rendimiento (KPIs) con medición mensual para evaluar de manera permanente el desempeño operativo, específicamente el índice de scrap, el porcentaje de no conformidades atendidas y el nivel de quejas de clientes.

③ Fase 3. Control de la Cadena de Suministro y Mejora Continua: (Verificar y Actuar).

Esta etapa final consolida los mecanismos para el control permanente de desviaciones y la trazabilidad del proceso en planta a través de tres ejes de acción:

- **Sistematización del Reporte de Material o Producto No Conforme (PNC):**

Implementación de un flujo documental formal para registrar hallazgos críticos en las líneas de ensamble y almacenes (como fugas en componentes o daños en estibas). Esto permite identificar el área afectada para dictaminar la disposición final del material (necesidad de retrabajo, reacondicionamiento de tarimas o devoluciones físicas al proveedor).

- **Gestión y Trazabilidad en el Registro de No Conformidades (NC):**

Configuración de un control maestro que categoriza las incidencias por tipología (PNC/SNC), proceso afectado y departamento responsable (almacenes, producción y calidad). Este registro facilita la acción inmediata y define la necesidad de capacitación del personal según los procedimientos de recepción.

- **Análisis Estadístico para la Toma de Decisiones:** Seguimiento periódico mediante diagramas de Pareto y gráficas de tendencia para monitorear el comportamiento histórico de las fallas de operación, aislando las causas raíz prioritarias (como el incumplimiento del sistema PEPS o errores en la carga de pedidos) para la ejecución de acciones correctivas permanentes (CAPA) sustentadas en auditorías internas de calidad.

Capítulo V. Resultados y discusión

5.1 Comparativa de Desempeño (2024 vs. 2025)

Para validar el impacto del fortalecimiento del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) bajo los lineamientos de la norma IATF 16949:2016, se realizó un análisis comparativo del comportamiento de las incidencias operativas entre el periodo de línea base (2024) y el periodo de despliegue de las mejoras (2025).

Inicialmente, la organización no contaba con el seguimiento en la atención al cliente. Como se observa en la Ilustración 23, durante el año 2024 se contaba con un registro limitado del servicio, lo que impedía identificar las tendencias o aplicar acciones correctivas sistémicas.

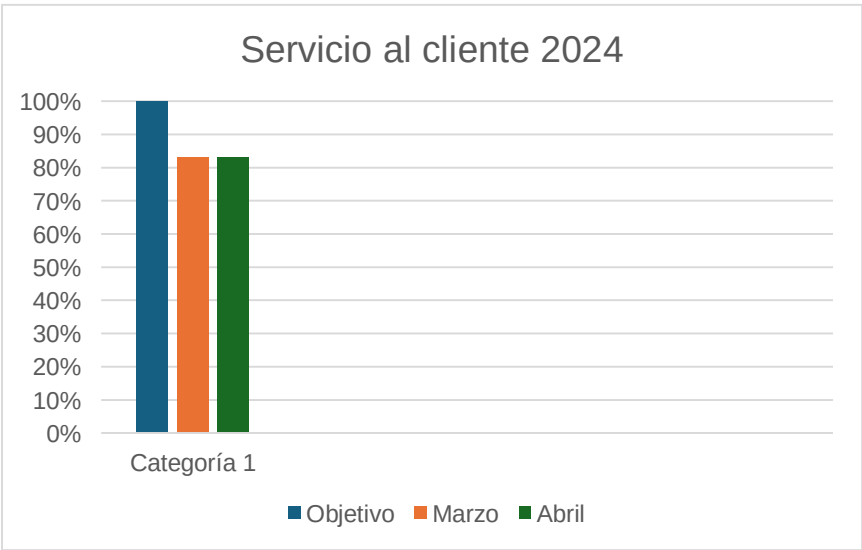


Ilustración 23. Registro limitado de incidencias en Servicio al Cliente durante el periodo 2024.

A diferencia del periodo anterior, el despliegue de los módulos de control digital centralizados permitió mapear el comportamiento mensual completo del año 2025

(Ilustración 25). La visibilidad total de este indicador validó la efectividad de los controles operativos en piso, mostrando una tendencia de estabilización en el segundo semestre del año.

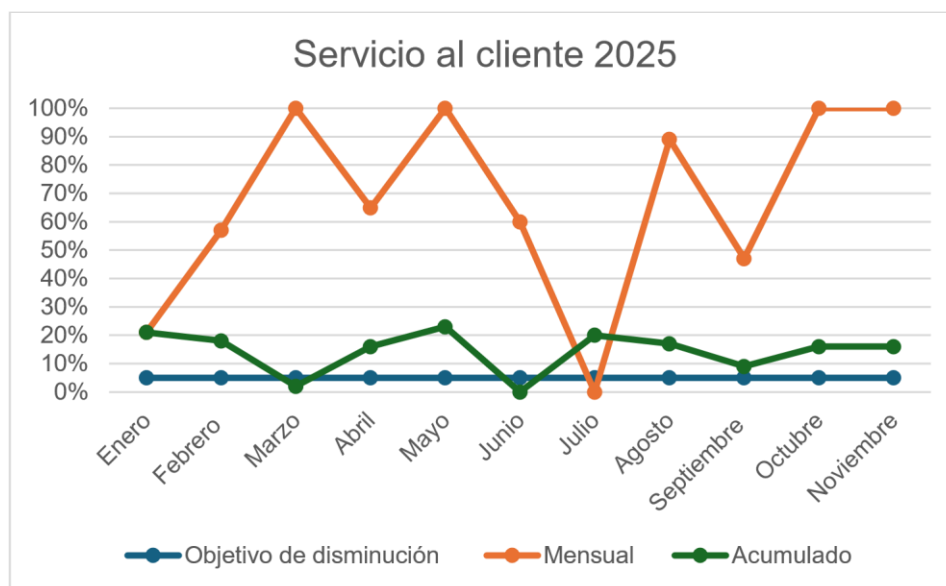


Ilustración 24. Servicio al cliente correspondiente durante el periodo 2025.

5.2 Diagnóstico de las causas raíz en el SGC

Para comprender el origen de las desviaciones en el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y su impacto en la satisfacción del cliente, se realizó un diagnóstico inicial utilizando un Diagrama de Ishikawa (Ilustración 25). Este análisis permitió identificar las variables críticas que afectaban el proceso antes de la implementación de las mejoras.



Ilustración 25. Diagrama de Ishikawa aplicado al análisis de causas en el SGC.

Se determinó que los factores que mayor variabilidad aportaban al sistema se concentraban en las siguientes líneas de análisis:

- **Materia Prima / Materiales:** Se detectó que la principal fuente de inestabilidad provenía de la falta de lotes contaminados de AUS32 con presencia de alga y proveedores en evaluación constante, lo que generaba inconformidades en el producto final.
- **Mano de Obra / Métodos:** Se identificó la falta de comunicación con las áreas y no se consultan los manuales del SGC, los formatos/procedimientos se encuentran desactualizados.
- **Maquinaria / Medición:** Las áreas de trabajo no contaban con 5S, falta de mantenimiento constante en la maquinaria y la obstrucción de áreas por producto terminado generaban retrasos en la entrega del producto final.

Derivado de este diagnóstico, la organización concentró sus esfuerzos en mitigar las causas raíz identificadas en los materiales y en la ejecución de los procesos.

5.3 Estrategia de Control y Trazabilidad

5.3.1 Caracterización de Procesos Críticos

Para dar cumplimiento estricto al apartado 4.4 de la norma IATF 16949:2016 (Sistema de gestión de la calidad y sus procesos), se utilizó la metodología corporativa del Diagrama de Tortuga. Como se muestra en la Ilustración 26, este esquema permite caracterizar e interactuar de forma sistémica con los elementos de entrada, salida, recursos técnicos y controles operacionales necesarios para el proceso.

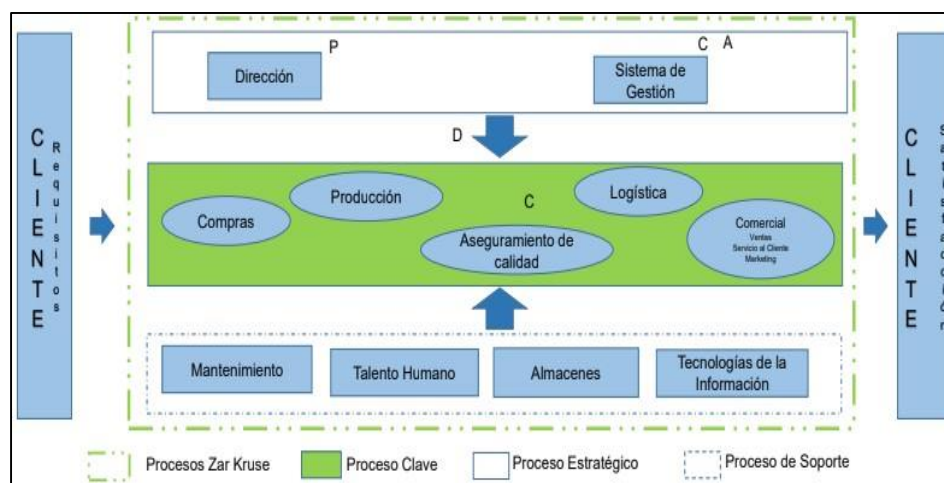


Ilustración 26. Mapa de interacción entre procesos del Sistema de Gestión de Calidad.

El diagrama garantiza que cada etapa productiva cuente con la asignación clara de sus cinco componentes metodológicos: Entradas y Salidas técnicas, Recursos de infraestructura (¿Con qué?), Competencias del personal (¿Con quién?), Métodos de trabajo/ HITs (¿Cómo?), e Indicadores de eficacia (¿Cuánto?).

5.3.2 Digitalización y Trazabilidad mediante el ERP Odoo

La gestión, almacenamiento y análisis de los datos operativos de la planta experimentó una optimización significativa tras la migración y estandarización de los flujos de control dentro del software ERP Odoo. En alineación con lo expuesto por Chliyah et al. (2022), la integración de sistemas ERP en entornos industriales de alta exigencia fortalece la integridad de la información y agiliza la toma de decisiones basada en datos duros en tiempo real.

La automatización de procesos en Odoo aportó tres beneficios estratégicos determinantes para el éxito del proyecto:

1. **Centralización de Datos:** La plataforma alojó el control maestro de los Reportes de No Conformidad (RNC), erradicando la pérdida de información y la falta de seguimiento físico que caracterizaba a los registros manuales evaluados en la línea base de 2024.
2. **Garantía de Cierre:** El sistema parametrizó alertas y flujos automáticos de trabajo, asegurando que los líderes de los departamentos responsables cerraran las acciones correctivas y preventivas dentro de los tiempos límite dictaminados por el SGC.
3. **Trazabilidad:** Facilitó el rastreo completo de los lotes de componentes para convertidores catalíticos y materias primas para AUS32 desde la inspección de recibo en andenes hasta el embarque final al cliente automotriz.

Como se aprecia en el registro de Odoo (Ver Ilustración 27; véase Anexo 1 para el formato completo), la plataforma permite identificar detalladamente las incidencias en Producto No Conforme (PNC) o Servicio No Conforme (SNC), asociando inmediatamente las acciones de contención en piso (como el reacondicionamiento de tarimas o lavado de envases). Por su parte, el análisis macro de la Ilustración 28 revela que la mayor concentración de incidencias operativas se acumuló en los procesos de cara al cliente y en las áreas de almacenamiento, permitiendo enfocar los recursos de mejora en estas áreas críticas de soporte.

No. PNC	Fecha	Descripción	Planta	Cantidad	Área	¿Genera retrabajo?	Descripción de la No conformidad	Detalle de como se genero el material o pro
020-25	2/10/2025	Urea	Santiago	Varios	Instalaciones cliente	Si	Producto terminado presenta agente	Proceso del proveedor
021-25	2/12/2025	Bidón	Santiago	1	Producción	Si	Se detecta 1 bidón picado de la parti	Proceso del proveedor
022-25	2/14/2025	Tarima Reciclada	Santiago	3	Producción	No	En el proceso de envasado, se ident	Proceso del proveedor
023-25	2/18/2025	Pipa	Satillo	No aplica	Producción	No	En el proceso de carga de autotank	No aplica
024-25	2/19/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	En el proceso de recolección de Prc	Proceso del proveedor
025-25	2/20/2025	Tote	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de envasado se inspe	Proceso del proveedor
026-25	2/21/2025	Tarima Reciclada	Santiago	2	Almacén	No	En el arribo de tarimas recicladas	Proceso del proveedor
027-25	2/24/2025	Tarima Reciclada	Santiago	100	Almacén	No	Se rechazan las tarimas de IFM, pre	Se inspecciona la tarima en recepcion almace
028-25	2/25/2025	Tote	Santiago	3	Almacén	Si	Se detectan dos totes del proveedor	Se determina en el proceso de llenado de pro
029-25	2/25/2025	Tote	Santiago	1	Producción	Si	Se detecta 1 tote con fuga en válvula	Se genera en el área de llenado de producc
030-25	2/21/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	No	Se detecta un tote dañado de la bur	Generar el cambio físico
031-25	2/26/2025	Tote	Santiago	28	Almacén	No	En el arribo de totes, durante la insp	En el proceso de proveedor
032-25	2/28/2025	Tarima Reciclada	Santiago	3	Producción	No	En el embalaje del producto, perso	En el proceso del proveedor
033-25	2/28/2025	Tarima con tratamiento	Santiago	1	Producción	No	En el embalaje, personal de produc	En el proceso de proveedor
034-25	3/4/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	Se detecta un tote en la zona de adu	Al momento de ser llenado el tote en el área c
035-25	3/7/2025	Tarima Reciclada	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de llenado, personal d	En el proceso de proveedor
036-25	3/7/2025	Tarima Reciclada	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de llenado, personal d	En el proceso de proveedor
037-25	3/10/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	Se detecta 1 tote con fuga en válvula	Recorrido de inspección de almacenes

Ilustración 27. Registro de No Conformidades (ERP Odoo). (Anexo 1).

