



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE
FORMULACIÓN DE PRODUCTOS QUIMICOS DE LA
EMPRESA XYZ**

SUSTENTADO POR:

MARTA IVETH PERDOMO CASTELLANOS

NUSLY NINETH GALVAN AMAYA

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER EN
SISTEMAS DE GESTIÓN CALIDAD INTEGRADOS**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

MAYO, 2025

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2025

Marta Iveth Perdomo Castellanos

Nusly Nineth Galvan Amaya



FACULTAD DE POSTGRADO

PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE FORMULACIÓN DE QUIMICOS DE LA EMPRESA XYZ

AUTORES:

MARTA IVETH PERDOMO CASTELLANOS

NUSLY NINETH GALVAN AMAYA

RESUMEN

La Gestión de la Calidad Total (TQM por sus siglas en inglés), es una metodología originada en la década de 1950, siendo sus precursores Philip Crosby, Edward Deming y Joseph Jurán, dicha metodología tiene un enfoque en la prevención de errores, la cual busca mejorar la calidad de los productos, procesos o servicios dentro de una organización. El propósito de la investigación desarrollada, fue poder plantear a la empresa XYZ una propuesta de mejora en la formulación de químicos basada en la metodología TQM, la cual permitió reducir el porcentaje de productos no conformes en los procesos de formulación. Se implementó una metodología de investigación de enfoque mixto, alcance descriptivo- explicativo y diseño transversal. Los resultados obtenidos demuestran que las variables que impactan en el porcentaje de productos no conformes de la empresa fueron mano de obra, equipos de medición y procedimientos operativos estándar; para obtener dichos resultados se implementaron las metodologías del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) y DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar); para la investigación se realizó un muestreo no probabilístico analizando los datos obtenidos desde julio de 2024 a febrero de 2025.

Palabras Claves: calidad, DMAIC, gestión, mejora, PHVA.



FACULTY OF POSTGRADUATE

IMPROVEMENT PROPOSAL FOR THE CHEMICAL FORMULATION PROCESSES AT XYZ COMPANY.

AUTHORS:

MARTA IVETH PERDOMO CASTELLANOS

NUSLY NINETH GALVAN AMAYA

ABSTRACT

Total Quality Management (TQM) is a methodology that originated in the 1950's, with pioneers such as Philip Crosby, Edward Deming, and Joseph Juran. This methodology focuses on error prevention, aiming to improve the quality of products, processes, or services within an organization. The purpose of the research conducted was to present the company XYZ with a proposal for improvement in chemical formulation based on the TQM methodology, which allowed for a reduction in the percentage of non-conforming products in the formulation processes. A mixed-methods research methodology with a descriptive-explanatory scope and a cross-sectional design was implemented. The results obtained demonstrate that the variables impacting the percentage of non-conforming products in the company were labor, measurement equipment, and standard operating procedures. To obtain these results, the PHVA (Plan, Do, Check, Act) and DMAIC (Define, Measure, Analyze, Implement, and Control) methodologies were implemented. for the research; a non-probabilistic sampling was conducted, analyzing data obtained from July 2024 to February 2025.

Keywords: quality, DMAIC, management, improvement, PHVA.

DEDICATORIA

A mis padres por ser un ejemplo de superación, por brindar un apoyo invaluable en mis sueños e inculcarme valores y principios para ser una persona de bien.

A mi amado esposo, por motivarme a ser mejor cada día y apoyarme en todo momento de forma incondicional, por acompañarme en mis jornadas largas de trabajo y estudio y siempre tener una palabra de ánimo para mi vida.

NUSLY NINETH GALVAN AMAYA

A mi mamá por ser mi fuente de inspiración, por enseñarme a que soy capaz de lograr cada meta que me proponga.

A mis hermanos por siempre estar pendiente de mis proyectos y animarme a cumplir cada uno de mis sueños.

MARTA IVETH PERDOMO CASTELLANOS

AGRADECIMIENTO

Nosotras MARTA IVETH PERDOMO CASTELLANOS y NUSLY NINETH GALVAN AMAYA, queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestros docentes del Master en Sistemas de Gestión Integrados de Calidad, por impartirnos con devoción su conocimiento y experiencia.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Juan Carlos Muñoz Mayes por su mentoría y apoyo en cada una de nuestras consultas en sus clases impartidas y en el desarrollo de nuestra tesis.

INDICE

1.	Capítulo I Planteamiento de la investigación	19
1.1.	Introducción.....	19
1.2.	Antecedentes del Problema	20
1.2.1.	Estudios Previos	24
1.3.	Definición del problema	26
1.3.1.	Enunciado del Problema.....	26
1.3.2.	Planteamiento del Problema	28
1.3.3.	Preguntas Problema	28
1.3.4.	Objetivos.....	29
1.4.	Justificación	30
2.	Capitulo II Marco Teorico	31
2.1.	Análisis de la Situación Actual.....	31
2.1.1.	Análisis del Macro-Entorno.....	31
2.1.2.	Análisis del Micro-Entorno	36
2.2.	Teoría de Sustento	41
2.2.1.	Norma ISO 9001:2015	41
2.3.	Metodologías y/o Instrumentos	44
2.3.1.	Metodologia total quality management (tqm)	44
2.4.	Conceptualización	64
2.4.1.	Conceptos de Producción	64
2.4.2.	Conceptos Descriptivos de Productos	65
2.4.3.	Características Fisicoquímicas:	65
2.4	Marco Legal	66
3.	Capítulo III. Metodología.....	74

3.1.	Congruencia Metodológica	74
3.1.1.	Conceptualización de las Variables	74
3.1.2.	Esquema de Variables de Estudio	76
3.1.3.	Matriz de Congruencia Metodológica	78
3.1.4.	Operacionalización de Variables	80
3.2.	Enfoque y Métodos.....	82
3.3.	Definición de hipótesis	83
3.3.1.	Formulación de hipótesis.....	83
3.4.	Diseño de la Investigación.....	83
3.4.1.	Población	83
3.4.2.	Muestra	84
3.4.3.	Unidad de Análisis.....	84
3.4.4.	Unidad de Respuesta	84
3.4.5.	Plan de la Investigación.....	85
3.5.	Técnicas e instrumentos aplicados.....	89
3.6.	Fuentes de información	90
3.6.1.	Fuentes primarias.....	90
3.6.2.	Fuentes secundarias.....	91
4.	Capítulo IV. Resultados y análisis	92
4.1.	Procesos de Recolección de Datos	92
4.1.1.	Mapeo de Procesos	92
4.1.2.	Análisis Causa Raíz	92
4.1.3.	Identificación del estado actual de conocimientos técnicos del personal de producción y de laboratorio.....	93
4.1.4.	Auditoría de Campo para validación de cumplimiento de procesos operativos estándar.....	93
4.1.5.	Documentación interna de la organización	94
4.2.	Resultados y Análisis de las técnicas aplicadas.....	95

4.2.1.	Resultados de Técnicas Cualitativas.....	95
4.2.2.	Análisis de Priorización de parámetros críticos mediante la herramienta 5W+2H	111
4.2.3.	Resultados de Técnicas Cuantitativas.....	112
4.3.	Comprobación de Hipótesis	134
4.4.	Discusión de Resultados.....	138
5.	Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	141
5.1.	Conclusiones.....	141
5.2.	Recomendaciones	143
6.	Capítulo VI. Aplicabilidad.....	145
6.1.	PROPUESTA 1	145
6.1.1.	Justificación de la propuesta:.....	145
6.1.2.	Alcance de la Propuesta:.....	145
6.1.3.	Objetivo General de la propuesta:	145
6.1.4.	Objetivos Específicos de la propuesta	146
6.1.5.	Términos y definiciones	146
6.1.6.	Consideraciones previas	147
6.1.7.	Descripción y Desarrollo	147
6.1.8.	Planificación y desarrollo	148
6.1.9.	Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta.....	161
6.1.10.	Viabilidad	163
6.2.	PROPUESTA 2.....	164
6.2.1.	Justificación de la propuesta:.....	164
6.2.2.	Alcance de la Propuesta:.....	164
6.2.3.	Objetivo General:	164
6.2.4.	Objetivos Específicos:	164
6.2.5.	Consideraciones Previas:.....	165

6.2.6.	Descripción y Desarrollo	166
6.2.7.	Planificación y Desarrollo	168
6.2.8.	Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta.....	175
Estandarización y mejora de Procedimientos Operativos Estándar.		175
6.2.9.	Viabilidad.....	177
6.3.	PROPUESTA 3.....	178
6.3.1.	Justificación de la propuesta.....	178
6.3.2.	Alcance de la propuesta.....	178
6.3.3.	Objetivo General:	179
6.3.4.	Objetivos Específicos:	179
6.3.5.	Planificación y Desarrollo	179
6.3.6.	Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta.....	192
6.3.7.	Viabilidad.....	194
6.4.	Socialización de las propuestas	195
6.5	Análisis de Rentabilidad de las propuestas	197
6.6	Plan Post Implementación de las Propuestas	199
6.6.1.	Monitoreo y Seguimiento	199
6.7	Identificación de Riesgos de la Implementación de Propuestas.....	204
6.8	Aporte de las propuestas al sistema de gestión integrado de XYZ	205
Anexos		207
Bibliografía		234

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Layout XYZ.....	21
Figura 2 Flujograma de Proceso de Formulación	22
Figura 3 Variación de Brix entre lotes de un mismo producto.....	23
Figura 4 Variación de pH entre lotes de un mismo producto.	24
Figura 5 Indicadores de control de calidad de la empresa XYZ	26
Figura 6 Grafico de control de no conformidades de la empresa XYZ.	27
Figura 7. Proyección del Crecimiento Económico de la Industria Química Textil 2030	31
Figura 8. Destino final de las prendas de vestir.	32
Figura 9. Cinco pasos que vinculan la producción de un producto con las necesidades del consumidor.	35
Figura 10. Ubicación Geográfica de XYZ	38
Figura 11. Ciclo PHVA para implementación de ISO 9001	42
Figura 12. Principios de TQM	45
Figura 13. Fuentes de Información	46
Figura 14. Pasos para la Identificación y Selección de Oportunidades de Mejora	47
Figura 15. Pasos para la selección de Equipos de Mejora.	47
Figura 16. Pasos para la asignación de Equipos de Mejora.	48
Figura 17. Pasos para realizar un análisis R&R.....	53
Figura 18. Pasos para realizar una prueba de linealidad	54
Figura 19. Posiciones en la báscula para prueba de excentricidad	54
Figura 20. Diagrama de Pareto primer nivel, defectos en la fábrica de botas.....	55
Figura 21. Pareto de Segundo nivel defecto de bota reventada por modelo de bota.	56
Figura 22. Ejemplo de histograma con sus delimitaciones.....	57
Figura 23. Formas que puede presentar un histograma.	58
Figura 24. Ejemplo de Hojas de verificación.....	59
Figura 25. Ejemplo de carta de control para variables.....	60
Figura 26. Ejemplo de Diagrama de Ishikawa	61
Figura 27. Diagrama de dispersión para la identificación de la correlación entre variables.....	62
Figura 28. 5W+2H	63

Figura 29. Técnicas de Recolección de Datos	64
Figura 30. Diagrama de esquema de variables.....	76
Figura 31. Esquema metodológico.....	82
Figura 32. Flujo de Proceso de Auditoria de calidad para el producto químico ...	95
Figura 33. Flujo del proceso de producción.....	96
Figura 34. % de frecuencia de categoría de causas	98
Figura 35. Diagrama de Pareto de Causa Raíz.....	100
Figura 36. Diagrama de Ishikawa de Causa Raíz	101
Figura 37. Parámetros de control de calidad.....	104
Figura 38. ¿Dónde puede encontrar las especificaciones del producto que está produciendo?	105
Figura 39. Temas de Capacitación	107
Figura 40. Porcentaje por área evaluada.	108
Figura 41. Gráfico de linealidad.....	114
Figura 42. Capacidad de proceso para la especificación concentración (%) del producto 1-A.....	119
Figura 43. Capacidad de proceso para la especificación pH del producto 2-A ..	120
Figura 44. Capacidad de proceso para la especificación concentración °Brix del producto 2-A.....	120
Figura 45. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 3-A	121
Figura 46. Capacidad de proceso para la especificación de concentración °Brix del producto 3-A.....	121
Figura 47. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 4-A	122
Figura 48. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 4-A	122
Figura 49. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 5-A	123
Figura 50. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 5-A	123
Figura 51. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 6-A	124

Figura 52. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 6-A	124
Figura 53. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 7-A	125
Figura 54. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 7-A	125
Figura 55. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 8-A	126
Figura 56. Capacidad del proceso para la especificación de brix del producto 8-A	126
Figura 57. Capacidad del proceso para la especificación de pH del producto 9-A	127
Figura 58. Capacidad del proceso para la especificación de pH del producto 10-A	127
Figura 59. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 10-A	128
Figura 60. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 11-A	128
Figura 61. Capacidad de proceso para la especificación de °Brix del producto 11-A	129
Figura 62. Clase de Cp para la especificación de °Brix	130
Figura 63. Clase de Cp para la especificación de pH	130
Figura 64. Clase de Cp para la especificación de concentración por porcentaje	131
Figura 65. Cpk para la especificación de °Brix	131
Figura 66. Cpk para la especificación de pH	132
Figura 67. Cpk para la especificación de %m/v	132
Figura 68. Indicadores Control de parámetros de Producto Terminado y Materia Prima	135
Figura 69. Indicador %Productos no conformes de la empresa XYZ	137
Figura 70. Etapas para el estudio R&R	149
Figura 71. seguimiento de los POE	169
Figura 72. formato de diagrama de Ishiwaka	188
Figura 73. Interfaz de plataforma Planner	189

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principios y prácticas aplicadas por Toyota.	34
Tabla 2 Análisis de Contexto.....	39
Tabla 3. Pasos para la implementación del ciclo PHVA	48
Tabla 4. Herramientas por Etapa DMAIC.....	51
Tabla 5. Especificaciones Cp	52
Tabla 6. Marco legal.....	66
Tabla 7. Conceptualización de variables.....	75
Tabla 8. Matriz de Congruencia Metodológica.....	78
Tabla 9. Operacionalización de variables.....	80
Tabla 10. Plan de investigación.....	85
Tabla 11. Técnicas e instrumentos de la investigación	89
Tabla 12. Fuentes de información	90
Tabla 13. Puntos críticos del proceso	97
Tabla 14. causas de productos no conformes	98
Tabla 15. Resultados de linealidad de flujómetro de mixer #3.....	113
Tabla 16. Resultados de capacidades de proceso Cp	115
Tabla 17. Resultados Cpk.....	117
Tabla 18. Resultados de prueba piloto	136
Tabla 19. Listado de actividades y responsables.....	148
Tabla 20. Pasos para estudio R&R.....	150
Tabla 21. Pasos para realizar estudio R&R en Minitab	153
Tabla 22. Análisis de resultados en Minitab.....	156
Tabla 23. Actividades y responsables para la verificación de flujómetros	158
Tabla 24. Mediciones de prueba en flujómetros	158
Tabla 25. Estado de avance de los procedimientos	169
Tabla 26. Check List de cumplimiento de POE	171
Tabla 27. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 1	175
Tabla 28. Pasos para realizar el análisis de capacidad de proceso	181
Tabla 29. Análisis de resultados obtenidos de capacidad de proceso	184
Tabla 30. Actividades para seguimiento de indicadores de control de proceso..	187
Tabla 31. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 2	192

1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Para que las empresas de la industria química y derivados se mantengan competitivas en el mercado deben de cumplir diversos estándares de calidad, entre ellos, el cumplimiento de parámetros fisicoquímicos, productividad y tiempos de entrega, con el fin de garantizar la satisfacción del cliente.