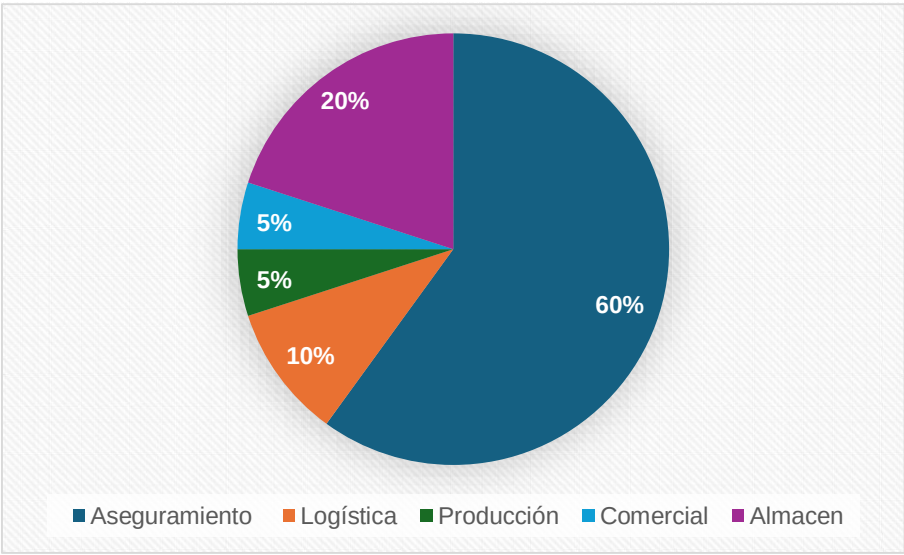


Ilustración 28. *Distribución porcentual de No Conformidades por Proceso.*

5.3.3 Gestión del desempeño organizacional mediante el Balanced Scorecard (BSC)

El monitoreo constante a través del Balanced Scorecard permitió a la alta dirección detectar desviaciones operativas de manera oportuna. En la Ilustración 29 se observa un cumplimiento sostenido del 100% en el programa de calibración de equipos de laboratorio y medición, factor vital según la norma para garantizar la confiabilidad de los dictámenes de liberación.

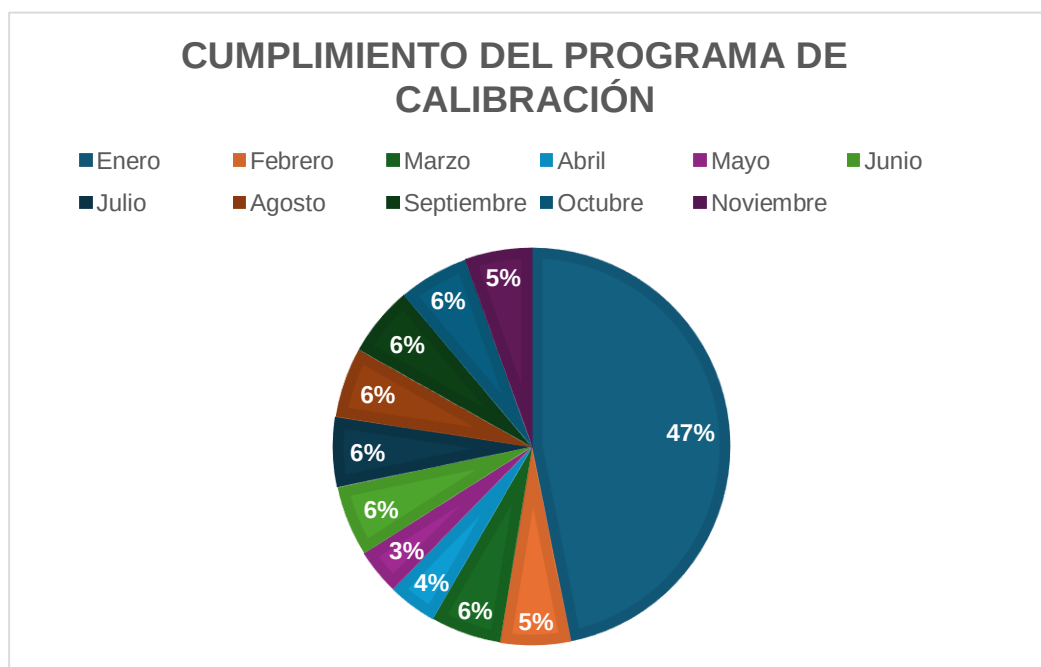


Ilustración 29. *Porcentaje de cumplimiento mensual del Programa de Calibración de Equipos del SGC.*

Asimismo, la estabilización a la baja en las quejas de clientes (Ilustración 30) y el control en el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo de la planta de ósmosis y envasado (Ilustración 31) confirman la robustez y madurez operativa alcanzada tras las mejoras.

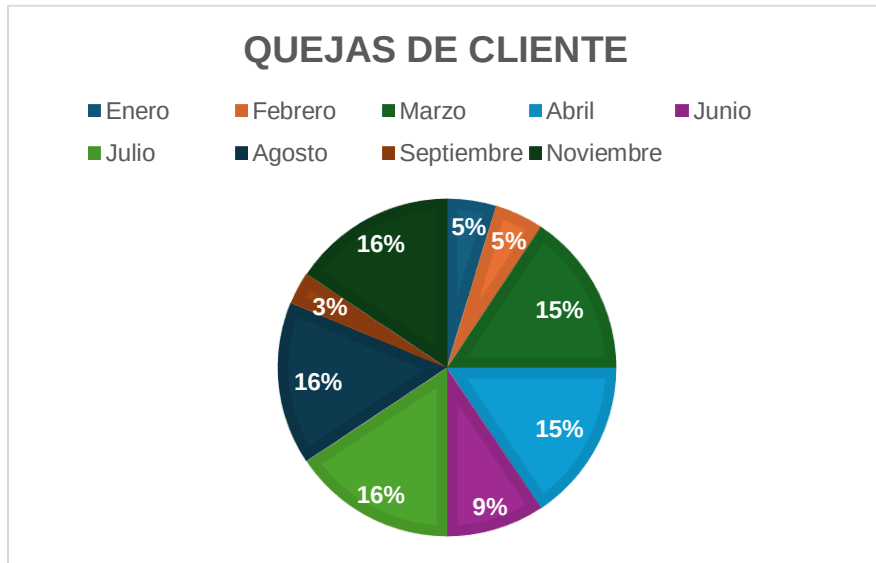


Ilustración 30. Comportamiento y reducción del índice de quejas de clientes.

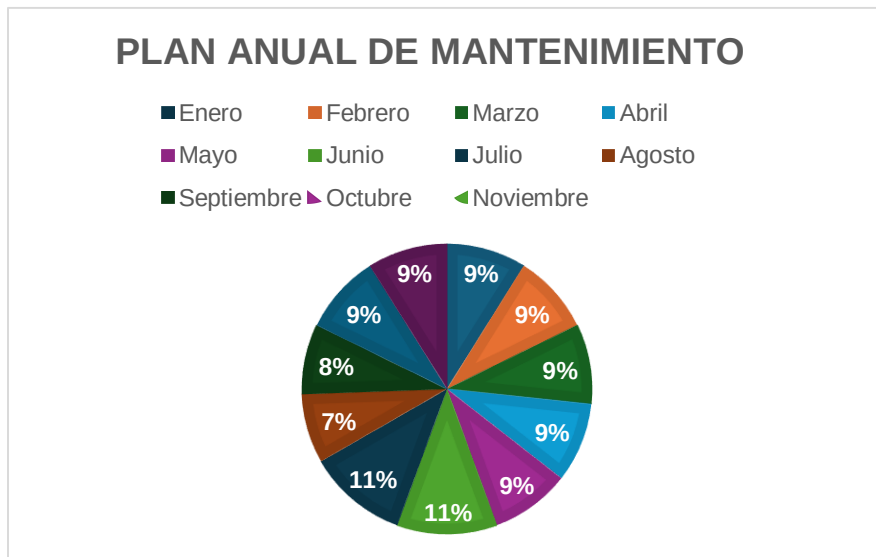


Ilustración 31. Porcentaje de efectividad y ejecución del Plan Anual de Mantenimiento de Maquinaria.

La implementación formal del Plan de Control (Ilustración 32) actúa como el documento técnico maestro que amarra estos resultados. Al estar perfectamente sincronizado en Odoo con las Hojas de Instrucción de Trabajo (HIT), se garantiza que el personal operativo cuente en su estación con criterios pasa/no-pasa explícitos para la aceptación o rechazo de producto en tiempo real, blindando la operación.

Descripción de operación / Nombre del proceso	Máquina o Dispositivo, Herramientas para Manufactura	Características		Clasificación de las características especiales	Métodos						
		No.	Producto		Proceso	Especificaciones / Tolerancias del Producto/ Proceso	Técnica de evaluación de las mediciones	Muestra		Método de control	Plan de reacción
								Tamaño	Frecuencia		
Osmosis Inversa	O.I-4.2 O.I-3.2 O.I-3.0 O.I-2.5 O.I-1.9 O.I-1.7 O.I-0.7	1		Conductividad	N/A	<13	Medidor de conductividad integrado a la máquina.	100%	100%	Bitácora de Operación de Osmosis (FO-MT-03)	1.- Parar el equipo 2.- Dar aviso al supervisor 3.- Identificar el producto NC 4.- Reparar producto en caso de ser necesario 5.-Corregir falla en máquina 6.- Realizar puesta a punto
Mezclado	TMEZ-10 M3 TMEZ-6.5 M3	1		1.- Tiempo de Mezclado 2.- Concentracion	N/A	1.- 15 - 20 min 2.- 32.5 +/- 0.7	Medido de concentración (Refractro metro) Ver FO-AC-13.	1.- 1 2.-300 ml aprox.	1.- 100 % 2.-N=6 (Turno)	Orden de mezcla	1.- Parar el equipo 2.- Dar aviso al supervisor 3.- Identificar el producto NC 4.- Reparar producto en caso de ser necesario 5.-Corregir falla en máquina 6.- Realizar puesta a punto

Descripción de operación / Nombre del proceso	Máquina o Dispositivo, Herramientas para Manufactura	Características		Clasificación de las características especiales	Especificaciones / Tolerancias del Producto/ Proceso	Técnica de evaluación de las mediciones	Métodos			Plan de reacción
		No.	Producto				Muestra		Método de control	
Almacenamiento	Tanque 01 al 08	1	1.- Concentración 2.- Índice de refracción	▽	1.- 32.5 +/- 0.7 2.- 1.3824 +/- 0.0032	1.- Refractómetro Ver FO-AC-13	1.- 1 litro.	1.- Cada lote	Registro de Preliberación de Plantas Zar-Kruse (FO-AC-12)	1.- Parar el equipo 2.- Dar aviso al supervisor 3.- Identificar el producto NC 4.- Reparar producto en caso de ser necesario 5.-Corregir falla en máquina 6.- Realizar puesta a punto
Envasado	ENV-01	1	Inspección Visual, a los envases que no tengan suciedad y libres de defectos.	N/A	1.- Bidón (kg) 22.6 +/- 0.3	1.- Celdas de Carga llenadoras de Bidón (Ver FO-AC-13)	Bidón= 6 muestras	N=2 al día	1. Hojas de Instrucción de Trabajo; Llenado Envase Bidón/ Galón (HIT-PR-07) 2. Verificación Puesta Punto (FO-PR-05)	1.- Parar el equipo 2.- Dar aviso al supervisor 3.- Identificar el producto NC 4.- Reparar producto en caso de ser necesario 5.-Corregir falla en máquina 6.- Realizar puesta a punto

Ilustración 32. Matriz base del Plan de Control del Sistema de Gestión de la Calidad para líneas automotrices.

5.4 Implementación de Herramientas de Mejora en Piso

5.4.1 Implementación de la Metodología 5S y su Impacto

Para lograr los objetivos de disminución de contaminación del producto y dar cumplimiento al apartado 8.5.4 (Preservación) de la norma automotriz, se ejecutó un despliegue intensivo de la metodología 5S en las zonas de almacenamiento, inspección y andenes.

La fase de Clasificación y Orden (*Seiri* y *Seiton*) atacó directamente las condiciones críticas detectadas en el diagnóstico, donde se hallaron muestras de retención de urea sin identificar y herramientas de trabajo dispersas en las mesas de empaque. Las Ilustraciones 33, 34, 35 y 36 muestran la evidencia fotográfica del estado inicial caótico frente al estado ordenado posterior a la intervención en racks y mesas de control.



Ilustración 33. Evidencia fotográfica de mesas de empaque con acumulación de embalajes innecesarios.



Ilustración 34. *Muestras de retención de AUS32 almacenadas sin identificación ni control de vigencias.*

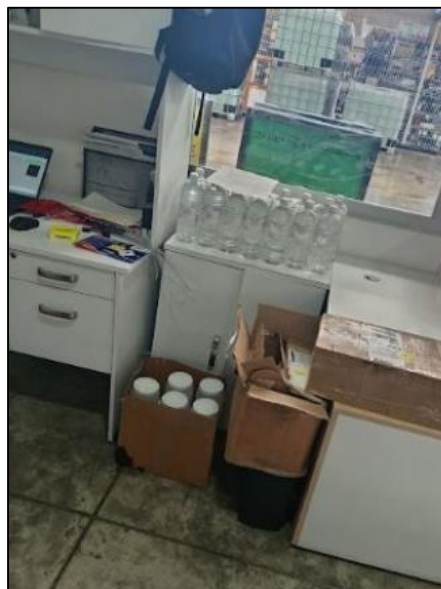


Ilustración 35. *Condiciones de desorden y falta de limpieza general en el área operativa.*

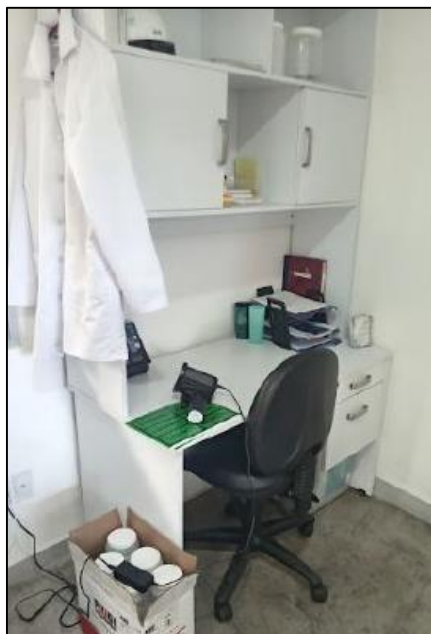


Ilustración 36. *Acumulación y saturación de cajas de cartón de AUS32.*

La etapa de Limpieza y Estandarización (*Seiso y Seiketsu*) consolidó estos cambios mediante el diseño e introducción de herramientas físicas de control de calidad. Se diseñaron y pusieron en marcha checklists obligatorios para la Inspección de Auto Tanques (Ver Ilustración 37; véase Anexo 2 para el formato completo) y la Inspección de Materia Prima (Ver Ilustración 38; véase Anexo 3 para el formato completo). Estos formatos actúan hoy como registros obligatorios auditables de control de entrada bajo los requisitos del apartado 9.2.2.3 de la norma IATF.

La aplicación sistemática de estos checklists en piso eliminó la subjetividad en la recepción, obligando al personal a verificar la integridad física de los contenedores (Ilustración 39).



Ilustración 39. *Inspección de integridad en contenedores de materia prima.*

5.4.2 Evaluación de la Preservación y Entorno de Operación en Almacenes

Durante la inspección física del área de almacenamiento, se evaluaron de manera simultánea las condiciones de los contenedores y el estado de las zonas de circulación. Para ello, se tomaron como referencia los criterios de la norma IATF 16949, específicamente en los apartados 8.5.4 (Preservación del producto), 8.5.1.5 (Manejo de materiales) y 7.1.4 (Ambiente para la operación de los procesos).

Los resultados iniciales mostraron que, si bien la mayoría de los contenedores cumplía con los criterios de integridad física, existían áreas de oportunidad críticas en la organización del acomodo, acumulación de residuos menores y desgaste en la pintura de delimitación de

los pasillos, lo cual comprometía la visibilidad y aumentaba los riesgos durante la manipulación del producto.

A partir de estos hallazgos, se reforzaron inmediatamente las actividades de ordenamiento en racks, limpieza profunda y mantenimiento en piso. Como se aprecia en la Ilustración 40, mediante estas acciones correctivas ejecutadas en campo se logró recuperar la delimitación visual, garantizar el libre tránsito seguro y asegurar las condiciones operacionales adecuadas para la conservación y resguardo de la materia prima.



Ilustración 40. Inspección de campo para la verificación de integridad, orden y condiciones de seguridad en el área de almacenamiento.

5.4.3 Control de riesgos: Fugas y Derrames

Se realizó la inspección de válvulas y puntos de descarga de los contenedores con el objetivo de identificar posibles fugas o derrames de material, conforme a lo establecido en los apartados 8.5.1.1 y 8.5.6 de la Norma IATF 16949.

Los resultados obtenidos indican que no se detectaron fugas activas durante la verificación de estanqueidad, lo que demuestra que las condiciones de operación y almacenamiento del material se mantienen dentro de los parámetros establecidos. La documentación y verificación visual de estos componentes (Ilustración 41) permite establecer barreras preventivas orientadas a reducir desperdicios y evitar posibles no conformidades por contaminación.



Ilustración 41. Verificación técnica de estanqueidad y control de producto no conforme en válvulas.

5.4.4 Disciplina operativa y retiro de obstrucciones

Durante la inspección del área de trabajo se identificó la acumulación de materiales y obstrucciones en zonas cercanas al equipo y rutas de seguridad, situación que podría afectar el flujo de trabajo y representar riesgos para el personal.

Considerando los requisitos establecidos en la norma IATF 16949, en los apartados 7.1.4,

8.5.4 y 5.1.1.1, se retiraron los elementos identificados con el propósito de recuperar las condiciones adecuadas de orden y seguridad en el área. La eliminación de estas obstrucciones (Ilustración 42) contribuyó a mejorar la organización del espacio de trabajo, reducir riesgos de accidentes y garantizar la correcta preservación del producto, favoreciendo un entorno de operación seguro y controlado.



Ilustración 42. *Correcta actualización del etiquetado de liberación de lotes.*

5.4.5 Trazabilidad y Gestión de Vigencias

En cumplimiento con las directrices de identificación establecidas en los apartados 8.5.2 y 8.5.2.1 de la Norma IATF 16949, se llevó a cabo la auditoría en piso para asegurar la correcta actualización del etiquetado, códigos y números de lote de los contenedores almacenados.

Como se observa en la Ilustración 43, la estandarización del proceso exige que cada lote cuente firmemente con su etiqueta visible de liberación, previniendo errores operativos, garantizando la trazabilidad total desde el ingreso de insumos y asegurando que aquellos

lotes rechazados o con vigencias vencidas sean segregados inmediatamente del área disponible.



Ilustración 43. Auditoría de trazabilidad en piso y correcta actualización del etiquetado de liberación de lotes.

5.5 Diagrama de Pareto y No Conformidades

Para asegurar la continuidad de la certificación y la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), se automatizó el flujo de información operativa mediante la implementación del software ERP Odoo. Como se ilustra en el mapa de procesos (Ver Ilustración 44; véase Anexo 4 para el formato completo), el sistema integra de forma nativa los módulos de Inventarios, Compra de Insumos y Control de Calidad. Esta interconexión digital garantiza una trazabilidad bidireccional completa, permitiendo que cualquier desviación detectada en piso active de manera automática alertas de calidad y bloqueos

preventivos de lotes antes de que el material sea liberado a las líneas de envasado de urea (AUS32) o ensamble de convertidores catalíticos.

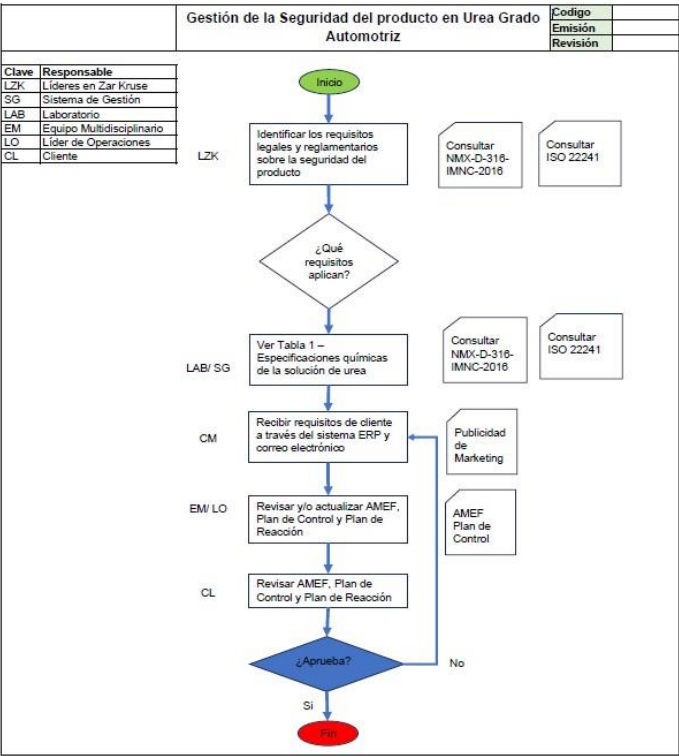


Ilustración 44. Diagrama de flujo e interacción de módulos del SGC integrados en el ERP Odoo. (Anexo 4).

Con esta arquitectura tecnológica en marcha, se tabularon y evaluaron en primera instancia los riesgos críticos del SGC, asignando controles operativos específicos y responsables directos en función de su nivel de impacto operacional y su probabilidad de ocurrencia (Ilustración 45).

Riesgo	Magnitud del daño	Probabilidad de amenaza	Nivel de Riesgo	Control Operacional	Responsable	¿Cuándo?
Utilización de documentos obsoletos	3	1	3	Actualización y emisión de documentos	Coordinador del Sistema de Gestión	31/03/2025
Cierre de acciones a destiempo	3	3	9	Atención a quejas o reclamaciones del cliente	Coordinador del Sistema de Gestión	31/03/2025
Análisis de causa raíz menos que adecuado	3	2	6		Coordinador del Sistema de Gestión	31/03/2025
Que no se identifiquen todas las áreas de oportunidad en los procesos	4	1	4	Auditorías internas	Coordinador del Sistema de Gestión	31/03/2025
Perder la certificación (requisito específico del cliente)	4	1	4	Certificación ISO 9001:2015	Coordinador del Sistema de Gestión	05/05/25

Ilustración 45. Niveles de Riesgo e impacto operacional identificados en el SGC.

La centralización de los Reportes de No Conformidad (RNC) dentro del ERP permitió procesar estadísticamente el universo de incidencias registradas en la planta durante el periodo de evaluación. Al respecto, el análisis de Pareto (Ilustración 46) reveló un hallazgo crítico para la toma de decisiones estratégicas: el 68.3% de las fallas totales se concentran únicamente en dos insumos específicos: Totes y Tarimas dañados.

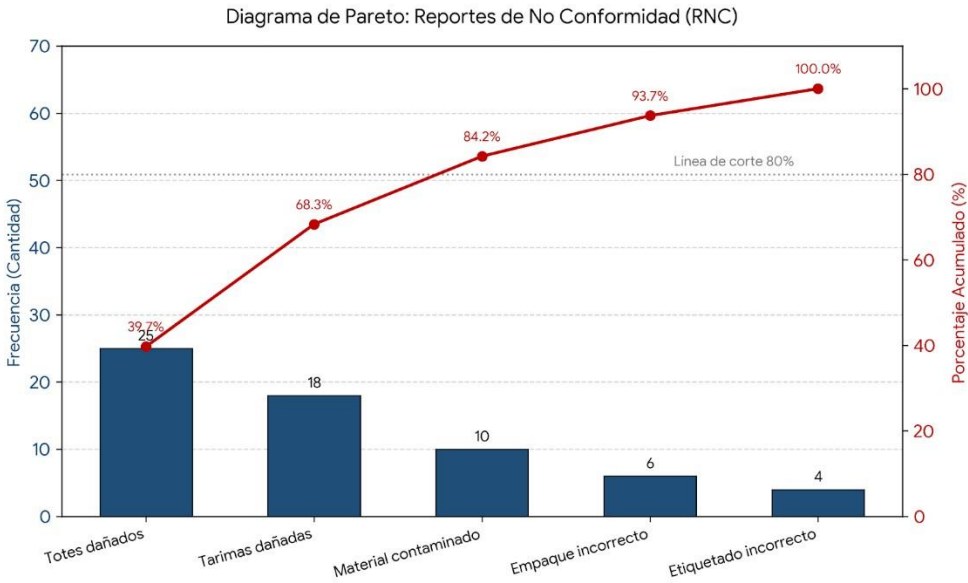


Ilustración 46. Diagrama de Pareto para las frecuencias y acumulados de No Conformidades (RNC).

Para dar soporte digital y asegurar el cumplimiento de las directrices de trazabilidad exigidas por la norma IATF 16949:2016, cada incidencia identificada en andenes se captura en tiempo real. Como se observa en la (Ilustración 47; véase Anexo 5 para el formato completo), la interfaz del módulo de calidad en Odoos permite abrir una alerta vinculada al lote del proveedor, registrar la descripción técnica de la falla y congelar preventivamente el inventario afectado.

Reporte de Material o Producto No Conforme				Código	FO-AC-09
				Emisión	10/2002
				Revisión	02
Información General					
Fecha	9/1/2025	Elaboró	Francisco Roberto Hernández	No. RNC	001-01
Descripción	Tote	Lote	1-12-25	No. Parte	0011
Planta	Santiago	Proveedor	Marco Antonio Morelos	Cantidad	1
Descripción del Hallazgo					
Proceso donde se detectó	Proceso	Área	Producción		
¿Generó paro de línea?	No	Tiempo (min)	0		
¿Generó retrabajo?	No	Tiempo (min)	0		
Descripción de la No Conformidad					
Se detecta un tote estibado de presentación International con fuga en válvula.					
Detalle de cómo se generó el Material o Producto No Conforme					
En el proceso de llenado de producción.					
Parámetro afectado	Funcional				
Diagnóstico y disposición fin	Cambio físico				
Autorización otorgada por	Francisco Roberto Hdz.				
Comentarios adicionales					
Generar el cambio físico con el proveedor Marco Antonio Morelos					
Segregación y contención					
Acción	Nombre	Rol	Fecha inicio	Fecha final	
Se identifica el lote	Francisco Roberto	Calidad	9/1/2025	9/1/2025	
Vaciar el tote al mezclador	Hugo Mancilla	Producción	9/1/2025	9/1/2025	
Generar el cambio físico	Veronica Gonzalez	Compras	9/1/2025	9/1/2025	
0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	
0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	
¿Procede acción					
No		Responsable	Marco Antonio Morelos		

Ilustración 47. Interfaz del módulo de Calidad en ERP Odoos para el registro de alertas y Reportes de No Conformidad (RNC). (Anexo 5).