Para efecto de esta investigación el término “producto no conforme” se refiere a aquellos productos que no cumplen con los estándares internos y que requieren ser ajustados nuevamente por producción; y el término “no conformidad” se refiere a las devoluciones del cliente debido a un producto no conforme. (ISO 9000:2015).

Actualmente la empresa XYZ dedicada a la formulación de productos químicos para la industria textil, enfrenta un desafío crítico: un 26.32% de su producción no cumple con los estándares de calidad establecidos por el cliente lo que se define como porcentaje de productos no conformes, y que ha resultado en 25 no conformidades declaradas por sus clientes.

Los parámetros de calidad que maneja XYZ como estándar son: potencial de hidrogeno(pH), concentración¹ mediante la determinación de porcentaje de sólidos (°Brix) o la determinación del porcentaje masa/volumen (%m/v) con la técnica analítica de titulación, porcentaje de solidos no volátiles, densidad y apariencia del producto; de estos, el pH, concentración y la apariencia² se han identificado como factores críticos que han influido en estos problemas de conformidad. Esto ha afectado la imagen de la empresa y ha generado costos adicionales, desperdicio de recursos, reprocesos, pérdidas productivas y desanimo en sus colaboradores, impactando en la capacidad de XYZ para mantener su competitividad.

Debido a esta situación, se utilizarán algunos conceptos de control total de la calidad (TQM) tales como mejora continua, seis sigmas y el conocimiento de las herramientas de TQM, los cuales nos ayudarán a identificar las causas del problema.

¹ La concentración puede ser determinada mediante la medición de °Brix para algunos productos y del %m/v para otros productos; ambos parámetros son independientes y nos indican una medida de concentración.

² La apariencia no es un parámetro que se pueda cuantificar, actualmente no se tienen registros de este parámetro, para efectos de la investigación no será considerado en el análisis.

Para iniciar la investigación, se planteó la teoría de sustento basada en la Metodología Total Quality Management (TQM), de la cual se aplicaron la mejora continua basado en el ciclo PHVA y seis sigmas basado en la metodología DMAIC; en el desarrollo del capítulo III se plantearon las variables de estudios, siendo la variable dependiente: Productos no conformes y las variables independientes: materia prima, mano de obra, equipos de medición y procedimientos operativos estándar.

Las hipótesis planteadas en la investigación fueron: hipótesis de investigación, la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 no es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora y la hipótesis nula: la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora.

El desarrollo del capítulo IV, hace referencia a los resultados obtenidos de las diversas herramientas utilizadas para la recolección de información, posteriormente se presentan los análisis y discusión de resultados. El capítulo V hace referencia a las conclusiones y las recomendaciones sobre los resultados obtenidos y en el capítulo VI se abordan las propuestas de mejora conforme a los resultados obtenidos en el capítulo IV.

1.2.ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La empresa XYZ se dedica a la producción de productos químicos para la industria textil ubicada en el municipio de Choloma, Cortes; la empresa tiene 6 años de haber sido constituida. Desde hace 3 años la empresa XYZ cuenta con certificaciones ISO 9001, ISO 45001 e ISO 14001, además de estas, sus productos están certificados con Cero Descargas de Productos Químicos Peligrosos (Sus siglas en inglés ZDHC en nivel 3), una certificación orientada a la gestión de productos químicos peligrosos.

La organización está dividida en los siguientes departamentos: bodega, producción, administración, directoria, comercial, laboratorio de calidad e investigación y desarrollo y laboratorio textil.

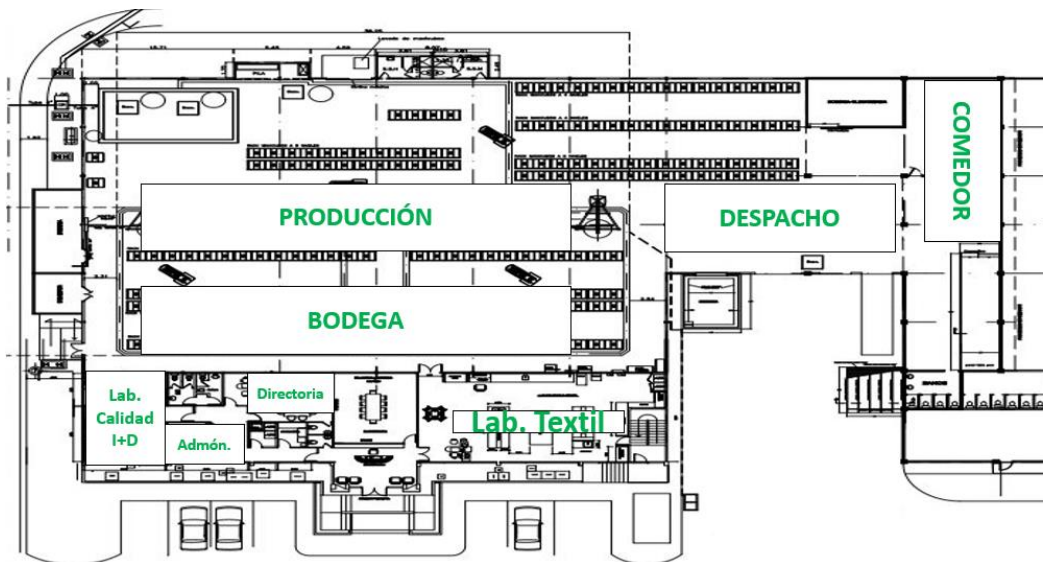


Figura 1. Layout XYZ

Fuente: Empresa XYZ

Nota: Layout de empresa XYZ, se muestran las siguientes áreas: departamento de producción donde se formulan los productos químicos, departamento de despacho donde se gestiona el envío de productos al cliente, área de laboratorio de calidad e innovación y desarrollo donde se valida calidad del producto químico y se desarrollan nuevos productos, área de laboratorio textil donde se valida la aplicación de los productos y el departamento de administración donde se gestionan procedimientos como RRHH, compras, facturación entre otras funciones.

Para lograr la producción de químicos el departamento comercial hace la solicitud de desarrollo a laboratorio de calidad e investigación y desarrollo. Cuando la formulación es aprobada y ha pasado todas las pruebas correspondientes, esta fórmula se pasa a producción y es aquí donde se generan las desviaciones de calidad del producto.

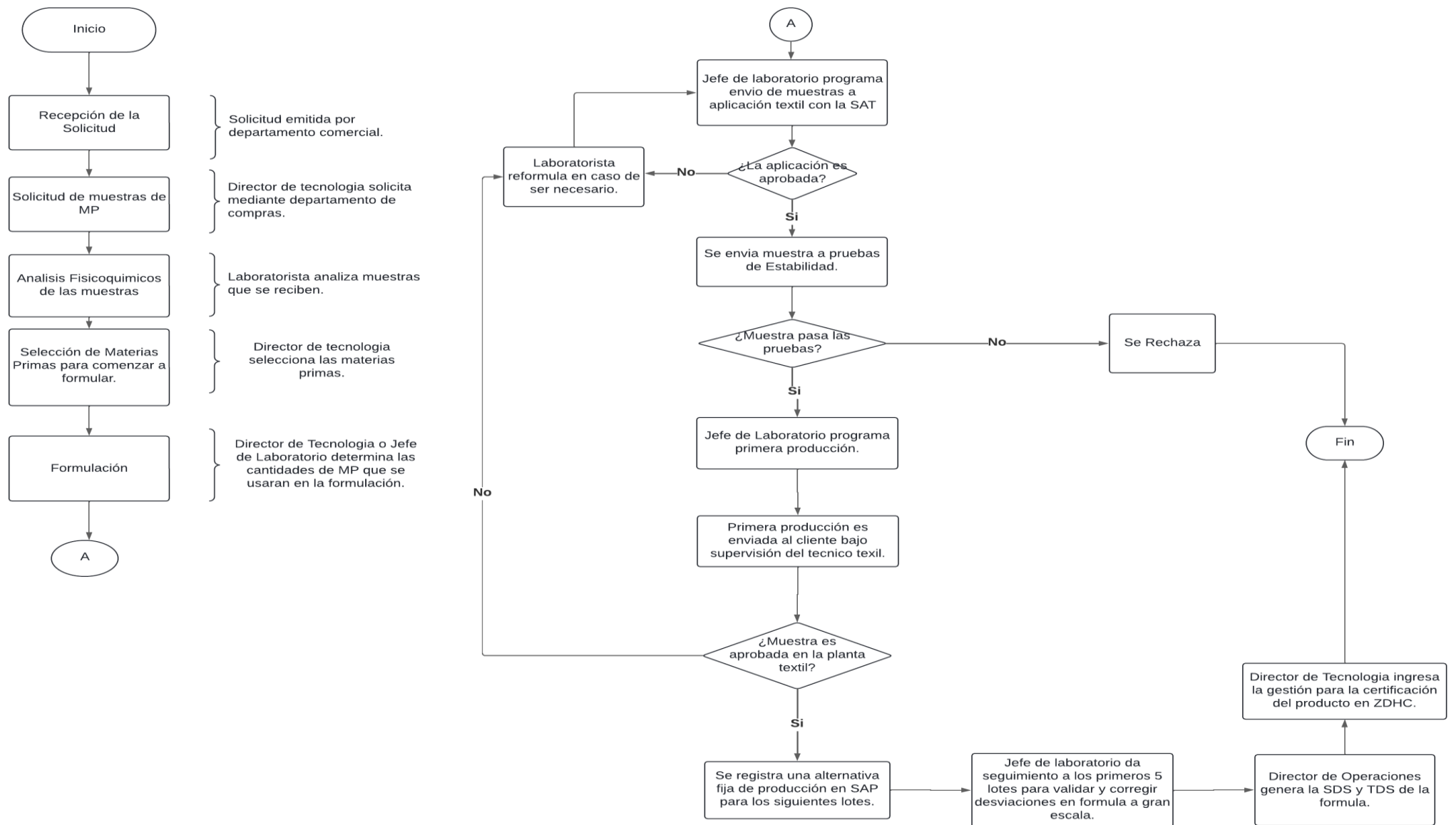


Figura 2 Flujograma de Proceso de Formulación
Fuente: Empresa XYZ

La calidad, o la falta de ella, afectan a toda la organización desde el proveedor hasta el cliente, y desde el diseño del producto hasta el mantenimiento. Y algo quizá más importante, la construcción de una organización que pueda lograr la calidad es una tarea demandante (Render, 2021).

Render, (2021) expone la importancia de la calidad en una organización y como bien lo dice; la empresa XYZ ha tenido un impacto fuerte sobre la confianza del cliente y sobre los procesos internos al no tener un control que genere alertas antes de que ocurran los desvíos de calidad.

En su libro Principios de Administración de Operaciones (Render, 2021) indica que la metodología de TQM es un programa diseñado para la reducción de defectos, variabilidad, reduciendo los costos para la empresa y buscando la satisfacción de los clientes, siendo una de las ventajas de la aplicación de dicha metodología el poder tomar decisiones basadas en el análisis de datos obtenidos de las mediciones realizadas.

En el ámbito de la industria química específicamente la producción de químicos es importante tener un control sobre los parámetros de formulación. Las fallas en parámetros críticos como el potencial de hidrogeno (pH), y la concentración ($^{\circ}$ Brix o %m/v) afectan tanto las características del producto como también su rendimiento en aplicaciones posteriores, generando impactos en calidad, costos operativos, uso de materiales, productividad y tiempos de entrega.

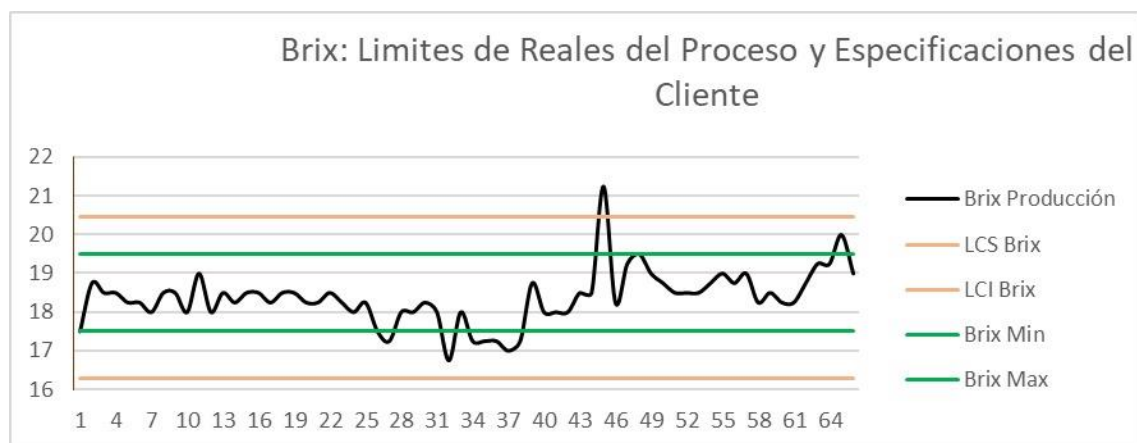


Figura 3 Variación de Brix entre lotes de un mismo producto.

Fuente: (Empresa XYZ, 2024)

Nota: esta figura muestra un gráfico de tendencia de Brix entre lotes de un mismo producto, se muestran las líneas de valores de Brix mínimo (min) y Brix máximo (max) que se refiere a las especificaciones del cliente; y las líneas LCS (Límites de control superior) Brix y LCI (Límites de control inferior).

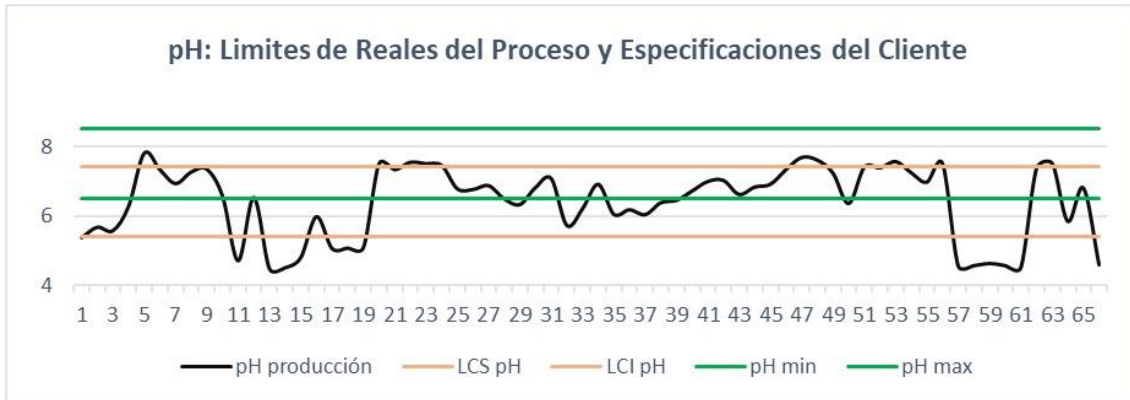


Figura 4 Variación de pH entre lotes de un mismo producto.