Finalmente, el sistema ERP consolida las métricas operativas en un panel de control interactivo (Ilustración 48; véase Anexo 6 para el formato completo), este dashboard permite a las gerencias de Calidad y Compras monitorear dinámicamente el estatus de las alertas (en proceso, resueltas o en reclamación), facilitando la evaluación del desempeño de los proveedores con base en hechos y datos estadísticos duros.

REGISTRO DE NO CONFORMIDADES											
Marcas temporal	No. NC	Fecha de registro	Mes	Planta	Fecha de la No. Conformidad	Tipo de NC	Procesos Afectados	Descripción de la NC. Especificar (cuando aplique) presentación, cantidad de piezas y/o lotes		Procesos Responsables	Acciones inmediatas
15/01/2025	P-005-25	Enero	Enero	Santiago	15/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza terna por mal estado ubicado en el área de Producción, se encuentra quebrada en la parte inferior, se evidencia la presencia de grietas.		Producción	1. Reacondicionamiento de la terna. 2. Identificación de terna para su uso.
15/01/2025	P-006-25	Enero	Enero	Santiago	15/01/2025	SHC	Producción	No se siguió la validación en el procedimiento Reaprovechamiento de Material (PRM-01 Rev.01) por el número de demoras en la que se indica la colocación de las etiquetas de PEPS en el material.		Almacenes	1. Recaptar al personal a cargo de sus procesos del Sistema de Gestión.
15/01/2025	P-007-25	Enero	Enero	Santiago	15/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza 15 garrafas, por encontrarse durante el proceso de etiquetado ubicado en Tarea 1 de Flujograma.		Producción	1. Reacondicionamiento. 2. Identificación de las garrafas para su uso.
17/01/2025	P-008-25	Enero	Enero	Santiago	17/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza una terna dañada, con presentación tambor estrobo.		Producción	1. Reacondicionamiento. 2. Identificación para scrap.
17/01/2025	P-009-25	Enero	Enero	Santiago	17/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad	No se siguió la validación en el procedimiento Control de Producto No Conforme (PRM-CC-04 Rev.02) al material devuelto después de la venta (D-C-04 Rev.01), en donde se especifica la comunicación efectiva con el Supervisor de Operaciones y Supervisor de Control de Calidad.		Almacenes	1. Reacondicionar el producto no conforme. 2. Inspección y dictámenes de muestreo de emvasado.
20/01/2025	P-010-25	Enero	Enero	Santiago	20/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad	El área comercial envía un pedido de presentación Punta en 300ml y 1 terna de tambor, los cuales fueron envasados en el mes de octubre de 2024, siendo así no fue validado el material, por el cual ocupan espacio en los racks de almacén y por parte de calidad se genera inconsistencia en sistema de sustentación, lo cual nos dice el proceso de comercial que se debe priorizar el monitoreo y registro oportuno con el cliente su pedido para evitar estos temas de proceso y a su vez poder gestionar una liquidación hacia el cliente por tener mucho tiempo almacenado.		Comercial	1. Reacondicionamiento. 2. Análisis de emvasado. 3. Inspección y dictámenes de muestreo de emvasado.
21/01/2025	P-011-25	Enero	Enero	Santiago	21/01/2025	PHC	Aseguramiento de Calidad				

Ilustración 48. Panel de control (Dashboard) en Odoo para el monitoreo y seguimiento de No Conformidades. (Anexo 6).

5.6 Gestión de Riesgos mediante el AMEF de Proceso

El Análisis de Modo y Efecto de Falla de Proceso (AMEFP) permitió enfocar los controles operativos en las etapas críticas de ósmosis y envasado. La priorización de estas fases respondió a que se identificaron como los puntos con mayor riesgo de proliferación microbiológica, la cual detonaba la presencia de alga en la urea automotriz (AUS32) y generaba las incidencias directas con los clientes. Gracias a la implementación de acciones preventivas sistemáticas y la automatización de alarmas de desvío de parámetros dentro del ERP Odoo, se aseguró la estabilidad del proceso. Esta rigurosidad operativa se extiende hasta la etapa de liberación del producto terminado, garantizando el cumplimiento de las especificaciones y la mitigación de los riesgos antes de su salida al mercado (Ilustración 49; véase Anexo 7 para el formato completo).

[illegible]

5.7 Síntesis del impacto en Indicadores de Calidad

1. **Reducción de Defectos:** Se alcanzó con éxito la metamatemática establecida, registrando una disminución sostenida del 3% en el índice de scrap y piezas no conformes dentro de las líneas de fabricación de convertidores catalíticos y llenado de AUS32.
2. **Satisfacción del Cliente:** Se registró un incremento del 5% en la percepción de calidad y satisfacción por parte del cliente (Ilustración 50). Este avance se derivó directamente de la erradicación de las quejas técnicas asociadas a la presencia de

alga en los contenedores, asegurando la pureza y transparencia exigidas por las normativas internacionales del sector automotriz.

3. **Gestión de Proveedores de Insumos:** El desglose general de los rechazos internos por componentes (Ilustración 51) demostró de manera objetiva que los totes representan el 64% de las incidencias (principalmente debido a fugas en válvulas o varillas rotas), mientras que las tarimas recicladas ocupan el 20% de las desviaciones (a causa de clavos salidos estructurales que provocan perforaciones accidentales en los bidones). Los bidones plásticos acumulan el 10%, y los insumos menores como etiquetas muestran porcentajes mínimos.



Ilustración 50. Porcentaje de satisfacción del cliente durante el periodo de implementación de mejoras.

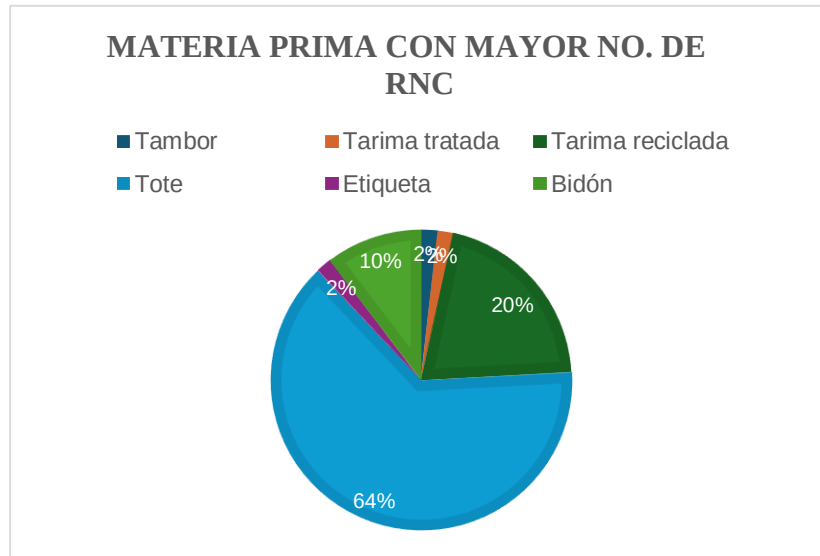


Ilustración 51. *Materia prima con mayor número de reportes de no conformidades.*

Para cerrar este análisis logístico, el comportamiento de las incidencias acumuladas por proveedor permite identificar visualmente la fuente principal de variabilidad en los insumos, destacando el impacto que genera el estado de los materiales entregados por los proveedores críticos seleccionados (Ilustración 52).

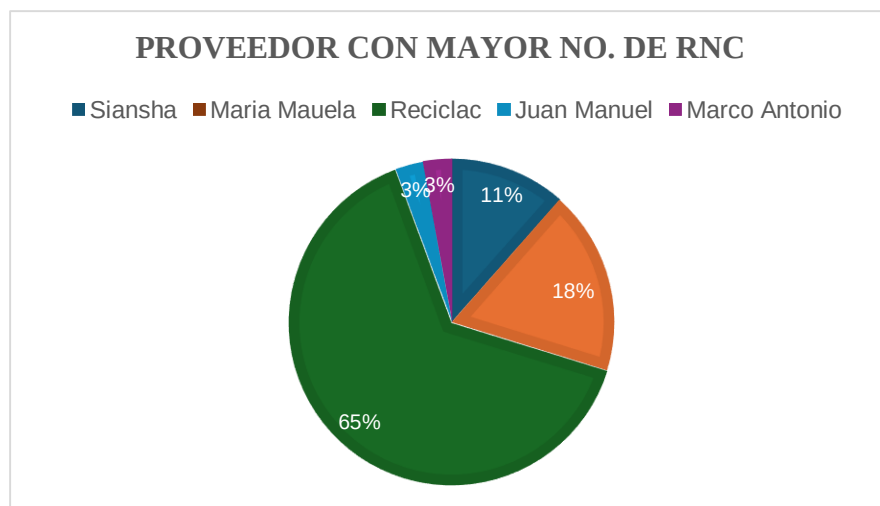


Ilustración 52. *Ranking analítico de proveedores con incidencias acumuladas de No Conformidad.*

5.8 Análisis de Pareto de Causas Específicas: Totes y Tarimas

Para profundizar en la mejora continua, se aplicó el principio de Pareto de manera específica a los dos insumos más críticos identificados en la gestión de almacenes. Esta metodología permitió priorizar las acciones correctivas sobre el 20% de las causas raíz que generaban el 80% de las mermas operativas en la planta.

Para el caso de los Totes (Ver Ilustración 53), se demuestra la Materia prima que cuenta con mayor número de No Conformidades (RNC), en este caso es Tambor con 99.07 % acumulado en el año 2025.

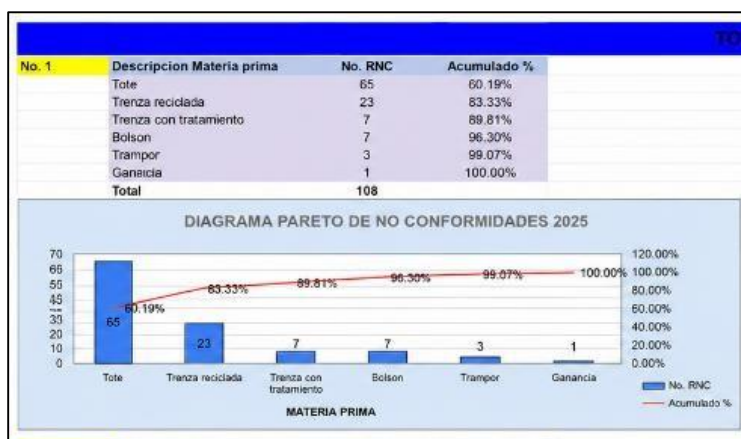


Ilustración 53. No Conformidades de Materia Prima.

Se demuestra en la (Ilustración 54) los nombres de los proveedores de totes que cuentan con mayor número de No Conformidades (RNC), en este caso es el proveedor Reciclac. También se registró el No. De fugas en válvulas (Ilustración 55) presentadas en estos totes, siendo así Reciclac, con mayor número de fugas en válvulas.



Ilustración 54. Proveedores de Totes 2025.



Ilustración 55. Proveedores de Totes con No. de Fugas en válvulas 2025.

Así mismo, se realizó un registro del número de totes sucios y/o dañados (Ilustración 56), siendo la principal causa específica de rechazo en Totes mediante el ERP Odoo, el proveedor Reciclac es de nuevo el proveedor con mayor número de totes sucios y/o dañados.

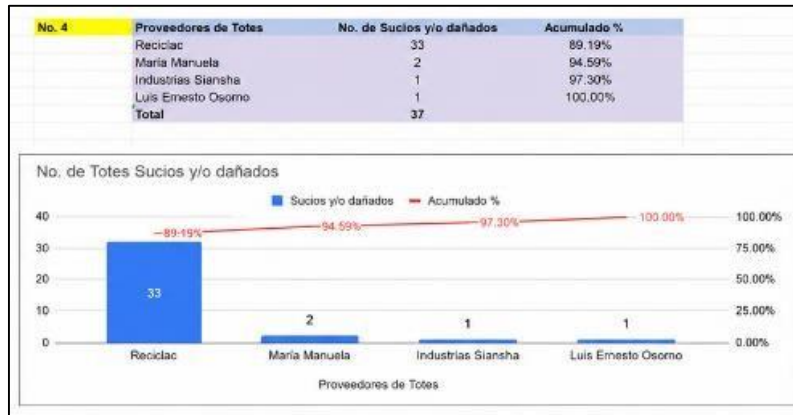


Ilustración 56. No. De totes sucios y/o dañados 2025.

Por su parte, el análisis de Pareto aplicado a los proveedores de Tarimas (Ver Ilustración 57), demuestra las piezas con nivel de defecto menor demostrando el número de piezas y el porcentaje acumulado.



Ilustración 57. Piezas de proveedor con nivel de defecto menor.

También se evidenciaron las piezas de tarima con mayor nivel de defecto (Ilustración 58), las desviaciones críticas son causadas por astillamientos severos y clavos salidos, inconvenientes detonados por la falta de un estándar rígido de aceptación con los

proveedores de empaque secundario, demostrando el número de piezas y el porcentaje acumulado.

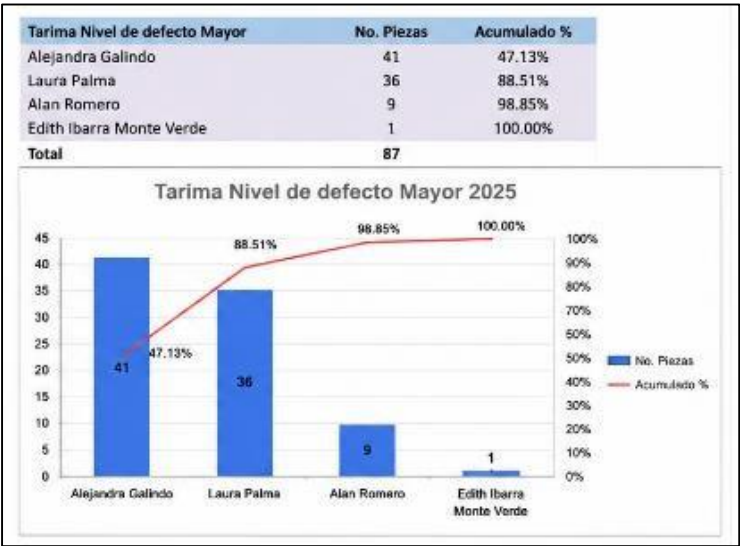


Ilustración 58. Tarima Nivel de defecto Mayor 2025.

Por último, se contaron las tarimas con nivel de defecto crítico (Ilustración 59), causadas por presencia de hongo en tarimas debido a la humedad que contenían, demostrando el número de piezas y el porcentaje acumulado. Para mayor visualización de las (Ilustraciones 53,54,55,56,57,58, 59, véase Anexo 8 para el formato completo).

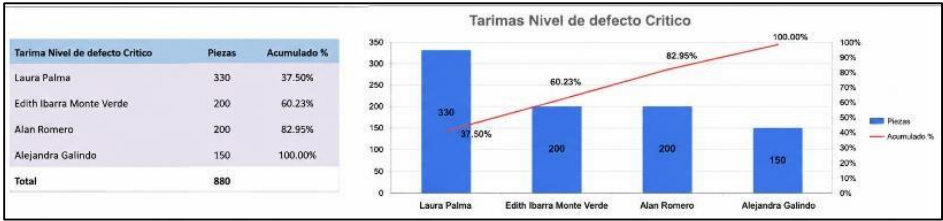


Ilustración 59. Tarimas Nivel de defecto Crítico

Para complementar el análisis operativo, el ERP Odoo permite generar reportes consolidados del estatus de los flujos de trabajo por departamento. Como se aprecia (Ver

Ilustración 60), la plataforma segmenta las alertas y Reportes de No Conformidad (RNC) de acuerdo con su etapa de gestión (*Nuevo, En Progreso, Propuesta de Solución y Resuelto*).



Ilustración 60. Comportamiento en Registro de NC.

Se realizó un registro de NC de los procesos responsables de manera general (Ilustración 61), el área de Servicio al Cliente es el que cuenta con mayor número de NC. Por el contrario, procesos como *Producción, Logística y Distribución*, reflejan una tasa de cierre (*Resuelto*), lo que demuestra la efectividad de los canales de comunicación interna y la rapidez en la ejecución de las acciones correctivas una vez que los insumos ingresan a las líneas de envasado y ensamble.

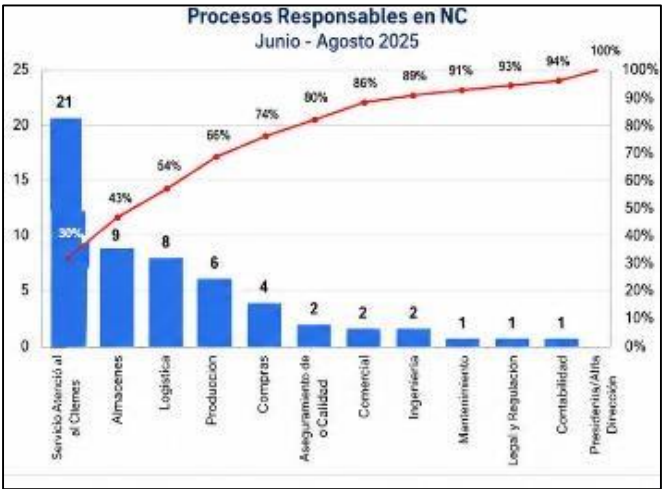


Ilustración 61. Procesos Responsables en NC, 2025.

Así mismo, se evaluó a Servicio al Cliente (Ilustración 62), evidenciando que el mayor número de NC es Cargas o pedidos incompletos, esto genera las quejas de cliente y la disminución de servicio al cliente.

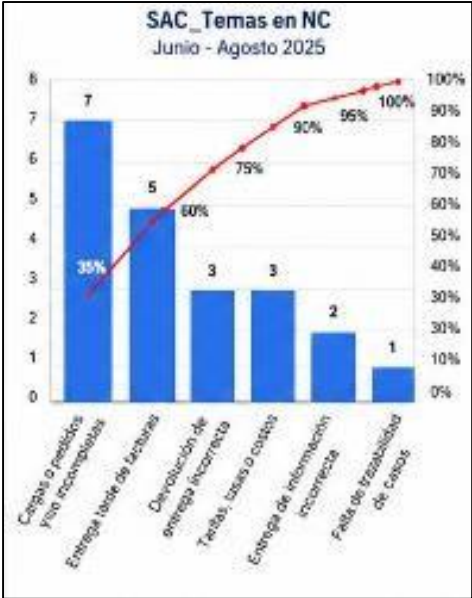


Ilustración 62. Temas de NC, Servicio al Cliente.

El área de Almacén de Materia Prima (Ilustración 63), concentra el mayor volumen de incidencias activas respecto al incumplimiento de 5S.

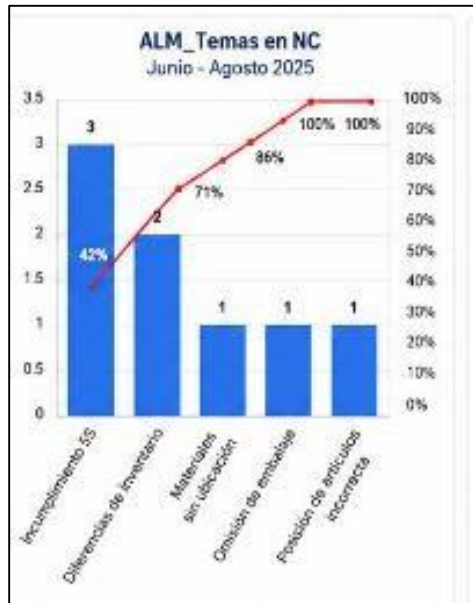


Ilustración 63. Temas de NC, Almacén.

Por último, el área de logística cuenta con temas en NC (Ilustración 64), tarimas, fletes o políticas con mayor numero, también le sigue daños y pedidos por terceros también afectando al servicio al cliente ya que estas dos áreas están conectadas. Para mayor visualización de las (Ilustraciones 60,61,62,63,64, véase Anexo 9 para el formato completo).

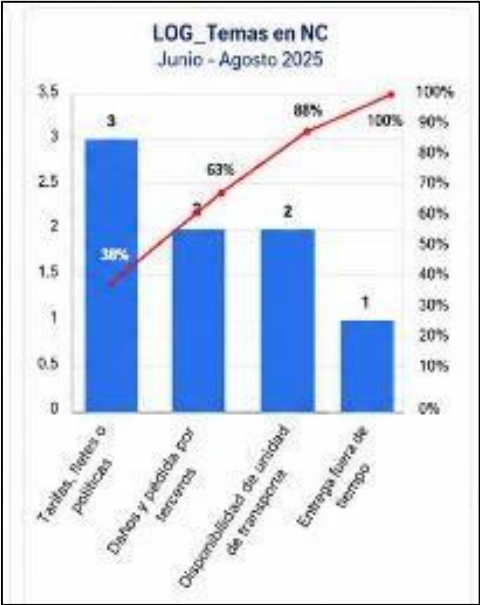


Ilustración 64. Temas de NC, Logística.

5.9 Análisis de Resultados y Desempeño de la Calidad (KPIs)

El fortalecimiento institucional del SGC se ve reflejado de forma cuantitativa en los niveles de cumplimiento alcanzados por los procesos de la planta al cierre del ejercicio 2025. Como se detalla en la Tabla 10, departamentos clave para la cadena de valor como Calidad y Recursos Humanos alcanzaron niveles óptimos de desempeño, cumpliendo con el 100% de las metas de sus indicadores clave (KPIs) y validando la efectividad de los controles preventivos implementados.

Departamento	Indicadores representativos	Estatus de cumplimiento	Desempeño visual
Administración	Pagos y reporte de costos	85%-95%	
Calidad	Facturación e incidencias de cliente	99%-100%	

Logística	Inventarios y tiempos de entrega	90%-95%	
Operaciones	Costo de Manufactura y Mantenimiento.	<80%	
Recursos Humanos	Plan de Capacitación	100% (Cierre de año)	

Tabla 10. *Resumen Ejecutivo de Desempeño Operativo por Departamento.*

El análisis técnico de los logros operativos obtenidos demuestra el impacto directo de la reestructuración del sistema de calidad en la estabilidad de los procesos de manufactura:

- **Optimización del servicio al cliente:** Se mitigaron las quejas técnicas recurrentes mediante el endurecimiento de los criterios de aceptación en las estaciones de inspección final. Este avance atacó de raíz la presencia de alga en el producto terminado (AUS32), una desviación microbiológica crítica que anteriormente generaba costosos rechazos por contaminación y afectaba severamente los indicadores de satisfacción del cliente.
- **Auditoría interna de calidad:** Se validó un nivel de cumplimiento normativo global del 92%. Este porcentaje consolida la madurez institucional del SGC frente a las rigurosas auditorías de certificación de la norma IATF 16949:2016.
- **Gestión de materiales eficientes:** La implementación de controles preventivos en estaciones clave evitó la fuga de producto no conforme (PNC) en las líneas de

ensamble de convertidores catalíticos y en las áreas de envasado automatizado de urea automotriz, optimizando el costo por disposición de scrap.

5.10 Validación Final del SGC mediante Auditorías

Con el propósito de validar la robustez y el nivel de madurez alcanzado por el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) tras las mejoras operativas e informáticas implementadas, se llevó a cabo un ciclo de auditorías internas enfocado en el cumplimiento estricto de los requisitos de la norma IATF 16949:2016.

La revisión se fundamentó en la aplicación de listas de cotejo técnicas en puntos críticos como el control de materia prima en andenes, la inspección de autotanques de transporte (específicamente para asegurar la inocuidad del AUS32) y la emisión automatizada de certificados de calidad de producto terminado desde Odoo. Este ejercicio permitió evaluar el estatus operativo del SGC. En la Tabla 11 se presenta el concentrado de comentarios, notas de campo del equipo auditor y el estatus final de cumplimiento por proceso bajo el estándar automotriz:

Proceso Auditado	Requisito Evaluado (IATF 16949)	Comentarios y Observaciones del Equipo Auditor	Estatus de Cierre
Recepción de Materia Prima	Apartado 8.5.4 (Preservación del producto)	Se constató la aplicación sistemática del nuevo Checklist de Inspección de Auto Tanque. Se erradicó el ingreso de insumos dañados; no obstante, se emitió una nota de oportunidad para mejorar la actualización de etiquetas de vigencia.	Cerrado / Conforme

Producción y Envasado (AUS32)	Apartado 8.5.1.1 (Plan de Control) / 8.5.1.5	Las estaciones operan bajo los lineamientos del Plan de Control maestro automatizado en Odoo. Las acciones preventivas del AMEFP mitigaron de raíz el riesgo de contaminación biológica (alga). Se detectó disciplina operativa.	Cerrado / Conforme
Almacenes y Logística	Apartado 7.1.4 (Ambiente para la operación)	La intervención mediante la metodología 5S recuperó el orden y limpieza en racks. Se eliminaron obstrucciones físicas en pasillos de tránsito y zonas de seguridad. El sistema PEPS se ejecuta de manera confiable.	Cerrado / Conforme
Servicio y Atención al Cliente	Apartado 9.1.2.1 (Satisfacción del cliente)	El registro centralizado de no conformidades (PNC/SNC) funciona al 100% en tiempo real en Odoo, lo que eliminó el rezago y la pérdida de datos. Las quejas se redujeron un 5% acumulado.	Cerrado / Conforme

Tabla 11. Matriz de hallazgos, comentarios de auditoría interna y estatus de cierre normativo.

Este ejercicio de auditoría interna confirmó la estabilidad de los procesos de fabricación de convertidores y urea, así como su capacidad instalada para reducir la variabilidad y garantizar la conformidad del producto, obteniendo un porcentaje de cumplimiento sobresaliente por departamento, tal como se ilustra en la Ilustración 65.