Fuente: (Empresa XYZ, 2024)

Nota: esta figura muestra un gráfico de tendencia de pH entre lotes de un mismo producto, se muestran las líneas pH min y pH max que se refiere a las especificaciones del cliente; y las líneas LCS pH y LCI pH se refiere a los límites de control del proceso, que como se observa se encuentran por fuera de las especificaciones del cliente.

Casos como el de la figura 3 y 4 han provocado reprocesos del producto por parte de la empresa XYZ, lo que al traducirlo en términos económicos se refleja como pérdidas del proceso.

A nivel regional, en Honduras, en un plazo de 2 años se han generado 21,042 desempleos, la tasa de empleo bajo del 71.7% al 65.3% en el sector textil, con el cierre de 10 empresas dedicadas a este rubro en la zona norte del país (Rodríguez, 2024). Por lo que para que la empresa XYZ se mantenga competitiva requiere mejorar sus procesos para reducir sus costos de operación. Para ello es crucial que se realice un análisis de la situación actual, identificar oportunidades de mejora y aplicarlas para mejorar el desempeño de la organización en sus procesos de formulación.

1.2.1. ESTUDIOS PREVIOS

Para la investigación desarrollada, se tomaron estudios previos los cuales son utilizados como referencia, siendo dichos estudios trabajos de tesis desarrolladas por investigadores de otros países y las cuales tienen una orientación a la mejora de los procesos, dichas tesis de referencia se detallan a continuación:

1.2.1.3.TESIS DE REFERENCIA 1

Quispe Daniela (2024). *Propuesta de Implementación de Herramientas Sig Sixma para reducir la variabilidad en el proceso de determinación de Silicio en fertilizantes en el centro de investigaciones Químicas CIQ S de R.L. Bolivia.*

La finalidad de este trabajo fue realizar una propuesta para la implementación de Herramientas Sig Sixma para reducir la variabilidad de los resultados en el proceso de determinación de silicio en el Centro de Investigaciones Químicas S. R.L. para ello se realizó inicialmente un diagnóstico de la situación actual, identificando las posibles causas de variabilidad que contribuían a la inconsistencia en los resultados de medición obtenidos; posteriormente se definieron las medidas dentro de la metodología más apropiadas para dar solución al problema de variabilidad.

Se realizó la propuesta de implementación de la metodología Six Sigma, para la fase “definir” se realizó lo siguiente: cartas de proyecto, descripción del servicio, diagrama de flujo, identificación de los procesos críticos, necesidades y expectativas. En la fase “medir”, se realizó el análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R), para la fase “analizar”, se elaboró un diagrama de Ishikawa, y en la fase “mejorar”, se realizó un análisis AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) y análisis de varianza (ANOVA) y en la última fase de “controlar”, se implementó un plan de control.

Con el desarrollo de la presente investigación se logró la toma de decisiones importantes para la implementación de mejorar propuestas, el involucramiento del personal y la elaboración de un plan de trabajo detallado y efectivo.

1.2.1.4.TESIS DE REFERENCIA 2

Hernández (2019) *Propuesta de implementación del modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones América. Colombia.*

La investigación realizada tuvo como fin el realizar una propuesta de mejora mediante la metodología Six Sigma en el proceso de manejo y control de los desperdicios de materia prima en su proceso de producción de cajas de cartón corrugado; como fase inicial se analizaron las posibles causas de variación en el proceso, las cuales se identificaron que tienen una relación con el estado y la calidad de los rollos del papel Kraft al momento que estos ingresan a la planta, también durante el montaje de estos en

los corrugadores y a su vez en el proceso de impresión y troquelado. Realizando posteriormente la recolección de información para las fases de “definir y medir”, con el apoyo de las diversas áreas involucradas en el proceso.

Posteriormente se elaboraron los gráficos de control para las impresoras y troquelados, teniendo esto como finalidad el conocer cuál era el estado actual en cuanto al manejo y control de desperdicios de la materia prima. Implementando con la información recolectada herramientas como ser: AMEF, diagrama de causa y efecto y diagrama de Pareto. Con los resultados obtenidos se logró identificar que maquinas eran las que generaban mayor desperdicio, analizando el proceso productivo y encontrando la causa de dichas variaciones.

1.3.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La empresa XYZ se dedica a la fabricación de productos químicos para la industria textil, estos productos se clasifican en las siguientes familias: químicos auxiliares, productos de acabado, bases y agentes removedores.

Basado en los registros históricos de los últimos 10 meses hasta el 15 de octubre del año 2024, único periodo de tiempo del que se tiene información; se ha medido un total de 26.32% de productos no conformes. Este porcentaje de productos no conformes ha generado un monto de \$64,500.00 en pérdidas para la organización.

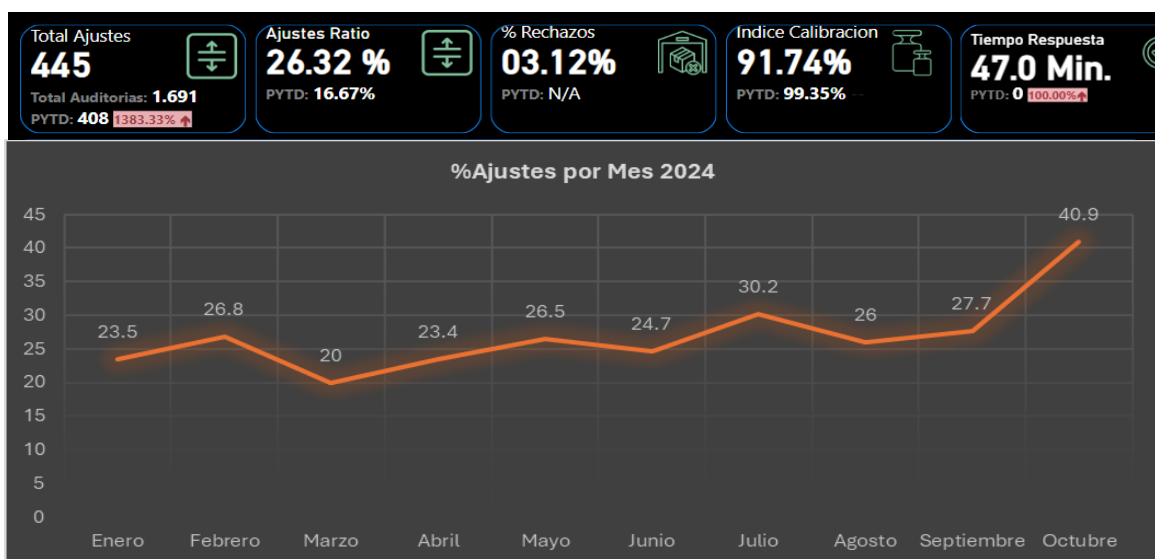


Figura 5 Indicadores de control de calidad de la empresa XYZ

Fuente: Empresa XYZ

Nota: Porcentaje de ajuste se refiere al porcentaje de productos no conformes que se generan

Añadido a esto en los meses de enero a octubre del 2024 se han reportado un total de 25 no conformidades por el cliente relacionadas con pH y concentración de los productos, que no se ajustan a los estándares establecidos.



Figura 6 Grafico de control de no conformidades de la empresa XYZ.

Fuente: Empresa XYZ

Nota: En este grafico se pretende mostrar la tendencia de no conformidades levantadas por el cliente

Los parámetros de calidad como ser pH y concentración se han identificado como factores críticos para asegurar la calidad requerida por el cliente y motivo por el cual se han recibido no conformidades por parte de este. Esto evidencia la insuficiencia de controles que aseguren la estabilidad y calidad del producto durante el proceso de formulación. Por lo que se considera necesario hacer un estudio de los procesos actuales de formulación en el área de desarrollo y producción para identificar los puntos críticos de mejora e implementar TQM como metodología que permita reducir el porcentaje de productos no conforme.

La incidencia de las no conformidades afecta la imagen y confianza de los clientes y a su vez han generado pérdidas económicas y operativas con un costo de \$64,500.00 en los meses de enero a octubre del 2024. Sumado a esto se compromete la eficiencia del proceso de producción e impacta en la capacidad de la empresa para cumplir con los estándares de calidad requeridos por el cliente y las certificaciones normativas que posee la empresa.

Con lo anterior expuesto se considera necesario implementar una propuesta de mejora en los procesos de formulación de productos químicos aplicando la metodología TQM, con el objetivo de reducir el porcentaje de productos no conformes para garantizar la consistencia de los productos y mejorar la satisfacción del cliente. Esta propuesta será

parte de un enfoque integrado a la gestión de la calidad, que incluirá la capacitación del personal, y la optimización de los controles a lo largo de todo el proceso de formulación del producto químico.

1.3.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base a lo enunciado en la definición del problema se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede reducir el porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado mediante la implementación de la metodología TQM en los procesos de formulación de productos químicos de la empresa XYZ?

1.3.3. PREGUNTAS PROBLEMA

Para abordar este problema se requiere generar las siguientes preguntas:

1. ¿Qué factores en el proceso de formulación de productos químicos están contribuyendo al alto porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado?
2. ¿Qué acciones de mejora podría implementar la empresa para poder reducir el porcentaje de productos no conformes?
3. ¿Cómo impactaría el uso de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la disminución del porcentaje de productos no conformes?

1.3.4. OBJETIVOS

1.3.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Elaborar una propuesta de mejora para poder reducir el porcentaje de productos no conformes en el proceso de formulación de productos químicos de la empresa XYZ mediante la aplicación de la metodología TQM.

1.3.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Basados en el objetivo general se presentan los objetivos específicos los cuales están alineados a las preguntas de investigación:

1. Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.
2. Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el porcentaje de productos no conformes.
3. Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.

1.4.JUSTIFICACIÓN

Se ha observado que las empresas del rubro textil en Honduras se encuentran en una situación crítica, tal como lo menciona Rodríguez (2024), en los últimos 2 años 10 empresas del sector textil han cerrado, y la tasa de empleo en Honduras se redujo de un 71.7% al 65.3%. Por lo que las empresas existentes deben mantenerse competitivas en el mercado actual, para ello es necesario que ajusten sus procesos para optimizar sus ganancias manteniendo la satisfacción del cliente.

La empresa XYZ ha reportado un 26.32% de productos no conformes y una pérdida de \$64,500 a raíz de no conformidades reportadas por el cliente en los meses de enero al 15 de octubre del 2024, los parámetros que se han reportado como no conformes son pH y concentración; siendo los meses con mayor número de no conformidades: mayo (6 no conformidades), agosto (9 no conformidades) y septiembre (4 no conformidades), (véase figura 3 y 4), en el mes de octubre no se han recibido no conformidades por parte del cliente debido a que se implementaron algunos controles para evitar que estos productos no conformes lleguen al cliente; sin embargo se ha aumentado las tareas de validación del proceso productivo y esto se evidencia en un crecimiento en el porcentaje de productos no conformes interno en el mes de octubre del año 2024 ya que se han modificado los rangos de aprobación de estos parámetros y esto ha generado que se aumente dicho porcentaje. Véase Figura 5.

Conforme a lo planteado anteriormente se considera que implementar la metodología TQM en los procesos de formulación de productos sería una solución efectiva para reducir el porcentaje de productos no conformes y prevenir la generación de una nueva no conformidad por el cliente. Ya que con esta mejora se tendrá un control más riguroso y predictivo de las variables críticas, lo que permitirá detectar y corregir desviaciones en los parámetros de calidad en tiempo real, optimizando el rendimiento de los procesos y asegurando la calidad de los productos.

2. CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El contexto de la investigación se centrará en un análisis del macro y micro entorno que rodea a la organización de producción de químicos para la industria textil, a continuación, se presentan la situación actual de este rubro desde un entorno externo e interno de la organización.

2.1.1. ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO

2.1.1.1. ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Desde una perspectiva económica, en el mercado global los productos químicos textiles se encuentran en constante crecimiento, ya que se estima que después de la pandemia, la industria textil en Latinoamérica ha aumentado en un 4% y un 10% en Europa (FORBES, 2023).

Se estima que se utilizan aproximadamente 8,000 productos químicos en la producción textil; por cada kilogramo de textiles de algodón se necesitan entre 0.35 y 1.5 Kg de productos químicos. Aproximadamente la cantidad de veces que se usa una prenda antes de ser usada se redujo un 36% y más de la mitad de “la moda rápida” se desecha en un año. (International Institute for Sustainable Development, 2023).