Fecha del Informe	29/05/25
Referencia	AI-2501
Fecha de Auditoría	19, 23 y 24 de mayo de 2025
Equipo Auditor	
Rol/ Responsabilidad	Nombre
Auditor Líder	Giovanna Marisol Hernández Ruiz
A1	Gilberto Murillo Dimas
A2	Francisco Roberto Hernández Ramírez
A3	Ricardo de la Cruz
A4	Luis Salvador Flores Ordoñez
A5	Véronica González Rivera
A6	María del Carmen Pulido
A7	Luis Serafin Martínez
A8	José Luis Huertas Navarro
Objetivo de la Auditoría	Verificar el cumplimiento de los procesos de acuerdo a lo especificado en las normas ISO 9001 – IATF 16949
Alcance de la Auditoría	Todos los procesos del Sistema de Gestión (ver mapa de interacción de procesos)
Criterios de la Auditoría	ISO 9001:2015 – IATF 16949:2018
Desarrollo de la Auditoría	Se llevo a cabo de acuerdo al Plan de Auditoría, dentro de las instalaciones
Fortalezas encontradas	Excelente disposición de los miembros de la organización de ser auditados Puntual seguimiento a las acciones de mejora El Líder de Empresa tiene mucha apertura y liderazgo referente al Sistema de Gestión El personal de Aseguramiento de Calidad tiene excelente disposición y conocimiento sobre la norma
Resumen	
La auditoría se llevo a cabo con cambios de tiempos derivado de la operación, no afectando el desarrollo de la misma. Durante el recorrido se detectaron áreas sucias y material fuera de lugar, producto no conforme sin identificar, obstrucción de pasillo y salidas de emergencia Se vio al personal participativo El equipo auditor estuvo en su mayoría presente en el transcurso de la auditoría Algunos dueños de proceso estuvieron ausentes durante el proceso de auditoría	
NCM	11
NCm	10
NCM: No Conformidad Mayor NCm: No Conformidad Menor OCM: Oportunidad de Mejora A1, A2, A3,...: Auditor 1, 2, 3,...	

Ilustración 65. Resultados cuantitativos de la auditoría interna del Sistema de Gestión de la Calidad.

Adicionalmente, se llevó a cabo una auditoría externa de Fase 1 a cargo del organismo certificador DQS, con el objetivo de evaluar la madurez documental y la implementación de los procesos clave antes de la auditoría final de certificación. Durante este proceso se identificaron fortalezas significativas en el control de trazabilidad, así como áreas de oportunidad menores en la gestión de riesgos que fueron atendidas de manera oportuna, quedando asentadas formalmente en el reporte oficial del organismo (Ilustración 65).

dqs		Stage 1 Readiness Assessment			
Results					
Stage 1 review summary					
The QM documents provided (QM manual, procedures and the list of quality records and documents) comply with the requirements of the applicable standards. The process map is described in the documentation, and the documents also explain the sequence of the processes as well as the interactions between processes. The QM documentation defines customer-oriented as well as management and supporting processes. Key indicators have been identified for the processes. No critical areas of concerns were found during the documentation check.					
Audit team recommendation					
Is the organization ready to proceed to a stage 2 audit?				Ready	
Proposed stage 2 audit dates				15.Dec.2025	
By entering my name, I attest that a copy of the audit report was left with the organization at the closing meeting.					
Gholamreza Aghagol		15.Nov.2025		This document is valid without a signature	
Auditor's name		date			

Ilustración 66. Observaciones y registro de fortalezas de la primera fase de auditoría externa emitida por DQS.

5.11 Impacto Económico y Propuesta de Valor

La implementación de este Sistema de Gestión de Calidad no solo representa un estricto cumplimiento normativo con el sector automotriz, sino una inversión con un alto retorno financiero para la organización. El valor del proyecto se fundamenta en tres pilares económicos principales, los cuales reflejan la viabilidad financiera y operativa del sistema (Ilustración 67):

- **Retorno de Inversión (ROI) por Reducción de Scrap:** La disminución del 3% en defectos de fabricación significa un ahorro directo anual estimado de \$350,000 MXN, al reducir el desperdicio de materia prima (AUS 32) y optimizar las horas hombre invertidas en reprocesos.
- **Mitigación de Costos por No Calidad:** Antes del proyecto, las quejas de clientes y los Reportes de No Conformidad (RNC) manuales generaban costos ocultos por fletes urgentes y retrabajos en lote. Con la digitalización en Odoo y el control

preventivo, se eliminó el riesgo de penalizaciones contractuales por parte de las armadoras.

- **Valor de Mercado de la Consultoría:** Un proyecto de esta envergadura, que incluye la interpretación de la norma IATF 16949, la ejecución de auditorías internas y el despliegue del AMEF, tiene un valor comercial en el mercado de consultoría industrial de entre \$120,000 y \$180,000 MXN. Al ejecutarse mediante el modelo de residencia profesional, la organización absorbe este conocimiento de alto impacto a costo cero.



Ilustración 67. Análisis de impacto económico y propuesta de valor integral del proyecto.

Para evaluar la viabilidad financiera de las mejoras implementadas, se utilizó el indicador del Retorno de la Inversión (ROI), el cual determina la relación entre el beneficio económico obtenido (ahorros acumulados) y los recursos económicos invertidos para el desarrollo del proyecto. La evaluación se fundamenta bajo la siguiente ecuación financiera (Ilustración 68):

$$ROI = \frac{\text{Beneficio o Ahorro Obtenido} - \text{Inversión Realizada}}{\text{Inversión Realizada}} \times 100$$

Ilustración 68. Ecuación general para el cálculo del Retorno de la Inversión (ROI).

Considerando un escenario financiero real donde la inversión estimada para la infraestructura de control de almacenes, automatización de alarmas en ósmosis y la digitalización de módulos en el ERP Odoo ascendió a \$100,000 MXN, frente a un ahorro anual consolidado de \$350,000 MXN por la mitigación de scrap y la erradicación de quejas por presencia de alga, el cálculo del indicador se desglosa a continuación (Ilustración 69):

$$\text{ROI} = \frac{\$350,000 - \$100,000}{\$100,000} \times 100 = 250\%$$

Ilustración 69. Cálculo del Retorno de la Inversión (ROI) aplicado al proyecto de estandarización.

El resultado del 250% de ROI demuestra que el proyecto es altamente rentable, indicando que, por cada peso invertido en la estandarización del SGC, la organización recupera el capital inicial y genera \$2.50 pesos adicionales en ahorros netos durante el primer año de operación.

Finalmente, el Periodo de Recuperación del Capital (*Payback Period*) se determinó mediante la relación matemática entre la inversión inicial y el flujo de ahorro mensual promedio obtenido (\$29,166 MXN), calculándose de la siguiente manera (Ilustración 70):

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ahorro Mensual Promedio}} = \frac{\$100,000}{\$29,166} = 3.4 \text{ meses}$$

Ilustración 70. Ecuación y cálculo final del Periodo de Recuperación del Capital (*Payback Period*).

Este análisis demuestra que la inversión requerida se recupera en un periodo estimado de apenas 3.4 meses, consolidando las acciones de mejora no como un gasto administrativo o

documental para cumplir con la norma IATF 16949:2016, sino como una estrategia de optimización financiera con un impacto directo en la rentabilidad, competitividad y sustentabilidad a largo plazo de la planta productora.

5.12 Conclusiones

La presente investigación permitió fortalecer de manera integral el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en una organización de alta exigencia dentro del sector automotriz, mediante la aplicación estratégica de herramientas avanzadas de ingeniería industrial y mejora continua. A través del diagnóstico inicial y la centralización de datos en el ERP Odoo, se identificaron y mitigaron áreas de oportunidad críticas en la estandarización de procesos y la gestión de riesgos logísticos, lo que fundamentó el despliegue de soluciones enfocadas en el control total, la trazabilidad y la eficiencia en piso.

La ejecución sistemática de acciones basadas en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), en conjunto con la disciplina operativa de la metodología 5S y el análisis estadístico de causa raíz mediante diagramas de Pareto e Ishikawa, resultó fundamental para la optimización de las áreas de almacenamiento y andenes. Estas intervenciones no solo erradicaron las condiciones de desorden y variabilidad física en piso, sino que institucionalizaron el uso de checklists digitales obligatorios, mitigando de raíz los modos de falla críticos en totes y tarimas que comprometían la integridad del producto terminado.

Un hito fundamental y diferenciador en la realización de este proyecto fue el cumplimiento estricto del objetivo estratégico general: la reducción del 3% en los defectos de fabricación (scrap) dentro de las líneas de producción de urea (AUS32) y ensamble de convertidores catalíticos. Esta metamatemática se alcanzó gracias a la reingeniería de la información documentada, la mitigación biológica del riesgo de alga mediante el AMEFP y el seguimiento riguroso de los indicadores clave de desempeño (KPIs). Este logro, sumado al incremento del 5% en la satisfacción del cliente, consolidó un enfoque preventivo y

robusto, alineado firmemente con los exigentes requisitos de la norma internacional IATF 16949:2016.

Finalmente, el desarrollo de esta investigación demostró ser una pieza clave para blindar el proceso de certificación de la planta, alcanzando un sobresaliente 92% de cumplimiento normativo global en el ciclo de auditorías internas y logrando una transición exitosa por la Fase 1 del organismo certificador DQS. En conclusión, el proyecto generó un valor tangible y un alto retorno financiero (250% de ROI) para la organización al consolidar bases sólidas para la mejora continua, promoviendo una cultura organizacional orientada a la prevención de errores, la optimización de recursos y el fortalecimiento de la competitividad dentro de la industria automotriz global.

5.13 Recomendaciones

Con el propósito de salvaguardar los beneficios financieros y operativos alcanzados en este proyecto, así como de garantizar la mejora continua y la sostenibilidad del Sistema de Gestión de la Calidad, se formulan las siguientes recomendaciones estratégicas a la alta gerencia de la organización:

- **Sostenibilidad Normativa:** Dar continuidad al ciclo de auditorías internas periódicas utilizando la metodología por procesos, asegurando el estricto cumplimiento de las directrices de la norma IATF 16949:2016 y la preparación constante ante auditorías de vigilancia externa.
- **Capacitación en Core Tools:** Fortalecer los programas de capacitación continua para el personal operativo y de ingeniería en las herramientas clave del sector automotriz (*Core Tools*), tales como AMEF, SPC, APQP y PPAP, para arraigar una cultura de prevención de fallas en nuevos proyectos.
- **Dinamismo del Plan de Control:** Mantener actualizado de manera proactiva el Plan de Control maestro y las Hojas de Instrucción Técnica (HIT), asegurando que reflejen fielmente cualquier cambio en los parámetros de los procesos productivos y los requisitos específicos del cliente (*CSR*).
- **Transformación Digital:** Continuar explotando las capacidades del software ERP Odoo para la gestión documental automatizada, optimizando el control de versiones, firmas electrónicas y el acceso inmediato a la información auditable en las líneas de piso.

- **Monitoreo de KPIs y Proveedores:** Mantener un seguimiento automatizado sobre los indicadores clave de desempeño (KPI), madurando el ranking de proveedores en Odoo para establecer evaluaciones periódicas rígidas que disminuyan la variabilidad de insumos críticos como totes y tarimas.
- **Expansión del Sistema (Efecto Multiplicador):** Extender el despliegue de las herramientas de mejora continua y la disciplina 5S a las áreas administrativas y logísticas periféricas de la organización, robusteciendo el SGC de manera holística.
- **Industria 4.0:** Dar seguimiento a mediano plazo a investigaciones enfocadas en la digitalización avanzada, considerando la integración de sensores IoT en las etapas de ósmosis y envasado automatizado para el monitoreo predictivo de parámetros microbiológicos en tiempo real.

5.14 Referencias

- Aichouni, A. B. E., Silva, C., y Ferreira, L. M. (2024). Integration of TQM and Industry 4.0. *Sustainability*, 16(20), 9108. <https://doi.org/10.3390/su16209108>
- Alvarado, J. (2023). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la norma IATF 16949* (Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar). Repositorio Institucional UASB.
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/10506/1/T4587-MGICI-Alvarado-Propuesta.pdf>
- Antony, J., Sony, M., y Furterer, S. (2023). Quality 4.0 and its impact on organizational performance: An integrative review and research agenda. *Quality Management Journal*, 30(2), 89–102.
<https://doi.org/10.1080/10686967.2023.2173574>
- Automotive Industry Action Group. (2019). *Measurement systems analysis (MSA)* (4a ed.). AIAG.
- Automotive Industry Action Group. (2020). *Production part approval process (PPAP)* (4a ed.). AIAG.
- Automotive Industry Action Group. (2022). *Advanced product quality planning (APQP) and control plan*. AIAG.
- Automotive Industry Action Group y Verband der Automobilindustrie. (2019). *AIAG & VDA FMEA handbook*. AIAG.
- Bernal, C. A. (2022). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (4a ed.). Pearson Educación.