Análisis de mercado indican estadísticamente que el crecimiento de los químicos textiles tendrá un crecimiento de USD 41.82 mil millones para el 2030 con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 5.20%. (BRIDGE, 2023)

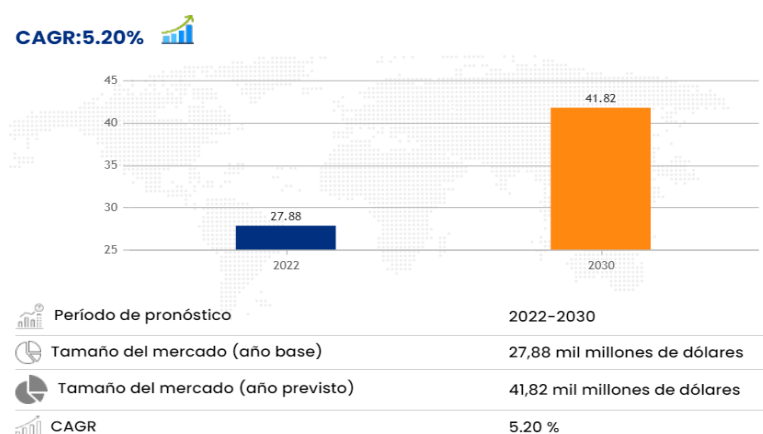
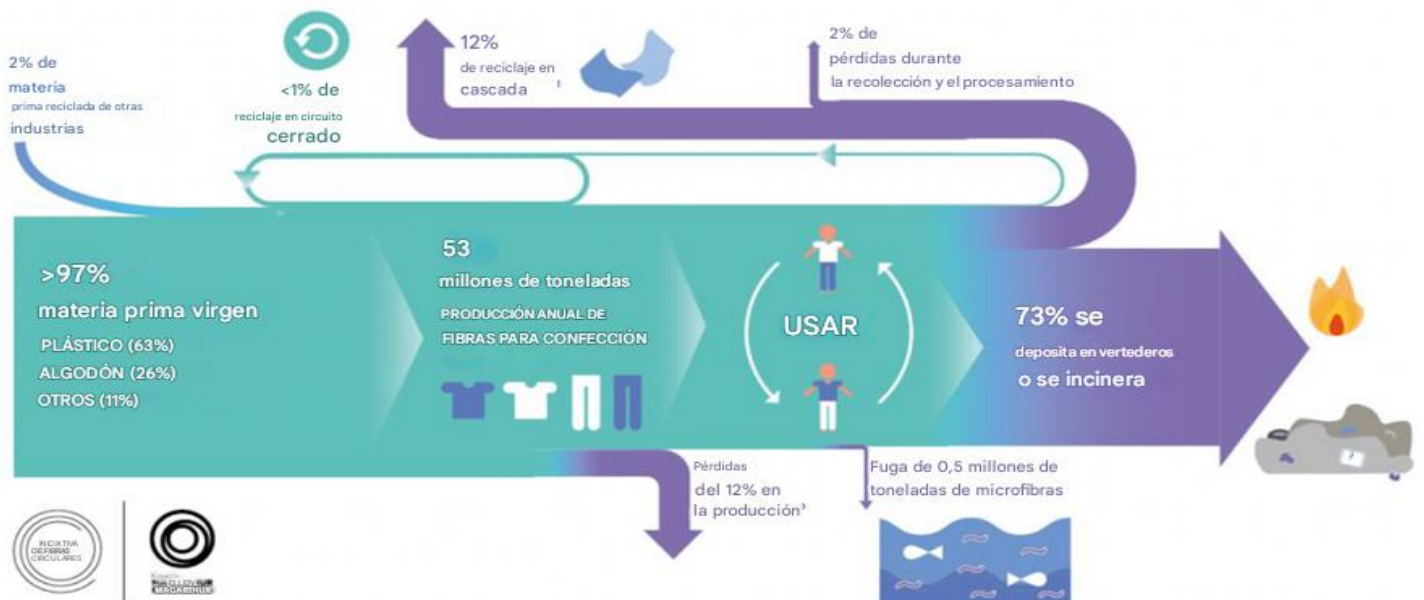


Figura 7. Proyección del Crecimiento Económico de la Industria Química Textil 2030

Fuente: (BRIDGE, 2023)

Económicamente los productos químicos en la industria textil tiene un futuro prometedor, ya que cada día la población es más exigente en cuanto a los cambios de moda con las temporadas, sin embargo, aunque sea un futuro próspero también representa un reto para las industrias de químicos ya que el alto consumo de ropa está representando un impacto ambiental alarmante, se estima que el 87% de la ropa termina en vertederos, incinerada o perdidas en la recolección y el procesamiento; y solamente menos del 1% del material es reciclado, lo que es inferior al porcentaje de reciclaje de plástico de un solo uso (International Institute for Sustainable Development, 2023). Estos desechos terminan contaminando con productos químicos al medio ambiente y siguiendo la cadena, potencialmente termina en los alimentos.



- 1 Reciclaje de prendas de vestir en aplicaciones de calidad igual o similar
- 2 Reciclaje de prendas de vestir para otras aplicaciones de menor valor, como material aislante, paños de limpieza o relleno de colchones.
- 3 Incluye recortes de fábrica y liquidación de exceso de existencias.
- 4 Las microfibras plásticas que se desprenden durante el lavado de todos los textiles se liberan en los océanos

Figura 8. Destino final de las prendas de vestir.
 Fuente: (International Institute for Sustainable Development, 2023)

El reto de las empresas dedicadas a la industria química es la alineación a las directrices de normas como ZDHC, basados en las listas de sustancias restringidas que promueve la norma para garantizar que sus productos no representaran un impacto significativo al medio ambiente.

La producción de químicos ecológicos y sostenibles que suplan las necesidades de los productos que se usan actualmente y representan un daño al medio ambiente hoy en día se visualizan como retos innovadores para las industrias químicas. Estas

organizaciones deben apuntar a la generación de productos en los que pueda haber aprovechamiento de un residuo, que disminuyan el consumo de agua y energía, optimizando los recursos en el proceso de producción incluyendo el mismo producto químico. (International Institute for Sustainable Development, 2023)

Los desafíos mencionados anteriormente pueden ser enfrentados por las organizaciones mediante la implementación e innovación de prácticas sostenibles en sus productos y procesos, lo que implica el cumplimiento de normativas ambientales para la gestión de químicos y residuos peligrosos y la búsqueda de soluciones integrales que reduzcan el impacto ambiental a través de toda la cadena de suministro; estas soluciones deben incluir productos más seguros, minimización de residuos y reducción de emisiones mediante tecnologías limpias y métodos responsables.

2.1.1.2. EMPRESAS QUE HAN TENIDO ÉXITO CON LA IMPLEMENTACIÓN TQM:

A continuación, abordando un entorno global, se destacan ejemplos de empresas que han tenido éxito en sus procesos productivos mediante la implementación de la metodología TQM.

- TOYOTA

Arias et al.(2023), en su investigación: “Caso Emblemático de Empresa japonesa que ha logrado mejoras con la aplicación de TQM- Toyota,” nos describe que Toyota, es una empresa reconocida por sus altos estándares de calidad y conocida por aplicar exitosamente la metodología TQM en sus procesos productivos en Japón, especialmente por medio de un sistema de producción conocido como “Toyota Production System” (TPS), dicho sistema se enfoca en la eliminación de desperdicios en todas las fases del proceso productivo. El enfoque del TPS se basa en la mejora continua, eficiencia y calidad siendo los pilares fundamentales para un éxito total de TOYOTA como fabricantes de vehículos.

El TQM se implementó mediante la aplicación de las siguientes metodologías:

- a. Mejora Continua: Toyota adoptó la mejora continua como parte de su cultura de empresa, fomentó la participación e involucramiento de todos los empleados en la identificación y resolución de los problemas, enfocándose en la mejora continua de todos sus procesos.

- b. JIT (Just in Time): mediante la implementación de JIT, Toyota logró minimizar los excesos de inventarios, eliminando de esta forma los desperdicios que están asociados con almacenamiento excesivo.

Entre las herramientas que Toyota utilizó en la implementación de TQM se mencionan:

- Diagrama de Pareto: Toyota aplicó el diagrama de Pareto en el área de producción, para identificar cuáles eran los problemas más importantes que estaban afectando la calidad, eficiencia y el rendimiento en los procesos de fabricación.
- Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa): el uso del diagrama de Ishikawa, ha sido parte integral de la implementación de TPS en Toyota, utilizado para identificar las causas de los problemas de calidad, buscando de esta forma soluciones efectivas a dichos problemas.

Toyota ha implementado varios principios y prácticas para asegurar la calidad total en sus operaciones. Algunos de estos principios incluyen:

Tabla 1. Principios y prácticas aplicadas por Toyota.

Principio	Descripción
Enfoque en el Cliente	La satisfacción del cliente es la prioridad número uno.
Toma de Decisiones Basada en Datos	Uso de métodos estadísticos y análisis para tomar decisiones informadas.
Liderazgo y Compromiso	Los líderes deben estar comprometidos con la calidad en todos los niveles.

Fuente: (Industrial Minset, s.f.)

Cabe mencionar que Toyota enfrentó grandes retos en sus primeros años, debido a la competencia con empresas automotrices fuertes ya establecidas y el impacto de la segunda guerra mundial, siendo este un gran desafío para la empresa, que se convirtió en una pionera de la calidad total, siendo las metodologías implementadas por Toyota, sobre todo el sistema TPS, emuladas por empresas de todo el mundo debido a la comprobación de su eficacia. (Industrial Minset, s.f.).

- APPLE

La empresa Apple se ha convertido en una marca reconocida a nivel mundial, por la calidad y seguridad que brindan a sus usuarios en sus dispositivos; Apple al igual que empresas exitosas reconocidas actualmente, tuvo sus desafíos y retos en términos de calidad, siendo inicialmente para la compañía difícil el mantener una calidad competitiva que brindara satisfacción a sus clientes. Como parte de la mejora e implementaciones, Apple implementó gran parte de la metodología y herramientas de TQM, a lo que ellos llamaron como “Filosofía de gestión de Apple”, basándose en cinco aspectos establecidos a partir de los catorce principios de Deming para la calidad total. (Fawzy y Olson, 2018)



Figura 9. Cinco pasos que vinculan la producción de un producto con las necesidades del consumidor.

Fuente: (Fawzy y Olson, 2018)

Dichos pasos se describen de la siguiente forma:

1. Realizar investigaciones de mercado: Apple no realiza sus investigaciones de mercado de forma tradicional, sino que se efectúan a través de la observación del comportamiento de los consumidores y como estos interactúan
2. Producir el producto: hace referencia al proceso de fabricación de sus dispositivos, siendo una vez diseñado y aprobado un producto, llevado a la próxima fase que es la producción a gran escala para satisfacer las necesidades del mercado,

manteniendo los más altos estándares de calidad en toda su cadena de suministro, con niveles de inspección estrictos.

3. Comprobar el producto: para asegurarse que este fue producido conforme el plan inicial.
4. Comercializar el producto: utilizando estrategias de mercadeo innovadora y atractiva para los clientes, imponiendo sus estándares de calidad en el mercado.
5. Analizar cómo se recibe el producto en términos de calidad, costos y otros criterios.

Siendo Apple una marca líder en calidad gracias a la implementación de los principios TQM como ser: enfoque basado en el cliente, mejora continua (kaizen), participación de los colaboradores y toma de decisiones basada en datos.

2.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO

Para la comprensión del contexto interno de XYZ a continuación, se expone las condiciones actuales bajo las cuales opera la organización.

2.1.2.1. ANÁLISIS INTERNO

La empresa XYZ tiene como fin la producción de químicos para la industria textil. La idea nace primero en Brasil y como alianza con una de las organizaciones más grandes en el rubro textil de Honduras, en el 2018 se crea XYZ como una empresa clave para la producción de químicos sostenibles.

En 2019 inicia operaciones oficialmente en Choloma, Cortes. En el 2020 durante la crisis de la pandemia del coronavirus 2019 (COVID-19), XYZ no frena sus operaciones, sino que se orienta a la producción de químicos para la desinfección de áreas y de batas quirúrgicas. En 2021 comienza a gestionar la certificación de ZDHC en el nivel 3 obteniendo la certificación en diciembre de ese mismo año, en 2022 se propone la implementación de un sistema integrado en cumplimiento con la norma ISO 9001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2018, logrando la certificación en diciembre de ese mismo año, para el 2023 se obtiene la recertificación en estas normas. En el año 2024 XYZ ha atravesado por una serie de problemas enfocados en la calidad de sus productos; la implementación de un sistema integrado ha permitido que XYZ identifique los problemas de su proceso y tomen acciones encaminados a la mejora continua, estas acciones están

en marcha y el propósito de esta investigación es también poder dar un aporte a los cambios que XYZ está implementando en búsqueda de la excelencia.

Para contextualizar el enfoque de (XYZ) a continuación se muestra su misión, visión y objetivos referentes a su sistema de gestión al año actual 2024.

Misión

“Mejorar la sostenibilidad y la productividad de nuestros clientes mediante el uso de productos y procesos innovadores”

Visión

Ser líder en procesos y productos sustentables, inspirando al mercado textil a transformar los modelos productivos actuales, reduciendo los impactos ambientales.

Objetivos del Sistema de Gestión Integrado (SGI)

a. Calidad:

1. 90% Satisfacción del cliente
2. 60% Desarrollo de nuevos productos sostenibles
3. 95% Capacitación de los colaboradores, clientes y proveedores de productos químicos.
4. 80% Seleccionar y mantener proveedores a través de la medición del desempeño.

b. Salud y Seguridad:

1. Establecer e implementar controles de riesgo para el 100% de los riesgos altos y medios evaluados en la matriz de riesgos de salud y seguridad.
2. Capacitación del 100% de los miembros de brigadas de emergencia de acuerdo con el plan de emergencia.
3. Cumplimiento al 100% de las legislaciones en seguridad y salud en el trabajo.
4. Capacitar al 100% del personal en los procedimientos pertinentes a los controles establecidos dentro de la matriz de riesgos de salud y seguridad.
5. Cero accidentes

c. Medio Ambiente

1. Identificar las fuentes y orígenes de los impactos ambientales generados por la organización, así como sus efectos identificando una posible solución a corto plazo.
2. Evaluar los procesos de producción y buscar alternativas para que estos sean más eficientes y reduzcan su impacto.
3. Crear procesos y programas que permitan controlar y mitigar los impactos ambientales.

- Información General de XYZ

1. Ubicación geográfica: XYZ se encuentra ubicada en el municipio de Choloma, departamento de Cortés.



Figura 10. Ubicación Geográfica de XYZ

Fuente: Google Maps, tomado el 28/10/2024

2. Cantidad de empleados: actualmente XYZ cuenta con 40 empleados.
3. Tamaño de Operación: 12,000 toneladas de producto químico/año

✚ Identificación de Variables

Para alcanzar el control de la calidad total es necesario identificar aquellos factores que influyen sobre el proceso productivo y que aportan al porcentaje de productos no conformes. A su vez la calidad del producto es el resultado de múltiples elementos interconectados, cuyo control permite reducir las desviaciones mediante la optimización del proceso. Dentro de estos elementos podemos mencionar el talento humano, el cual es un recurso fundamental para la ejecución de cada paso del proceso; el sistema de medición, es otro factor crítico ya que se debe tener la confianza de que los equipos están aportando los datos esperados por el proceso; los procedimientos operativos estándar (POE) también influyen porque son la guía que indica el paso a paso a seguir para ejecutar cada proceso y por último también debe haber un enfoque en la calidad de las materias primas ya que de esto depende el resultado del producto terminado.

Comprender y gestionar estos factores es esencial para implementar estrategias de mejora continua que optimicen la calidad y la consistencia de los productos en la industria química.

✚ Análisis del Contexto de XYZ

El contexto de XYZ está definido mediante un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). Dicho análisis fue realizado en el año 2024, en la empresa XYZ por la alta dirección de dicha organización.

A continuación, se muestra el análisis FODA de XYZ:

Tabla 2 Análisis de Contexto

Fortalezas	Oportunidades
✓ Generalidad de Roles de Empleo (7)	✓ Supervisión descarga por parte de los conductores. (4)
✓ Formación permanente en aspectos seguridad, medio ambiente y manejo de químicos. (6)	✓ Desconocimiento del Sistema de Gestión. (3)
✓ Crecimiento de la organización. (2)	✓ Inconformidad con los procesos internos de la compañía. (1)
✓ Tecnología para mitigar el cambio climático. (4)	✓ Familiaridad con el sistema de gestión. (2)
✓ Certificaciones ISO 9001:2015; ISO 14001:2018; 45001:2018 (5)	
✓ Productos Certificados con ZDHC. (3)	

Continuación de Tabla 2. Análisis de contexto

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tasa de cambio del Lempira respecto al dólar. (7) ✓ Impuestos sobre ventas, rentas, importación y exportación. (4) ✓ Grado de Escolaridad (2) ✓ Disponibilidad de Mano de Obra (3) ✓ Inversión en Infraestructura (8) ✓ Licencia de Operación (6) ✓ Licencia Ambiental (5) ✓ Mas oportunidad de ventas por concientización de clientes usando nuestra tecnología. (1) ✓ Innovación en productos y procesos sostenibles para reducir el cambio climático. (9) ✓ Tendencias hacia productos sostenibles en la industria textil. (10) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transporte de cargas controladas o prohibidas. (9) ✓ Crédito a Clientes. (8) ✓ Inestabilidad Política. (1) ✓ Delincuencia, extorsión. ✓ Acceso a información de los empleados. (7) ✓ Transportes Contratados. (2) ✓ Mala Manipulación de Productos Químicos en la Carga y Descarga. (3) ✓ Paros Generales de Transporte. ✓ Impacto del cambio climático en la disponibilidad de recursos. (4) ✓ Acceso a información de los empleados. (6) ✓ Disponibilidad de recursos (agua, energía) (5)

Fuente: **(Empresa XYZ, 2024)**

Nota: Cada ítem se acompaña de un número que significa el orden de importancia que tiene este aspecto sobre la organización.

La organización opera en un contexto desafiante y dinámico, donde debe enfrentarse a múltiples factores externos y aprovechar sus capacidades internas. Externamente, el sector enfrenta una fluctuación constante de la tasa de cambio del Lempira frente al dólar, lo que puede afectar los costos de importación y exportación. Sin embargo, esta situación también abre oportunidades para competir en el mercado internacional si se gestiona adecuadamente. Además, existen requisitos legales, como las licencias de operación y ambientales, que la empresa debe cumplir para continuar sus actividades, lo que añade una capa de responsabilidad y compromiso con el cumplimiento normativo.

Otro factor importante es la infraestructura disponible, que representa una oportunidad para mejorar las operaciones y optimizar procesos si se invierten recursos de manera estratégica. Sin embargo, la inestabilidad política y las altas tasas de delincuencia y extorsión representan amenazas constantes que afectan tanto la seguridad del transporte de cargas como la protección de los empleados y la información sensible de la compañía.

Internamente, la organización cuenta con fortalezas significativas, como una infraestructura tecnológica avanzada que incluye sistemas biométricos, cámaras de seguridad y dispositivos GPS para asegurar el monitoreo y la comunicación constante. La empresa también tiene un equipo de empleados fieles con baja rotación, lo que garantiza la continuidad de los conocimientos y una alineación sólida con los objetivos de la organización. Además, la formación constante en seguridad y manejo de químicos es un pilar que ayuda a mantener altos estándares operativos y de seguridad.

Sin embargo, existen debilidades que requieren atención, como el desconocimiento generalizado del sistema de gestión, lo cual podría limitar la capacidad de implementar mejoras significativas en los procesos. Además, los empleados presentan cierta inconformidad con algunos procesos internos, lo que podría afectar su motivación y rendimiento. La supervisión limitada en la carga y descarga de materiales peligrosos por parte de los conductores también representa un riesgo que podría mitigarse con controles adicionales.

En conjunto, la organización tiene la capacidad de crecer y mejorar sus operaciones si logra manejar los desafíos externos e internos mediante estrategias bien definidas y la implementación de controles más rigurosos en sus procesos.

2.2.TEORÍA DE SUSTENTO

La teoría de sustento tiene como finalidad brindar un soporte para la investigación a desarrollar, para la presente investigación se utilizará la Norma ISO 9001:2015.

2.2.1.NORMA ISO 9001:2015

La norma ISO 9001: 2015 es un sistema orientado a la gestión de la calidad, la implementación de un sistema de gestión de calidad es un proceso estratégico que las compañías utilizan para estandarizar sus procesos y optimizarlos.

Esta norma proporciona una serie de beneficios para las organizaciones entre los cuales se pueden mencionar:

- a) Productos de calidad que satisfagan los requisitos de los clientes.
- b) Aumento de la satisfacción del cliente.
- c) Identificar y abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.

- d) La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Esta norma contiene dentro de su estructura un enfoque en la mejora continua y para su implementación se debe hacer uso de herramientas de mejora continua como es el ciclo de Deming, o mejor conocido como el ciclo planear, hacer, verificar y actuar (PHVA). Cada una de sus cláusulas está asociada a un elemento de este ciclo. La norma cuenta con una estructura de alto nivel que permite a las organizaciones integrar más de un sistema de gestión en su organización. Está estructurada en 10 capítulos, 3 introductorios y de términos, y 7 capítulos auditables. ((ISO 9001, 2015)

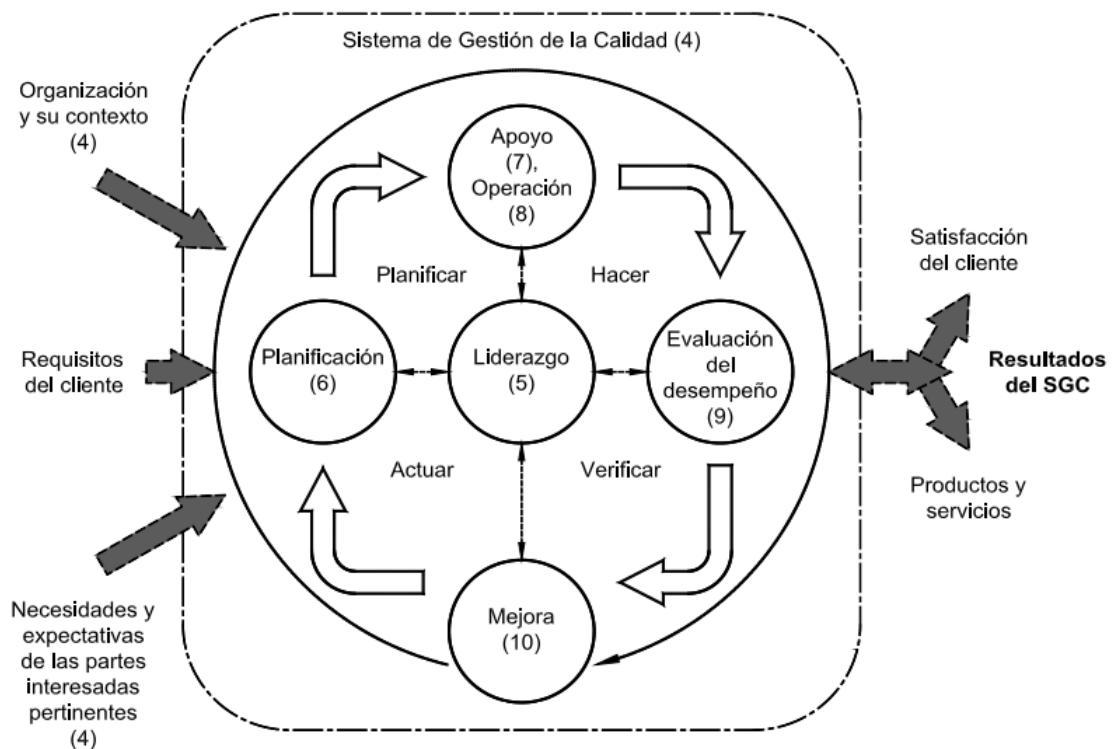


Figura 11. Ciclo PHVA para implementación de ISO 9001

Fuente: ((ISO 9001, 2015)

Nota: En esta figura se muestra el ciclo PHVA y los capítulos de la norma que se abordan en cada paso.

Al implementar la norma ISO 9001 las organizaciones se ven obligadas a tener disciplina en sus procesos, respetando cada uno de sus procedimientos internos, por lo que estos procedimientos deben asegurar una métrica constante de la calidad, lo cual permitirá tomar las respectivas acciones correctivas cuando sucedan problemas.

El beneficio de este proceso se enfoca en la disminución de los defectos y los errores, siendo estos identificados a tiempo, disminuyendo de esta forma los costos asociados a defectos. (Gómez et al., 2013)

A nivel nacional, existen varias empresas que han logrado la implementación exitosa de la norma ISO 9001:2015, mejorando de esta forma sus estándares de calidad y satisfacción al cliente, entre ellas podemos mencionar:

- **PROCESADORA INDUSTRIAL PLASTICOS S.A. (PIPSA SA)**

La Prensa (2024), resaltó la noticia de la certificación en ISO 9001: 2015 por la empresa PIPSA S.A, ubicada en el municipio de Choloma, Cortés, en donde se destaca el cumplimiento de los requisitos establecidos por dicha norma, basándose la empresa en tres pilares fundamentales como ser: fabricación de productos de alta calidad conforme los estándares de los clientes, aplicar mejora continua en todos sus procesos y expandir la cartera de productos buscando la satisfacción de sus clientes. Durante la entrevista realizada a dicha empresa, se obtuvieron las diversas opiniones de los líderes de proceso, en donde se mencionaron los retos superados tales como ser: implementación de documentación más estricta del proceso, capacitación continua e involucramiento de todas las partes, recalcando en las mejoras obtenidas y en la retroalimentación que han obtenido de parte de los clientes en las nuevas implementaciones que se han realizado en los procesos.

- **RETHINK**

La empresa Rethink es una empresa dedicada a la fabricación de productos químicos para la industria textil, la cual es parte de grupo Elcatex; actualmente se encuentra con una certificación en las normas ISO 9001: 2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2015. La organización ha logrado vencer los desafíos presentados al implementar dichas normas las cuales han traído múltiples beneficios aumentando la ventaja competitiva y la confianza con sus clientes. (Asociación Hondureña de Maquiladores (AHM), 2023).

Rethink tiene como objetivo la búsqueda de la satisfacción de sus clientes, posicionarse como la empresa principal en el rubro de producción de químicos para la industria textil, buscando soluciones innovadoras y sostenibles (Grupo Elcatex, s.f.)

- EMPRESA XYZ

La empresa XYZ tiene implementado el sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001 (2015), esta norma establece la base de control de los procesos y ha proporcionado a XYZ un lineamiento de pasos a seguir para la obtención de resultados que mejoren la relación con el cliente. Aunque se tiene un sistema de gestión de calidad implementado se han tenido problemas de calidad con el cliente los cuales se han reportado como no conformidades, al implementar la ISO 9001 (2015) esto obliga a XYZ a indagar sobre la causa raíz de estos problemas, y a identificar aquellos procesos que tienen oportunidad de mejora en su sistema, generando planes acción enfocados en la mejora continua.

2.3.METODOLOGÍAS Y/O INSTRUMENTOS

2.3.1. METODOLOGIA TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

La metodología TQM se originó en Japón después de la segunda guerra mundial, en la década de 1950, sus precursores fueron: Philip Crosby, Edward Deming y Joseph Juran; esta se estructura conforme los principios indicados en la figura 12 (QAC, 2024).

La norma ISO 9001:2015 asegura la existencia de procedimientos y métricas para identificar y corregir errores a tiempo, mientras que TQM se integra como una como una metodología de mejora continua en búsqueda de la excelencia, (Render, 2021). Este enfoque se complementa con los requisitos de la norma ISO 9001:2015 ya que fortalece la cultura de calidad, donde se involucra a cada área y personas para minimizar los defectos, optimizar procesos y satisfacer al cliente.

La metodología TQM se enfoca en la prevención de errores y no en la corrección de los mismos. (Thomas L. Wheelen, 2013)

TQM tiene 5 aspectos relevantes:

- ✚ Satisfacción del cliente: todos los empleados deben ser conscientes de que su trabajo existe por las necesidades del cliente, por lo que las actividades deben ejecutarse en términos de la satisfacción del cliente.
- ✚ Clientes internos y externos: establecer el concepto de los clientes internos y externos, donde se identifique por departamento los clientes internos dentro de la organización. así cada empleado debe preocuparse por complacer al cliente interno como al externo.

- ✚ Medición de variables críticas: identificar y capacitar a los empleados para saber que medir, como tomar datos y como interpretarlos, ya que TQM establece como regla que solo se puede mejorar lo que se puede medir.
- ✚ Mejora continua de productos y servicios: el monitoreo de operaciones para mejorar los productos y servicios.
- ✚ Relaciones de trabajo basadas en la confianza y el trabajo en equipo: delegar autoridad y emplear confianza en los empleados, que sean parte de la toma de decisiones para cumplir con las metas.

A su vez TQM cuenta con 12 principios que promueven la integración de todos los empleados en la mejora continua:

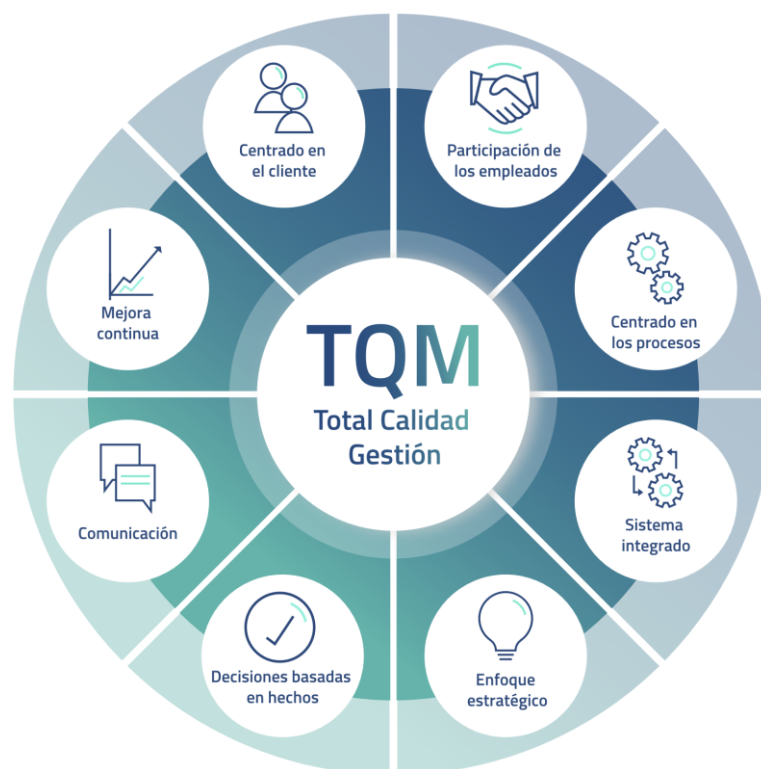


Figura 12. Principios de TQM
Fuente: (QAC, 2024)

2.3.1.1. MEJORA CONTINUA

TQM requiere de un proceso de mejora continua, enfocado en el ciclo PHVA, Render,(2021) expone que: “El objetivo final es la perfección, que nunca se alcanza, pero siempre se busca.” (p. 254).

Conforme indica García P. et al. (2014) el ciclo PHVA se originó en Japón en 1950, fue promulgado por Edward Deming, siendo desarrollado por Walter Shewart; teniendo la siguiente estructura:

- ✚ Planificar: Involucrar a la gente correcta, recopilar los datos disponibles, comprender las necesidades de los clientes, estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados y desarrollar el plan/entrenar al personal
- ✚ Hacer: implementar la mejora/verificar las causas de los problemas y recopilar los datos apropiados
- ✚ Verificar: analizar y desplegar los datos, comprender y documentar las diferencias, revisar los problemas y errores identificando que se ha aprendido y que aún queda sin resolver.
- ✚ Actuar: incorporar la mejora al proceso, comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa e identificar nuevos proyectos/problemas.