□

- Bouranta, N., Psomas, E., y Pantouvakis, A. (2020). The role of leadership in total quality management. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(1-2), 175–194. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1419914>
- Christopher, M. (2022). *Logistics & supply chain management* (6a ed.). Pearson.
 - Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6a ed.). Sage.
 - Cuatrecasas, L. (2020). *Gestión de la calidad total: ISO 9001 y excelencia en la gestión*. Profit Editorial.
 - El Affaki, O., Benhadou, M., y Haddout, A. (2024). Lean management in correlation with IATF 16949. *Management Systems in Production Engineering*, 32(1), 45–53. <https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0006>
 - Escobar, C. A., Cantoral-Ceballos, J. A., y Morales-Menéndez, R. (2024). Quality 4.0. *Quality Engineering*, 37(1), 92–117. <https://doi.org/10.1080/08982112.2024.2311454>
 - Fonseca, L., y Domingues, J. P. (2022). ISO 9001 and IATF 16949. *International Journal for Quality Research*, 16(1), 45–60. <https://doi.org/10.24874/IJQR16.01-04>
 - Franco Baltazar, A. A., Mendoza, J. A., y Flores, R. (2021). Manual para la aplicación de la norma IATF 16949-2016. *Revista Educateconciencia*, 29(33), 112–135.
 - Ghaleb, M. (2024). Quality management practices and their impact. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(2), 245–260. <https://doi.org/10.3926/jiem.6512>

□

- Goetsch, D. L., y Davis, S. B. (2022). *Quality management for organizational excellence* (9a ed.). Pearson.
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
 - Hoyle, D. (2021). *ISO 9000 quality systems handbook* (8a ed.). Routledge.
 - Hussamadin, R., Jansson, G., y Mukkavaara, J. (2023). Digital quality control system. *Buildings*, 13(2), 358. <https://doi.org/10.3390/buildings13020358>
 - International Automotive Task Force. (2021a). *IATF 16949:2016 automotive quality management system standard*. IATF.
 - International Automotive Task Force. (2021b). *Rules for achieving and maintaining IATF recognition* (5a ed.). IATF Global Oversight.
 - International Organization for Standardization. (2021). *ISO 9001:2015 quality management systems — Requirements*. ISO.
 - Ivanov, D., Dolgui, A., y Sokolov, B. (2021). Supply chain resilience and digitalization. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4815–4834. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1917631>
 - Khan, S., Zhang, Y., y Yu, Z. (2023). Industry 4.0 and quality management integration. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(4), 580–601. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2022-0315>
 - Kumar, R., Singh, S., y Jain, A. (2022). Autonomous quality management system in automotive manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108121. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108121>

□

- López-Lemus, J. A., y De la Riva, M. T. (2021). La gestión de la calidad como factor de competitividad en el sector manufacturero. *Revista de Investigación en Ciencias Estratégicas*, 9(18), 67–82.
- Luthra, S., Mangla, S., y Yadav, G. (2023). Sustainable quality management practices. *Journal of Cleaner Production*, 395, 136412.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136412>
 - Morales, O., Nava, J. G., Moreno, J. J., y Ceballos, B. A. (2025). Artificial intelligence for quality defects. *Sensors*, 25(5), 1288.
<https://doi.org/10.3390/s25051288>
 - Nemak. (2024). *Nemak: empresa global de componentes automotrices*.
<https://www.nemak.com>
 - Oakland, J. S. (2021). *Total quality management and operational excellence* (6a ed.). Routledge.
 - Pérez Lima Ponce, M. Á. (2021). *Integración del modelo Lean Manufacturing con la norma IATF 16949:2016* (Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla). Repositorio Institucional BUAP.
 - Psomas, E., y Antony, J. (2022). Total quality management practices and performance outcomes. *The TQM Journal*, 34(6), 1450–1472.
<https://doi.org/10.1108/TQM-06-2021-0182>
 - Pyzdek, T., y Keller, P. (2021). *The Six Sigma handbook* (6a ed.). McGraw-Hill.
 - Sampaio, P., Saraiva, P., y Rodrigues, A. (2021). ISO 9001 and performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 38(4), 901–920.

□

<https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2020-0241>

Sánchez, R. (2022). *Sistemas de gestión de calidad y su impacto en la eficiencia operativa industrial*. Editorial Académica Universitaria.

- Santos, G., Rebelo, M., y Silva, R. (2021). Quality management systems and performance. *International Journal for Quality Research*, 15(2), 341–356.
<https://doi.org/10.24874/IJQR15.02-01>
- Stamatis, D. H. (2022). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* (3a ed.). Quality Press.
- Womack, J. P., y Jones, D. T. (2022). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2a ed.). Free Press.
- Zgodavová, K., Bober, P., y Majstorović, V. (2022). Quality management systems evolution in automotive sector. *Total Quality Management & Business Excellence*, 33(9-10), 1102–1121. <https://doi.org/10.1080/14783363.2021.1932115>

□

5.15 Anexos

Anexo 1. Registro de No Conformidades (ERP Odoo).

No. RNC	Fecha	Descripción	Planta	Cantidad	Área	¿Genero retrabajo?	Descripción de la No conformidad	Detalle de como se genero el material o pro
020-25	2/10/2025	Urea	Santiago	Varios	Instalaciones cliente	Si	Producto terminado presenta agente	Proceso del proveedor
021-25	2/12/2025	Bidón	Santiago	1	Producción	Si	Se detecta 1 bidón picado de la part	Proceso del proveedor
022-25	2/14/2025	Tarima Reciclada	Santiago	3	Producción	No	En el proceso de envasado, se ident	Proceso del proveedor
023-25	2/18/2025	Pipa	Satillo	No aplica	Producción	No	En el proceso de carga de autotanq	No aplica
024-25	2/19/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	En el proceso de recolección de Prc	Proceso del proveedor
025-25	2/20/2025	Tote	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de envasado se inspe	Proceso del proveedor
026-25	2/21/2025	Tarima Reciclada	Santiago	2	Almacén	No	En el arribo de tarimas recicladas de	Proceso del proveedor
027-25	2/24/2025	Tarima Reciclada	Santiago	100	Almacén	No	Se rechazan las tarimas de IPM, pre	Se inspecciona la tarima en recepcion almace
028-25	2/25/2025	Tote	Santiago	3	Almacén	Si	Se detectan dos totes del proveedor	Se determina en el proceso de llenado de pro
029-25	2/25/2025	Tote	Santiago	1	Producción	Si	Se detecta 1 tote con fuga en válvula	Se genera en el área de llenado de producc
030-25	2/21/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	No	Se detecta un tote dañado de la bur	Generar el cambio físico
031-25	2/26/2025	Tote	Santiago	28	Almacén	No	En el arribo de totes, durante la insp	En el proceso de proveedor
032-25	2/28/2025	Tarima Reciclada	Santiago	3	Producción	No	En el embalaje del producto, person	En el proceso del proveedor
033-25	2/28/2025	Tarima con tratamiento	Santiago	1	Producción	No	En el embalaje, personal de producc	En el proceso de proveedor.
034-25	3/4/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	Se detecta un tote en la zona de adu	Al momento de ser llenado el tote en el área d
035-25	3/7/2025	Tarima Reciclada	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de llenado, personal d	En el proceso de proveedor
036-25	3/7/2025	Tarima Reciclada	Santiago	1	Producción	No	En el proceso de llenado, personal d	En el proceso de proveedor
037-25	3/10/2025	Tote	Santiago	1	Almacén	Si	Se detecta 1 tote con fuga en válvula	Recorrido de inspección de almacenes

Anexo 2. Checklists de Inspección de autotanque.



Anexo 3. Checklist de Inspección de materia prima.

CHECK LIST DE INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA INDIRECTA					Fecha emisión: 23/02/18 Fecha revisión: 27/10/21	
SOLICITANTE: _____		ÁREA: _____				
FECHA SOLICITUD: _____						
DESCRIPCIÓN:					Cantidad:	_____
					Lote:	_____

Uso exclusivo para Control de Calidad				
TOTE	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Base en buen estado				
Empacillado bien soldado				
Valvula en buen estado				
Empaques de tapa sin desgaste				
Tapon de tapa volteado				
Interior limpio				
Tapa en buen estado				
Llave de descarga en buen estado				
Sin golpes ni perforaciones				
Color característico				
TAMBOR	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Sin picaduras o raspones				
Sin deformaciones				
Sin rebabas				
Sin manchas				
Interior limpio				
Tapa en buen estado				
Sin golpes ni perforaciones				
Color característico				
Sellos	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Secuencia numerica				
Apariencia visual				

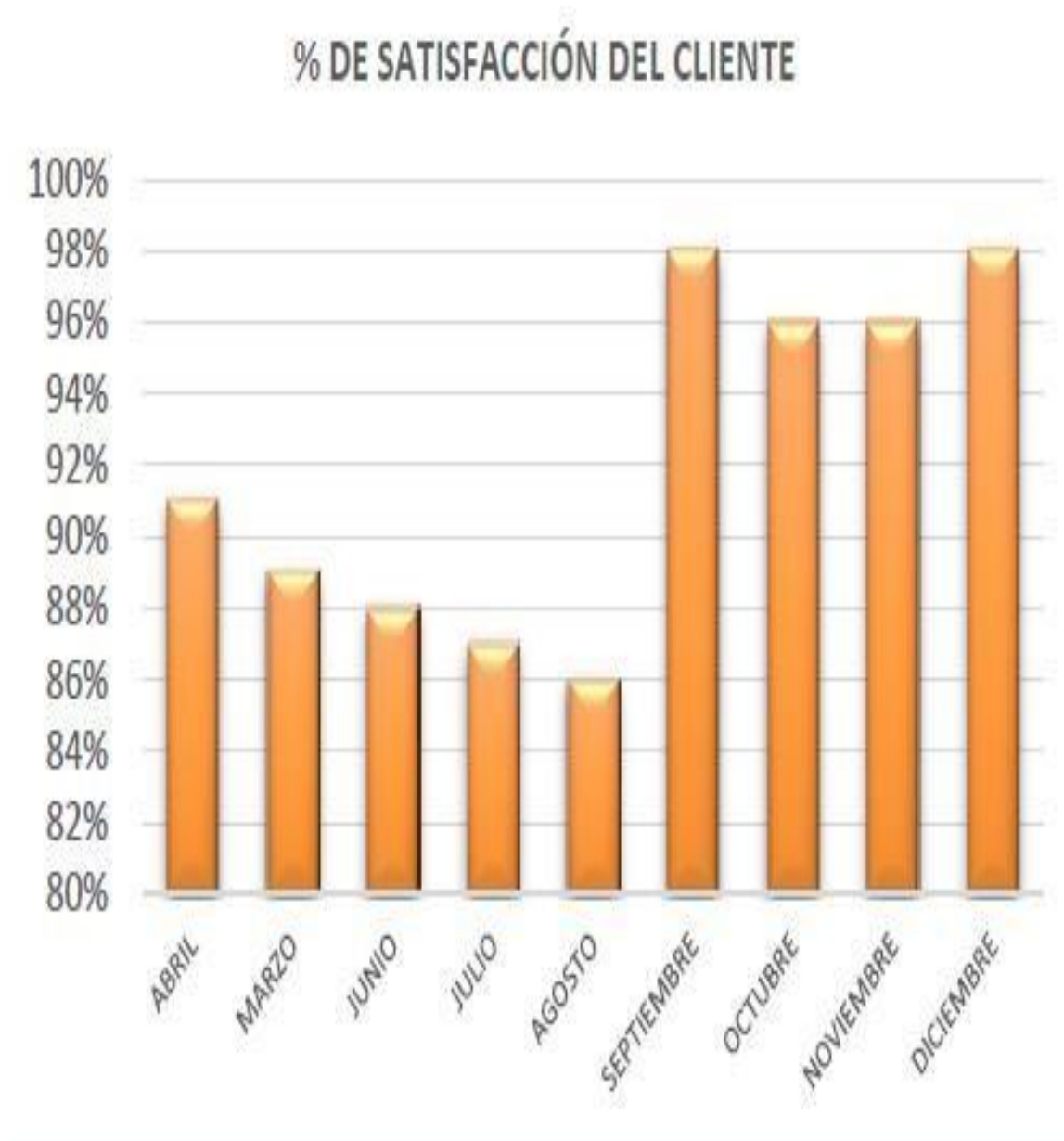
Observaciones:

Bidon	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Interior limpio				
Tapa en buen estado				
Sin golpes ni deformaciones				
Sin picaduras				
Color característico				
Sin manchas				
Sin rebaba				
Libre de contaminación				
ETIQUETAS	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Color característico				
Texto correcto y legible				
Dimensiones correctas				
Con adhesivo				
No rota				
Sin picaduras				

TARIMA					
NO TRATADA	TRATADA	CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Piezas
Pino Industrial 2da. Clase	Pino industrial 2da. Clase HT 1.2 X 1.2				
Sello del proveedor	Sello del proveedor				
Fecha de fabricación	Fecha de fabricación				
No. Parte Zar-Kruse	No. Parte Zar-Kruse				
2 clavos roitados de 2 1/2 x unión	2 clavos roitados de 2 1/2 x unión				
Humedad: 45% Máx.	Humedad: 20% Máx.				
Largo: 120 cm	Largo: 120 cm				
Ancho: 120 cm	Ancho: 120 cm				
Hoyos o afectaciones por algún tipo de plaga	Hoyos o afectaciones por algún tipo de plaga				
Fracturas o grietas	Fracturas o grietas				
Nudos no senos (sueltos)	Nudos no senos (sueltos)				
No. Tablones: 10	No. Tablones: 10				

RESULTADOS DE ACUERDO A APLICACIÓN DE CHECK LIST		
LIBERADO ☐	RECHAZADO ☐	PRODUCTO NO CONFORME ☐
DETALLE DE LA INSPECCIÓN:		ACCIONES:
NOTIFICACIÓN DE RESULTADOS		
SOLICITANTE _____ Nombre, Firma y Fecha de Enterado		CONTROL DE CALIDAD _____ Nombre, Firma y Fecha

Anexo 4. Diagrama de flujo e interacción de módulos del SGC integrados en el ERP Odoo.



Anexo 5. Interfaz del módulo de Calidad en ERP Odoo para el registro de alertas y Reportes de No Conformidad (RNC).