El concepto de mejora continua se fundamenta en el cambio constante de las organizaciones, nada puede considerarse como algo terminado, la vida no es un proceso estático y las organizaciones son cambiantes con las innovaciones que surgen en el día a día. (Vara, 2014).

Vara (2014) describe como etapas clave para la mejora continua las siguientes:

1. Identificación fuentes de información de la organización:



Figura 13. Fuentes de Información
Fuente: (Vara, 2014)

2. Identificación y selección de oportunidades de mejora.

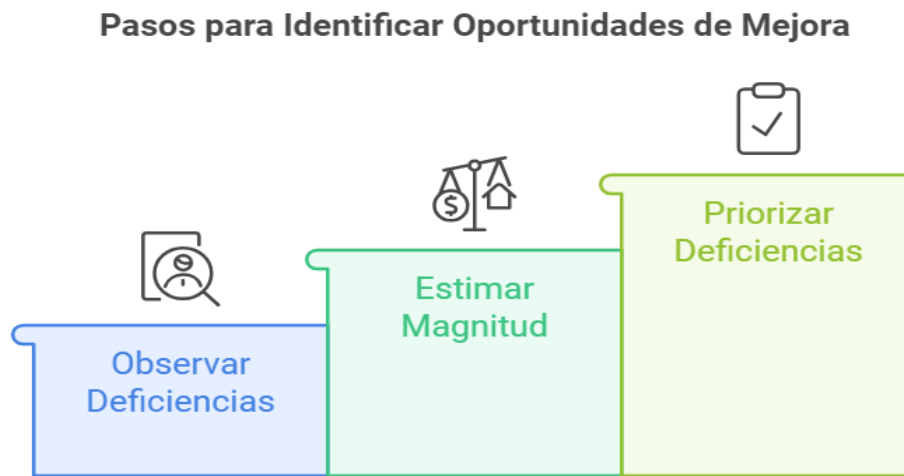


Figura 14. Pasos para la Identificación y Selección de Oportunidades de Mejora

Fuente: (Vara, 2014)

3. Selección de equipos de mejora.

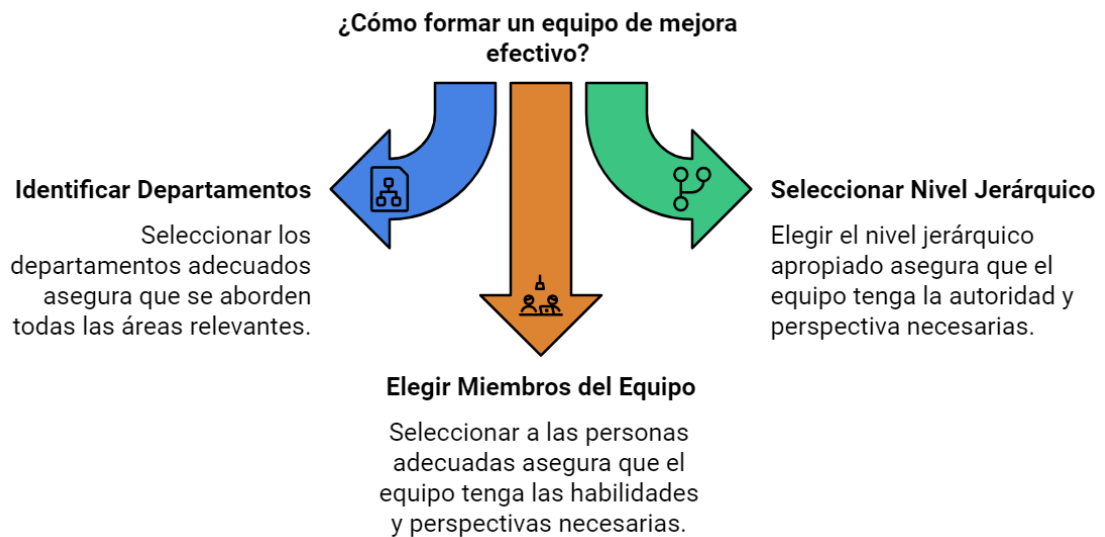


Figura 15. Pasos para la selección de Equipos de Mejora.

Fuente: (Vara, 2014)

4. Asignación de misión a los equipos de mejora.

Proceso de Asignación de Misión del Equipo

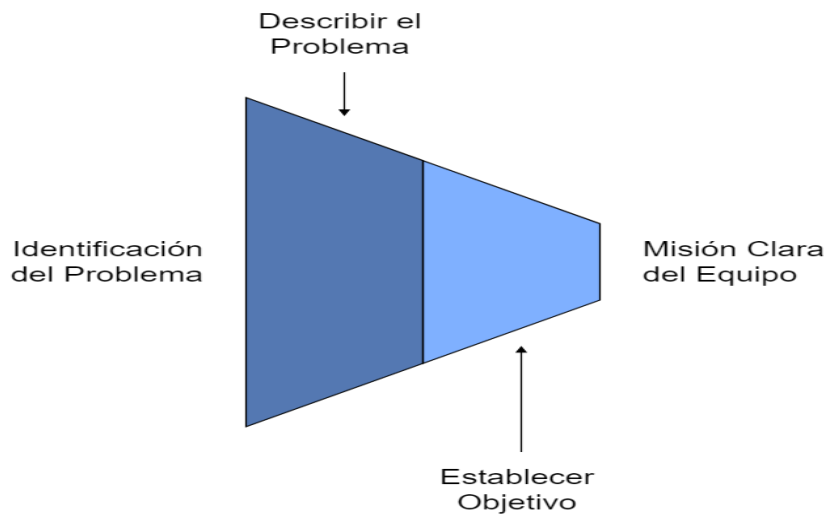


Figura 16. Pasos para la asignación de Equipos de Mejora.

Fuente: (Vara, 2014)

- PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA

El ciclo PHVA conlleva cuatro fases principales que consisten en: planear, hacer, verificar y actuar, a continuación, se detallan ocho (8) pasos clave para la implementación del ciclo de mejora continua, en cada paso se establecen las herramientas a utilizar las cuales se definen en el apartado 2.3.1.3.

Tabla 3. Pasos para la implementación del ciclo PHVA

ETAPA DEL CICLO	PASO	NOMBRE	HERRAMIENTAS
PLANEAR	1	Establecer y precisar el problema.	<ul style="list-style-type: none"> - Recogida de datos. - Diagrama de Pareto - Histograma. - Hoja de verificación - Cartas de control. - Mapeo del proceso.
	2	Buscar todas las posibles causas.	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Ishikawa.

Continuación de Tabla 3. Pasos para la implementación del ciclo PHVA

	3	Investigar cual es la causa o el factor más importante.	- Diagrama de Pareto. - Estratificación. - Diagrama de Ishikawa
	4	Considerar las medidas correctivas	- 5 W
HACER	5	Poner en práctica las medidas correctivas.	- Seguir el plan elaborado en el paso anterior.
VERIFICAR	6	Revisar los resultados obtenidos.	- Histograma - Carta de control - Hoja de verificación
	7	Prevenir la recurrencia del problema.	- Estandarización, inspección, supervisión, hoja de verificación y cartas de control.
ACTUAR	8	Conclusión.	- Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro

Fuente: (Contreras & Perez, 2021)

- Paso 1: Establecer y precisar el problema:

En esta fase, se analiza y se busca identificar el problema y como este afecta en diferentes factores como ser: la satisfacción de los clientes, los costos económicos y logísticos de su ocurrencia (Contreras & Perez, 2021)

- Paso 2: Buscar todas las posibles causas:

En esta etapa se analizan todas las causas posibles del problema, se hacen formulaciones de preguntas que nos permitan identificar dichas causas utilizando herramientas como la lluvia de ideas y diagrama de Ishikawa (Hasibuan & Hardi, 2018)

- Paso 3: Investigar cual es la causa o el factor más importante:

El objetivo de esta etapa es el poder identificar y comprender cuales son las causas fundamentales de un problema, esto permite enfocarse y tomar medidas eficaces con la finalidad de mejorar el proceso en lugar de solo abordar superficialmente el problema, en este paso se pueden utilizar el diagrama de Pareto y las hojas de verificación (Eddine & Abdullah, 2021).

- Paso 4: Considerar las medidas correctivas:

En esta etapa son evaluadas las posibles medidas correctivas de las causas identificadas, con la finalidad de evitar su ocurrencia nuevamente; es en esta fase donde a su vez deben colocarse quienes son las personas involucradas en la ejecución de dichas medidas correctivas, que recursos se necesitarán, el tiempo, estrategias y posibles impactos de dichas acciones. (Eddine & Abdullah, 2021).

- Paso 5: Poner en práctica las medidas correctivas:

En esta fase se enfoca en actuar sobre los hallazgos y llevar a cabo las acciones correctivas, es decir realizar lo establecido en el paso 4, siendo un paso clave en la mejora continua ya que es donde se asegura que los cambios sean implementados adecuadamente. (Hasibuan & Hardi, 2018)

- Paso 6: Revisar los resultados obtenidos:

En esta fase se realiza un monitoreo de las acciones correctivas, utilizando técnicas estadísticas que nos permiten valorar comprar un antes y un después, en esta fase se suele implementar los histogramas, las cartas de control y las hojas de verificación (Jaqin et al., 2020).

- Paso 7: Prevenir la recurrencia del problema:

Etapa centrada en garantizar que el problema o la no conformidad no vuelva a ocurrir, es decir, posteriormente a haber solucionado el problema es esencial tomar las medidas para que este no vuelva a ocurrir (Contreras & Perez, 2021)

- Paso 8: Conclusión:

Fase final en donde se hace una revisión de lo efectuado y en donde se documentan las situaciones, limitaciones, así como las avances y alcances (Jaqin et al., 2020).

2.3.1.2. SEIS SIGMA

Seis Sigma tiene 2 significados en TQM, estadísticamente describe un proceso producto o servicio con capacidad precisión de 99.9997%. La segunda definición es que es un programa diseñado para reducir los defectos y lograr disminución de costos, ahorrar tiempo y mejorar la satisfacción del cliente. (Render, 2021).

Seis Sigma se enfoca en la satisfacción del cliente y sigue el modelo definir, medir, analizar, mejorar y controlar o mejor conocido por sus siglas en ingles DMAIC.

El modelo DMAIC consta de 5 fases:

1. Definir: se define el propósito, el alcance y los resultados del proyecto, después identifica la información que se requiere.
2. Medir: mide el proceso y recopila los datos.
3. Analizar: analiza los datos asegurándose que sean repetitivos y reproducibles.
4. Mejorar: modifica o rediseña los procesos basados en las mediciones y análisis anteriores.
5. Controlar: controla el nuevo proceso para garantizar que se mantienen los niveles de desempeño.

El modelo DMAIC a su vez también requiere de herramientas en cada una de las etapas, continuación se muestran herramientas necesarias según la etapa DMAIC:

Tabla 4. Herramientas por Etapa DMAIC

ETAPA DE MEDICIÓN	ETAPA DE ANÁLISIS
Análisis de capacidad del proceso Excentricidad y linealidad Análisis R&R	Prueba de hipótesis Análisis de varianza (ANOVA) Control estadístico de procesos
ETAPA DE MEJORAR	ETAPA DE CONTROL
Diseño de experimentos	Control estadístico de procesos Plan de control

Fuente: (Jeimy Pineda, Fabricio Linarez, 2021)

 **Análisis de capacidad de proceso:**

Tal como lo indica Pulido & Vara Salazar, (2009): “evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones)”.

Siguen mencionando en su libro *CONTROL ESTADÍSTICO Y CALIDAD SEIS SIGMA* los autores Pulido & Vara Salazar, (2009), que para medir la capacidad de un proceso con doble especificación, se determinan los índices de capacidad descritos a continuación:

- Cp: El índice de capacidad potencial del proceso se define como:

$$Cp = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

ES= Especificación superior

EI= Especificación inferior

σ = desviación estándar del proceso.

La interpretación del Cp nos indica que para que la variación de un proceso sea potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada, los resultados obtenidos pueden compararse utilizando la siguiente tabla como referencia:

Tabla 5. Especificaciones Cp

Valor del índice Cp	Clase o categoría del proceso	Decisión
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere un control estricto
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado para el trabajo, es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$Cp < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: Pulido & Vara Salazar, (2009)

- Cpk: se conoce como el índice de capacidad real del proceso, en donde si se considera el centrado del mismo.

$$Cpk = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Para Cpk, los autores Pulido & Vara Salazar, (2009) establecen los siguientes parámetros:

- Si el valor Cpk es mayor que 1.25 indica que el proceso es capaz.

- Si el valor $C_{pk} < 1.25$ indica que el proceso no cumple con al menos una de las especificaciones.

Estudio R&R

Un sistema de medición es indispensable en una organización que desea tener altos estándares de calidad. Por lo que para validar el sistema de medición se debe de contar con un estudio de repetibilidad y reproducibilidad (Vinazco Isaza, s. f.).

La repetibilidad de un sistema de medición se refiere a la precisión en condiciones controladas y esta hace referencia al equipo de medición; la reproducibilidad se refiere a la precisión del sistema de medición cuando se cambian las condiciones de la operación, y hace más referencia al operador (Vinazco Isaza, s. f.).

Pasos para realizar un estudio Repetibilidad y reproducibilidad (R&R):

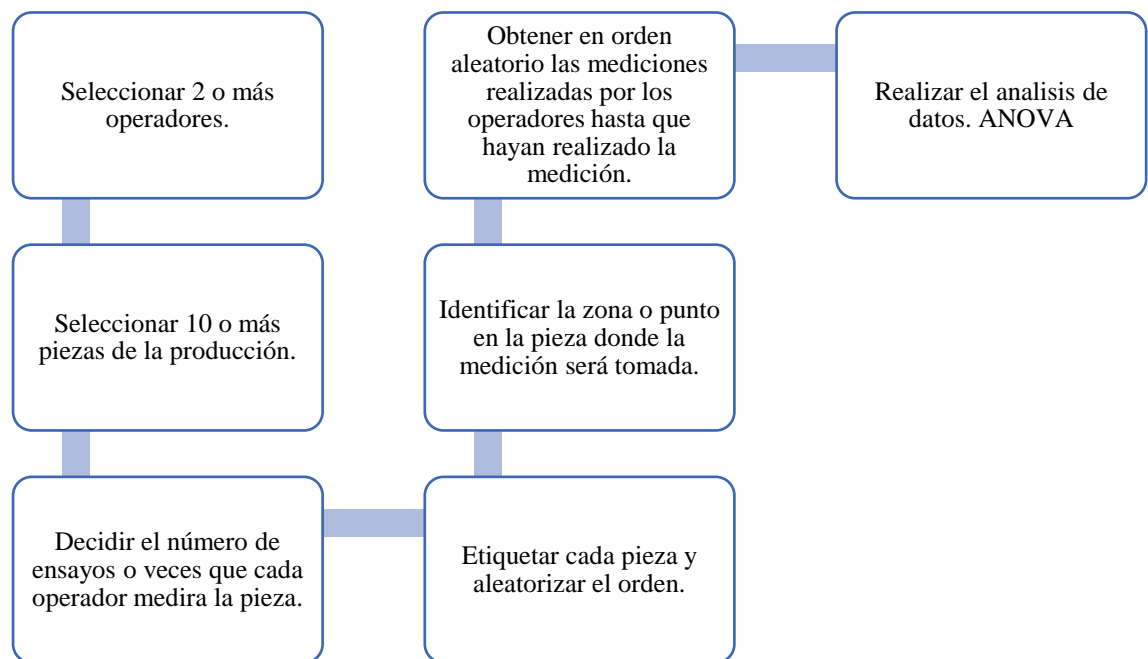


Figura 17. Pasos para realizar un análisis R&R

Fuente: (Vinazco Isaza, s. f.)

El método de análisis de los datos debe ser realizado mediante el método de ANOVA ya que este método divide la variación total de los datos entre la variación debida a la reproducibilidad y variación debida a la repetibilidad.

✚ Linealidad

Es una propiedad importante de los métodos utilizados para realizar mediciones en un rango de concentraciones. Donde se compara la desviación de la respuesta real del instrumento respecto a la señal que entrega el instrumento. (EURACHEM, 2011)

- Pasos para hacer una prueba de linealidad:

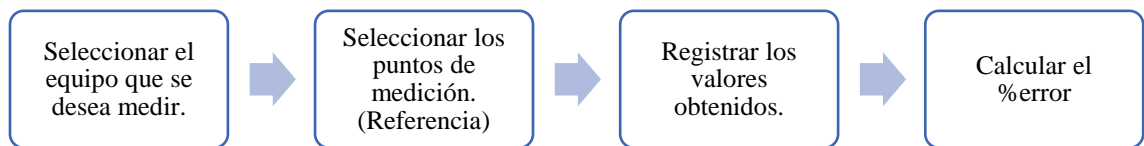


Figura 18. Pasos para realizar una prueba de linealidad

Fuente: (EURACHEM, 2011)

✚ Excentricidad

La excentricidad es una prueba que se realiza con el objetivo de verificar la uniformidad y exactitud de la medición en toda la superficie de carga de una báscula. Esta prueba se ejecuta colocando la masa de medición en diferentes posiciones de la báscula como se muestra la imagen:

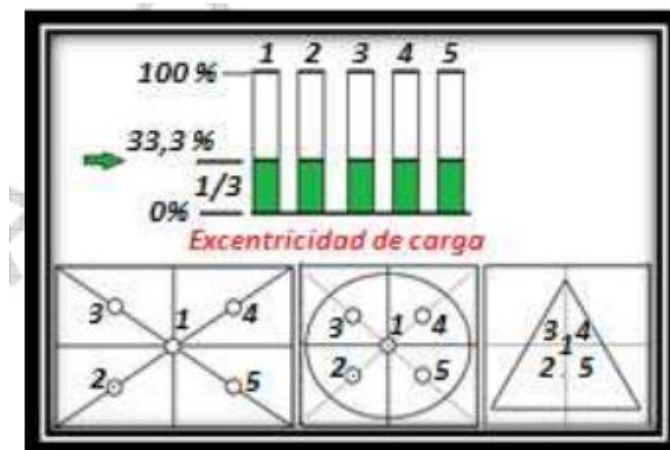


Figura 19. Posiciones en la báscula para prueba de excentricidad

Fuente: (Industria y Comercio Superintendencia, 2017)

Se registran los pesos de cada una de las posiciones obtenidas y se compara contra un valor de referencia por lo general, es el proveedor quien indica cual es la variación tolerada (Industria y Comercio Superintendencia, 2017).

2.3.1.3.HERRAMIENTAS

En el libro *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* de Pulido & Vara Salazar (2009), presentan herramientas clave del control estadístico que son esenciales para la implementación de proyectos con un enfoque Seis Sigma. Estas herramientas serán fundamentales para el desarrollo de esta investigación. A continuación, se ofrece una descripción

🚦 Diagrama de Pareto

Pulido & Vara Salazar, (2009), refieren el diagrama de Pareto como una herramienta estadística que ayuda a priorizar causas raíz y atacar aquellas que generan un mayor impacto sobre el problema, el principio de Pareto mejor conocido como “Ley 80-20” se refiere a que pocos elementos el 20% generan la mayor parte del defecto el 80%.

Para el uso de esta herramienta se requiere un análisis crítico para evitar tomar decisiones precipitadas por ello se recomienda hacer un doble Pareto.

Pareto de primer nivel: Se refiere a un Pareto para problemas, aquí se pretende clasificar dentro de los problemas de calidad aquel que tiene mayor impacto para la organización, como ejemplo:

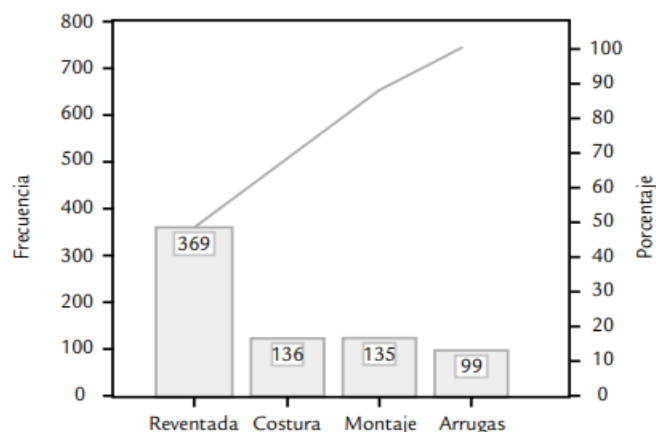


Figura 20. Diagrama de Pareto primer nivel, defectos en la fábrica de botas.
Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

En este Pareto se puede entender que el defecto de calidad mayor en el proceso de fabricación de botas es por botas reventadas.

Pareto de Segundo Nivel: Pareto para causas, aquí se pretende orientar a la búsqueda de las causas, siguiendo el ejemplo anterior, se debe preguntar si este defecto se presenta con misma intensidad en todos los modelos, materiales, turnos y maquinas. Por lo que a continuación se estratifico el defecto por modelo de bota y se encontró lo siguiente:

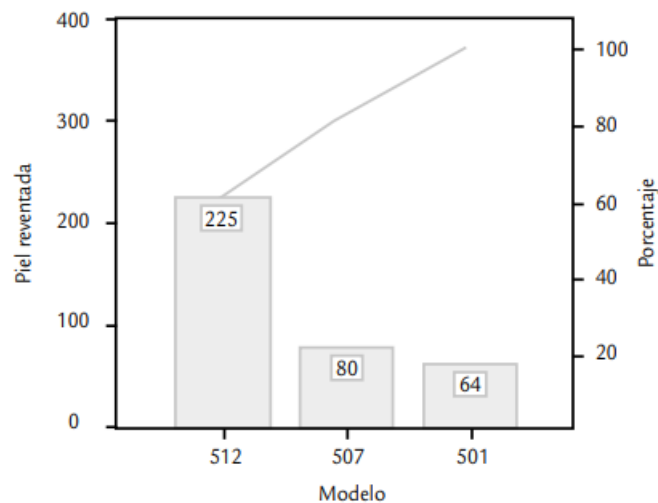


Figura 21. Pareto de Segundo nivel defecto de bota reventada por modelo de bota.

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

Como puede observarse este defecto se da en mayor frecuencia en el modelo 512. De esta forma es como se debe realizar un análisis con el diagrama de Pareto enfocándose en problemas y causas. En general se recomienda lo siguiente:

- El problema se clasifica en función de categorías como ser: modelo, tamaño, maquina, turno, etc. Cada categoría genera un diagrama.
- Siempre se recomienda hacer un Pareto de problema y después continuar con un Pareto de causas.

✚ Histograma.

El histograma es una representación gráfica en forma de barras de la distribución de un conjunto de datos y este se obtiene de la tabla de frecuencias.

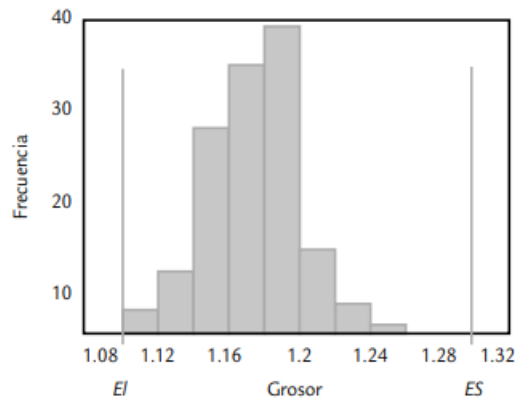


Figura 22. Ejemplo de histograma con sus delimitaciones.

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

El histograma ayuda a ver la tendencia central de los datos lo que contribuye a la toma de decisiones para hacer ajustes en el proceso.

Interpretación del histograma:

- Observar la tendencia central de los datos, en el histograma anterior la mayor parte de los datos se centra entre 1.14 y 1.20.
- Estudiar el centrado del proceso, con base en el punto anterior es necesario observar la posición central del cuerpo del histograma con respecto a las especificaciones óptimas, pues aun cuando se cumplen las especificaciones la calidad que se produce no es buena.
- Examinar la variabilidad del proceso, aquí se compara la amplitud de las especificaciones con el ancho del histograma.

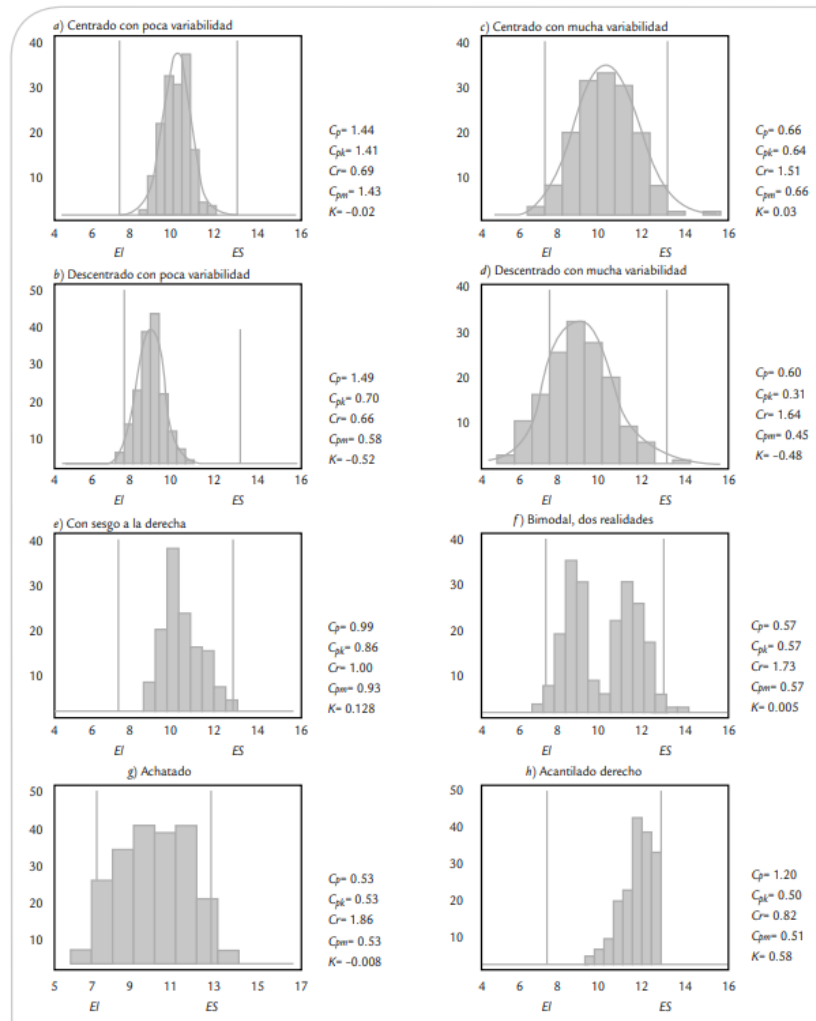


Figura 23. Formas que puede presentar un histograma.

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

- d. Analizar la forma del histograma, por lo general debe de seguir la forma de la campana de gauss al tener una distribución normal, si no tiene esta forma es seguro que están ocurriendo eventos importantes en el proceso, las formas típicas que no siguen una distribución normal son:

Distribución sesgada, donde se observa la distribución de los datos para un solo lado de las especificaciones.

Distribución bimodal donde claramente se notan 2 modas que muestran dos tendencias centrales diferentes.

Distribución con acantilados, se observa como suspensión o corte en la distribución.

- e. Datos raros o atípicos, se observa como una o más barras pequeñas separadas o aisladas del resto, puede deberse a datos erróneos o a un evento raro o especial.

✚ Hoja de verificación

Es un formato construido para la recolección de datos de forma que su registro sea sencillo y que se pueda analizar visualmente los datos obtenidos. Su finalidad es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de una empresa.

TABLA 6.3 Hoja de verificación del tipo: defectos y posibles causas.

HOJA DE VERIFICACIÓN PARA DEFECTOS EN VÁLVULAS			
		Periodo: _____	Departamento: _____
MODELO DE PRODUCTO	ZONA DEL MOLDE		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
A	ooo xxx ++	oooo xx ++ //	oooooooooooo xxxxx /
B	oooo xx +++ /	oooo xxxxx /	oooooooooooo xxxxxxx ++
C	oooo x +	oooo xxx	oooooooooooo xxxxx /
D	oooo xx ++ //	oooooo xxx /	oooooooooooooo xxxxx ++++

Códigos para defectos: o porosidad, + maquinado, x llenado, / ensamble

Figura 24. Ejemplo de Hojas de verificación

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

✚ Cartas de control.

El principal objetivo de esta herramienta es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Aquí se debe distinguir entre variaciones comunes o causas especiales lo que ayuda a caracterizar el funcionamiento de un proceso. Para poder identificar esas causas lo primero es establecer los límites de control es decir las especificaciones del proceso.

- Tipos de Cartas de Control

Cartas de control para variables: Aplicables para características de calidad de tipo continuo como ser peso, volumen, voltaje, longitud, etc. Las cartas de control para variables tipo Shewart más usuales son:

\bar{x} (De medias)

R (Rangos)

S (Desviación estándar)

X (Medias Individuales)

- **Cartas de control para atributos:** aplicables a características de calidad de tipo no continuo, en estos casos el producto se juzga como conforme o no conforme.

p (proporción o fracción de artículos defectuosos).

np (número de unidades defectuosas).

c (número de defectos).

u (número de defectos por unidad)

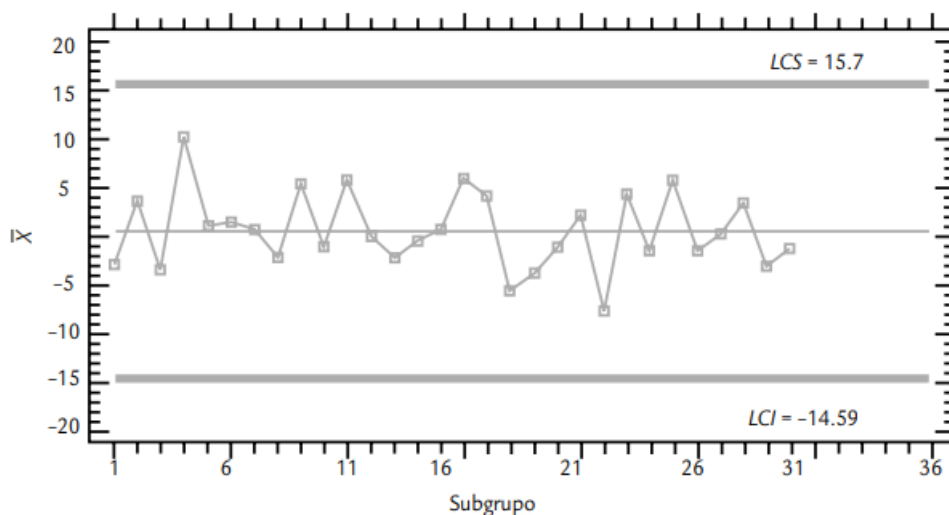


Figura 25. Ejemplo de carta de control para variables.