	Reporte de Material o Producto No Conforme			Código	FO-AC-09
				Emisión	10/2/2025
				Revisión	02
Información General					
Fecha	9/1/2025	Emite	Francisco Roberto Hernández	No. RNC	001-26
Descripción	Tote	Lote	1-12-25	No. Parte	0013
Planta	Santiago	Proveedor	Marco Antonio Morelos	Cantidad	1
Descripción del Hallazgo					
Proceso donde se detectó	Proceso	Área	Producción		
¿Generó paro de línea?	No	Tiempo (min)	0		
¿Generó retrabajo?	Si	Tiempo (min)	5		
Descripción de la No Conformidad					
Se detecta un tote estibado de presentación International con fuga en válvula.					
Detalle de cómo se generó el Material o Producto No Conforme					
En el proceso de llenado de producción.					
Parámetro afectado	Funcional				
Dictamen y disposición fin	Cambio físico				
Autorización otorgada por	Francisco Roberto Hdz				
Comentarios adicionales					
Generar el cambio físico con el proveedor Marco Antonio Morelos					
Segregación y contención					
Acción	Nombre	Rol	Fecha inicio	Fecha final	
Se identifica el tote	Francisco Roberto	Calidad	9/1/2025	9/1/2025	
Vaciar el tote al mezclador	Hugo Mancilla	Producción	9/1/2025	9/1/2025	
Generar el cambio físico	Veronica Gonzalez	Compras	9/1/2025	9/1/2025	
0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	
0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	0/1/1900	
¿Procede acción	No	Responsable	Marco Antonio Morelos		

Anexo 6. Panel de control (Dashboard) en Odoo para el monitoreo y seguimiento de No Conformidades.

REGISTRO DE NO CONFORMIDADES											
Marca temporal	No. NC	Fecha de registro	Mes	Planta	Fecha de la No. Conformidad	Tipo de NC	Procesos Afectado	Descripción de la NC. Especificar (cuando aplique) presentación, cantidad de piezas y/o litros		Procesos Responsable	Acciones inmediatas
15/01/2025	P-005-25	Enero	Enero	Santiago	15/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza tarima por mal estado ubicada en el área de Producción, se encuentra quebrada en la parte inferior, se identifica para su seguimiento.		Producción	1. Reacondicionamiento de la tarima; 2. Identificación de tarima para scrap
15/01/2025	P-006-25	Enero	Enero	Santiago	15/01/2025	SNC	Producción	No se siguió lo establecido en el procedimiento Recepción de Materia Prima (PR-MP-01 Rev.00) por el Auxiliar de Almacén en la que se indica la colocación de las etiquetas de PEPIS en		Almacenes	1. Recopilar al personal a cargo de sus procesos del Sistema de Gestión
10/01/2025	P-007-25	Enero	Enero	Santiago	10/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	Se rechazan 13 garrafas, por abolladuras durante el proceso de etiquetado ubicado en Nave 3 de Ralcy		Producción	1. Reacondicionamiento 2. Identificación de las garrafas para scrap
17/01/2025	P-008-25	Enero	Enero	Santiago	17/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza una tarima dañada, con presentación tambor stybue		Producción	1. Reacondicionamiento 2. Identificación para scrap
17/01/2025	P-009-25	Enero	Enero	Santiago	17/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	Se rechaza una tarima dañada, con presentación tambor stybue		Almacenes	1. Reacondicionamiento 2. Identificación para scrap
20/01/2025	P-010-25	Enero	Enero	Santiago	20/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	No se siguió lo establecido en el procedimiento Control de Producto No Conforme (PR-CC-04 Rev.02) al material devuelto después de la queja Q-52-24 (Ralcy), en donde se especifica la comunicación efectiva con el Supervisor de Operaciones y Supervisor de Control de Calidad		Aseguramiento de Calidad	1. Reacondicionar el producto no conforme 2. Inspección y dictamen de material de envasado
21/01/2025	P-011-25	Enero	Enero	Santiago	21/01/2025	PNC	Aseguramiento de Calidad	El área comercial realiza un pedido de presentación Puma en 3 lotes, y 1 tarima de tambor, los cuales fueron envasados en el mes de octubre de 2024, siendo así no tuvo salida el material, por el cual ocupan espacio en los racks de almacén y por parte de calidad se genera incertidumbre en el tema de sedimentación, lo cual nos dice el proceso de comercial que se debe gestionar el monitoreo y registro oportuno con el cliente su pedido para evitar estos temas de procesos y a su vez poder ocasionar una queja hacia el cliente por tener mucho tiempo almacenado.		Comercial	1. Reacondicionamiento 2. Lavado de envases 3. Inspección y dictamen de material de envasado

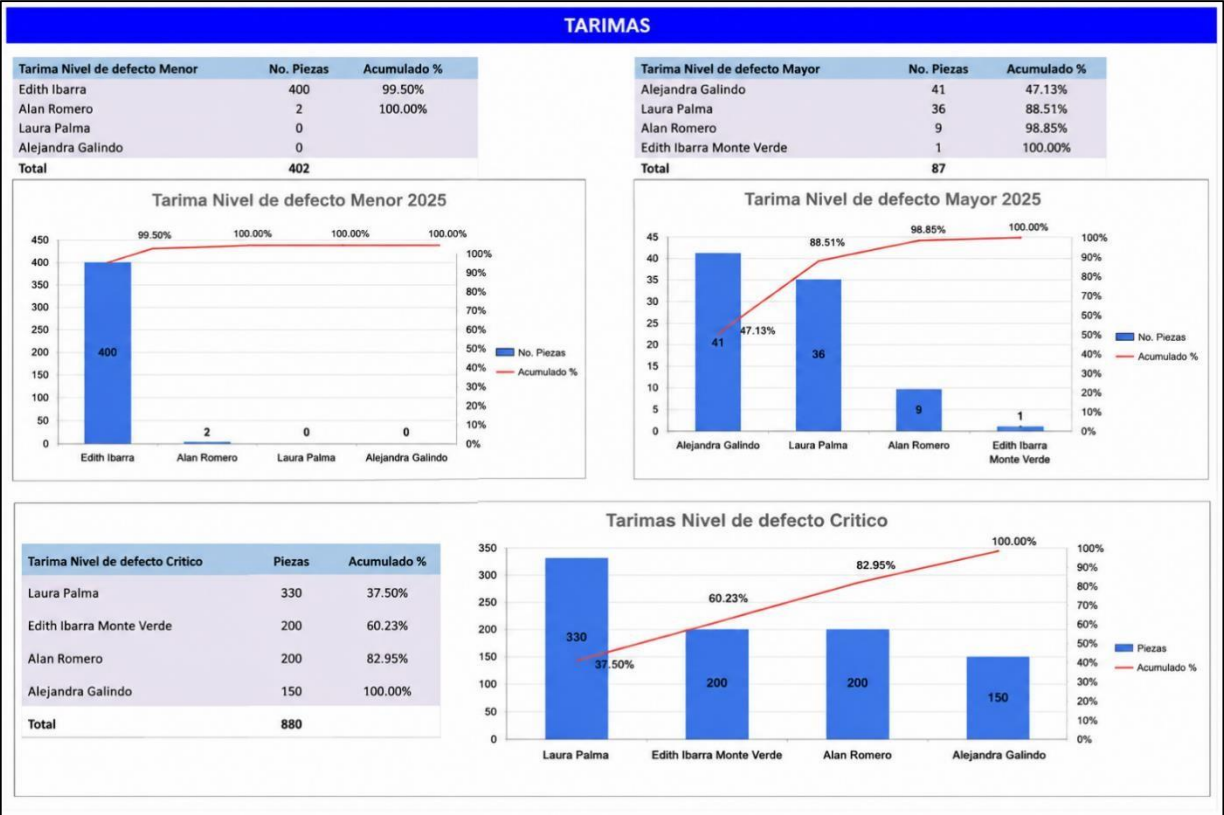
validación de producto terminado.

[illegible]

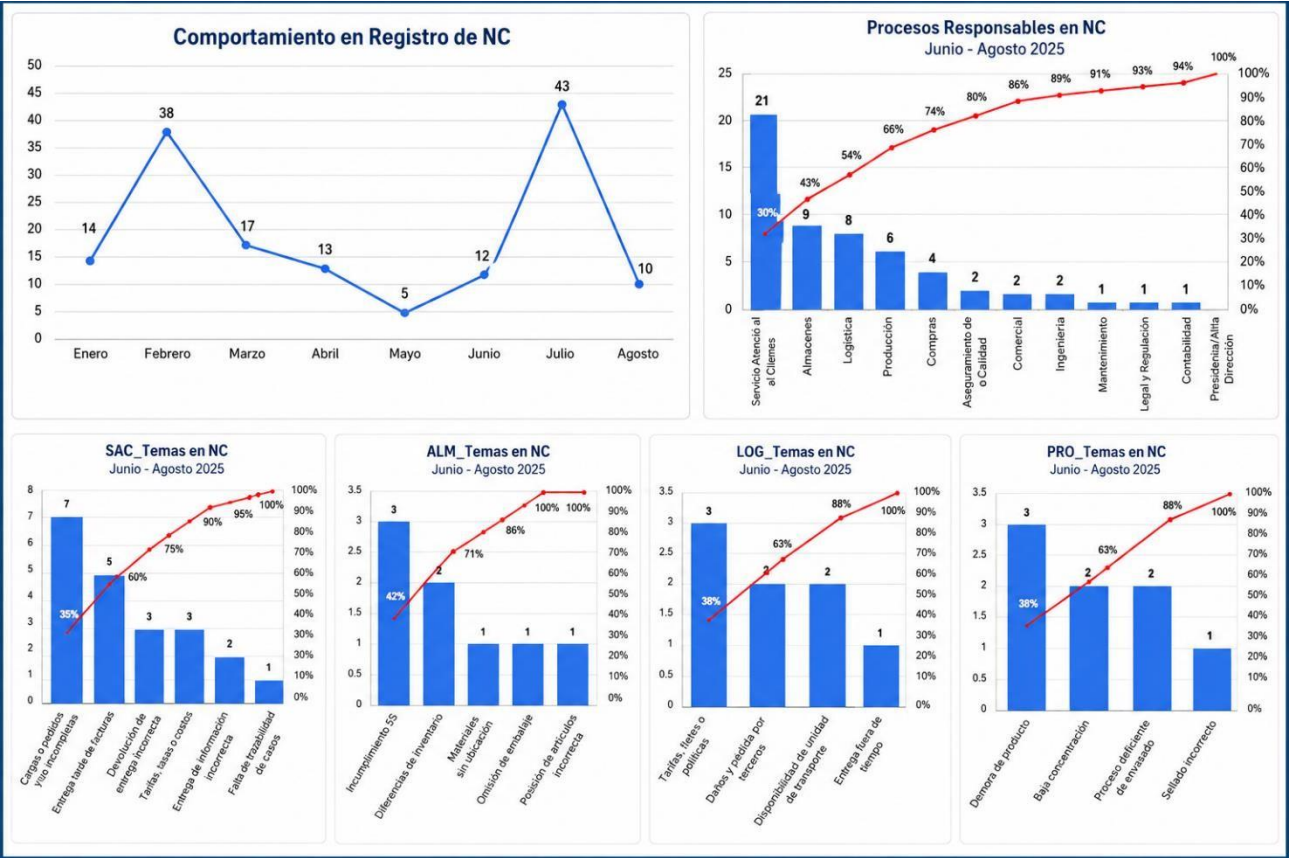
Anexo 8. Diagrama Pareto de las causas específicas de rechazo en Totes mediante el ERP Odoo.



Anexo 9. Diagrama de Pareto de las causas específicas de rechazo en tarimas de madera mediante el ERP Odoo.



Anexo 10. Consolidado general y estatus de gestión de las alertas de calidad por proceso operativo en el ERP Odoo.



5.15 Competencias por asignatura

El desarrollo del proyecto permitió integrar conocimientos adquiridos durante la formación académica, aplicando competencias de diversas asignaturas del programa educativo en un entorno industrial real. A continuación, se presentan las materias involucradas y su contribución en la ejecución del proyecto.

ASIGNATURA	COMPETENCIA	COMO LO APLIQUE	MEJORAS OBTENIDAS AL APLICARLA
Gestión de la calidad	Implementación de sistemas de gestión basados en normas de calidad	Apoyo en la documentación, control y actualización de procedimientos conforme a ISO 9001	Estandarización de procesos y mejora en la trazabilidad de la información
Estadística	Análisis de datos para la toma de decisiones	Procesamiento de datos de calidad e indicadores clave (KPIs)	Decisiones basadas en datos y mayor eficiencia operativa
Ingeniería de Métodos	Análisis y mejora de procesos	Revisión y optimización de procedimientos operativos dentro del SGC	Reducción de tiempos y mejora de eficiencia
Control Estadístico de Procesos	Análisis de variabilidad y control de procesos mediante herramientas estadísticas	Elaboración e interpretación de gráficas de control para el monitoreo de procesos críticos	Identificación oportuna de desviaciones y reducción de variabilidad
Administración de Operaciones	Gestión de procesos y mejora continua	Seguimiento a indicadores de desempeño (KPIs)	Mejora en productividad y cumplimiento de objetivos
Metrología	Aseguramiento de la confiabilidad de mediciones	Verificación del cumplimiento de calibraciones y control de equipos de medición	Mayor precisión en mediciones y confiabilidad en los resultados de inspección

Seguridad Industrial	Identificación y prevención de riesgos	Aplicación de normas de seguridad en el área de trabajo	Reducción de riesgos laborales
Auditoría de Calidad	Evaluación de cumplimiento de normas y procedimientos	Apoyo en auditorías internas del SGC y revisión de cumplimiento documental	Detección de áreas de oportunidad y fortalecimiento del sistema de gestión
Mejora Continua	Aplicación de metodologías de mejora	Implementación de acciones correctivas	Reducción de recurrencia de fallas y fortalecimiento de la cultura de calidad

La integración de estas competencias permitió desarrollar una propuesta de mejora integral, vinculando los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica con su aplicación en un entorno industrial.

Esto contribuyó al fortalecimiento del Sistema de Gestión de la Calidad y a la mejora del desempeño organizacional.