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

✚ Diagrama de Ishikawa.

Método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas posibles que lo generan. Para efectos de esta investigación se enfatizar en el diagrama de Ishikawa con el método de las 6M, este se basa en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M):

- Métodos.
- Mano de Obra

- c. Materiales
- d. Medición
- e. Maquinaria
- f. Medio Ambiente

Por lo general es el paso que le precede al diagrama de Pareto.

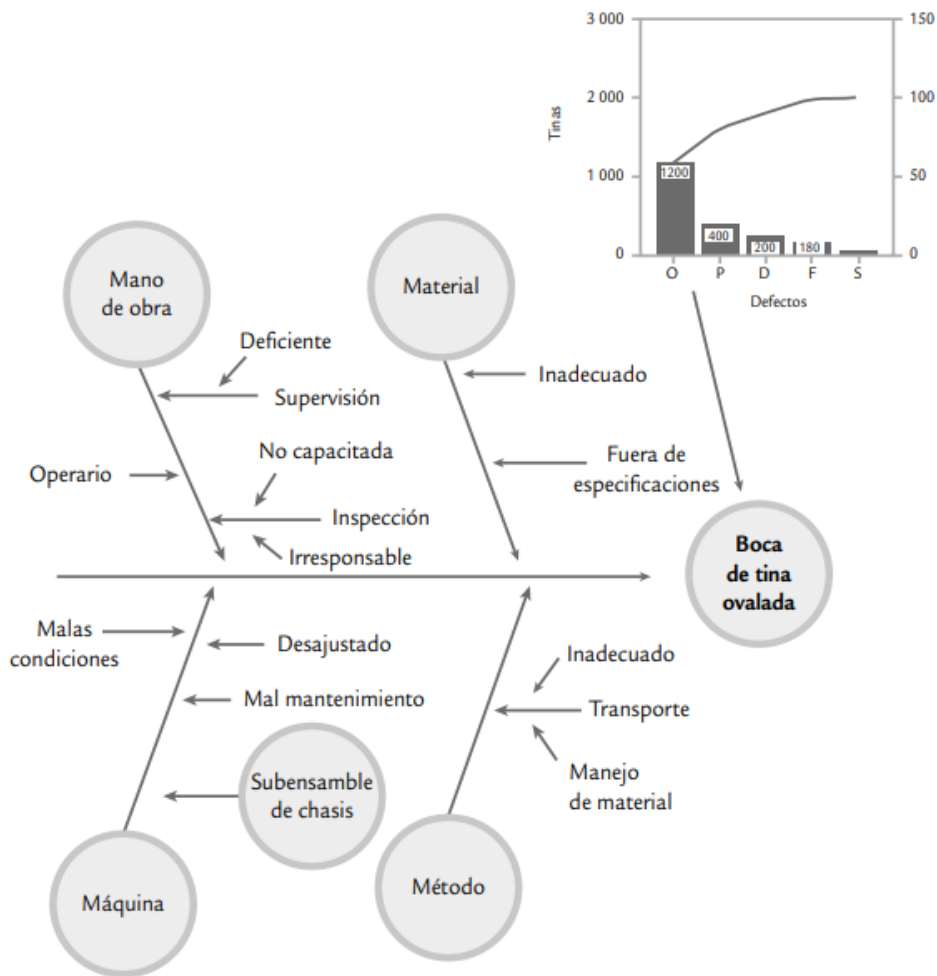


Figura 26. Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

📌 Mapeo de Procesos

Consiste en hacer un diagrama de flujo que refleje todas las actividades que se realizan en el proceso. En esta herramienta se pueden especificar los siguientes detalles:

- a. Variables de salida y entrada de cada proceso.
- b. Pasos que agregan y los que no agregan valor al proceso.
- c. Listar y clasificar las entradas clave en cada paso.

d. Especificaciones de operaciones actuales.

✚ Estratificación.

Consiste en clasificar y analizar datos de acuerdo con las distintas fuentes de donde proceden, esta suele surgir a partir de una lluvia de ideas y se utiliza para construir el diagrama de Ishikawa.

✚ Diagrama de dispersión.

El diagrama de dispersión es una gráfica del tipo X-Y cuyo objetivo es analizar de qué forma estas dos variables están relacionadas.

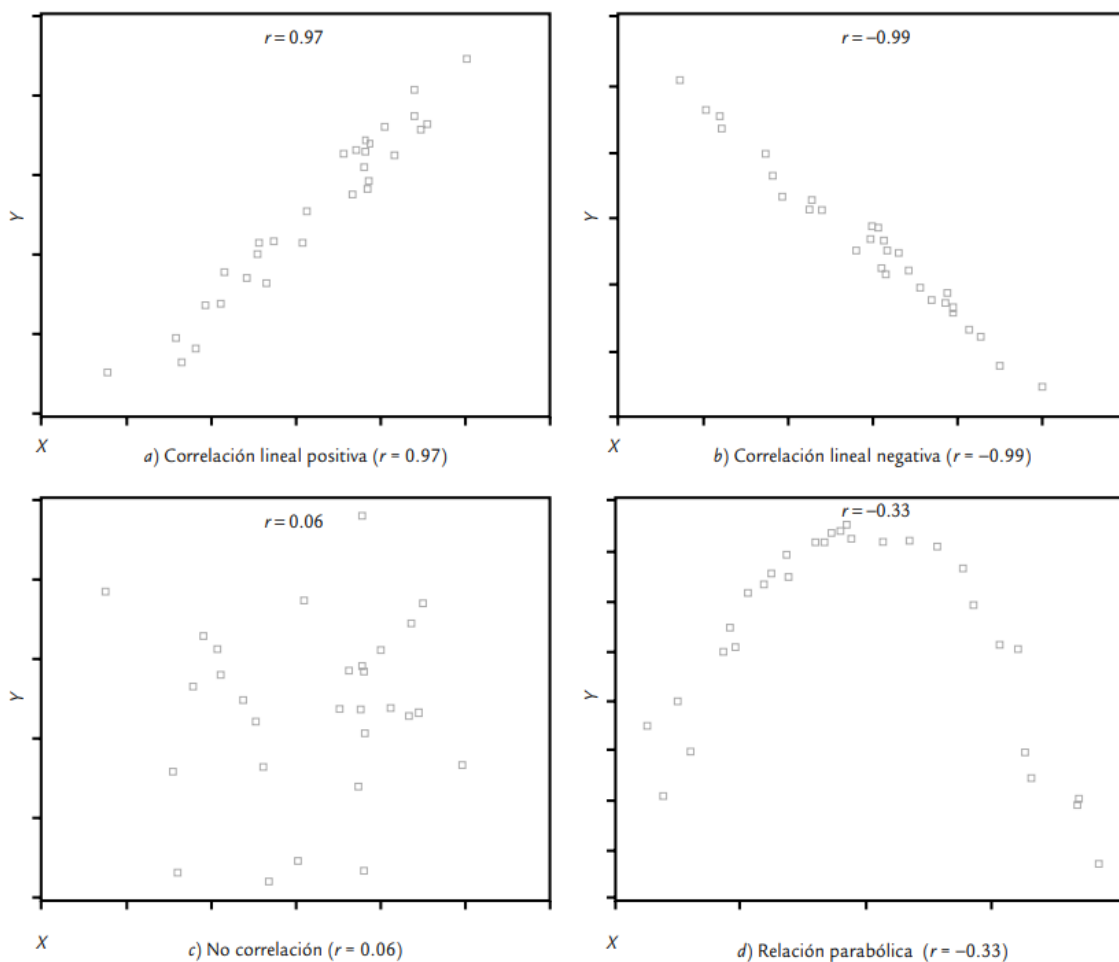


Figura 27. Diagrama de dispersión para la identificación de la correlación entre variables.

Fuente: (Pulido & Vara Salazar, 2009)

La correlación entre variables puede ser positiva como en la figura a) donde se observa un comportamiento creciente o puede ser una correlación negativa como la figura b) donde se observa un comportamiento decreciente, la figura d) muestra una correlación parabólica y la figura c) muestra un ejemplo donde no hay correlación. En todas se observa el coeficiente de correlación o r ; este es de utilidad para cuantificar la magnitud de la correlación entre las variables.

✚ 5W+2H

Las 5W+2H es una estructura periodística basada en 7 palabras claves: que, quien, donde, cuando, cuanto como. Como metodología de investigación está enfocada en a conducir y orientar el problema.

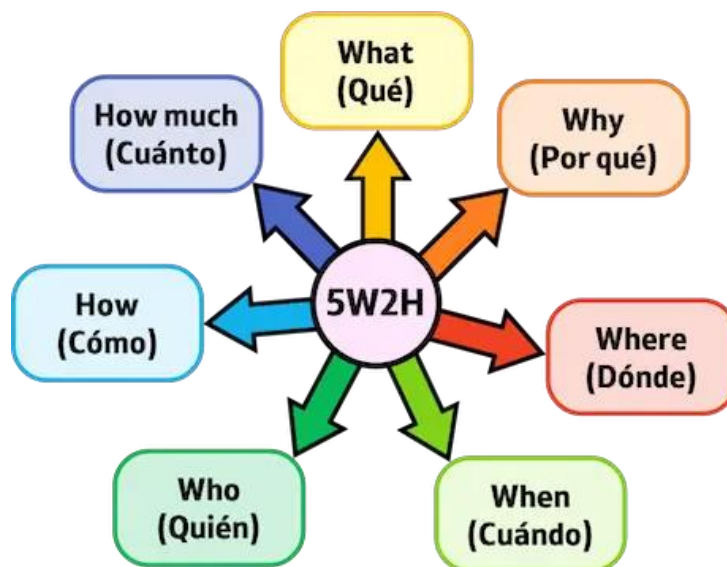


Figura 28. 5W+2H
Fuente: (Estadística, 2023)

✚ Recogida de datos:

Para la obtención de datos que aporten conocimiento sobre las condiciones actuales de la organización existen diversas técnicas entre las cuales se pueden mencionar:

Cuestionarios y encuestas: técnicas donde se plantean preguntas cerradas para obtener datos precisos.

Observaciones: técnica que consiste en observar el desarrollo del fenómeno.

Grupos Focales: consiste en reunir grupos de personas que comparten características relacionadas con la investigación.

Documentos y Registros: examinar los datos presentes en documentos ya existentes como informes, procedimientos, indicadores, registros.

Experimentación: en este método las variables pueden ser manipuladas en condiciones que permitan la reunión de datos.

Figura 29. Técnicas de Recolección de Datos

Fuente: (Celis & García, 2012), (Torres et al., s. f.)

2.4. CONCEPTUALIZACIÓN

2.4.1. CONCEPTOS DE PRODUCCIÓN

Productos no conforme: se refiere a aquellos productos de la empresa XYZ que no cumplen con los estándares internos y que requieren ser ajustados nuevamente por producción. (ISO 9000:2015).

No conformidad: se refiere a las devoluciones del cliente debido a un producto no conforme. (Empresa XYZ, 2024)

Formulación: La formulación es el proceso en el que una variedad de sustancias diferentes se combina en proporciones precisas para crear un producto específico. (Toledo, 2024)

Norma ISO 9001 (2015): es una norma para la gestión de calidad reconocida mundialmente. Ayuda a organizaciones de todos los tamaños y sectores a mejorar su desempeño, cumplir con las expectativas de los clientes y demostrar su compromiso con la calidad. (ISO, 2024)

Sistema de gestión de la calidad: es un conjunto de procesos y responsabilidades claramente definidos que hacen que su empresa funcione como debe. (ISO, 2024)

Acciones correctivas: Conjunto de acciones tomadas para eliminar la(s) causa(s) de una no conformidad detectada u otra situación no deseable (Bogotá, 2024).

Indicadores: Indicador es un dato o un conjunto de datos que nos ayudan a medir objetivamente la evolución del sistema de gestión. (QAC, 2024)

Mixer: tipo de contenedor con forma cúbica utilizado para el almacenamiento de productos químicos. (Empresa XYZ, 2024)

2.4.2. CONCEPTOS DESCRIPTIVOS DE PRODUCTOS

Familias de productos: clasificación de químicos según su funcionalidad. (Empresa XYZ, 2024)

Químicos auxiliares: productos diseñados para optimizar los procesos de producción textil, como desengrasantes y agentes humectantes. (Empresa XYZ, 2024)

Agentes removedores: productos destinados a la remoción de colorantes y limpieza de maquinaria. (Empresa XYZ, 2024)

Bases: subproductos para la fabricación de un producto terminado. (Empresa XYZ, 2024)

Productos de acabamiento: productos que proporcionan propiedades adicionales a los textiles, como protección UV, propiedades antimicrobianas o efectos estéticos especiales. (Empresa XYZ, 2024)

2.4.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS:

pH: medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia (Empresa XYZ, 2024)

%m/v: se refiere a la cantidad de masa por volumen de una concentración (Empresa XYZ, 2024).

Titulación: técnica fisicoquímica utilizada para determina una concentración desconocida de una sustancia por medio de una solución de concentración conocida (Empresa XYZ, 2024).

°Brix: concentración de solidos disueltos de una sustancia. (Empresa XYZ, 2024)

Densidad: relación de masa entre volumen. (Empresa XYZ, 2024)

Apariencia del Producto: Aspecto físico de una sustancia. (Empresa XYZ, 2024)

%Solidos No volátiles: Concentración de solidos después de haber pasado por un proceso de secado bajo condiciones de temperatura estándar. (Empresa XYZ, 2024).

2.4 MARCO LEGAL

El marco legal de la empresa XYZ para el fin de esta investigación se enfoca en aquellas regulaciones que tienen relación con el impacto ambiental, a continuación, se resume las regulaciones hondureñas que aplican a XYZ

Tabla 6. Marco legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Ley General del Ambiente	27 de mayo de 1993	Artículo 5	Define políticas nacionales para la protección ambiental y promueve el desarrollo sostenible.	Mecanismos relacionados a la obtención, seguimiento, mantenimiento y renovación de las Licencias Ambientales
Decreto 181-2007 - Delegación de Licenciamiento en las Municipalidades	16 de julio del Año 2010	Artículo 28-A Artículo 29-C Artículo 5	Permite que las municipalidades gestionen licencias ambientales a nivel local.	La solicitud y trámites relacionados con la Licencia Ambiental deberán ser llevados a cabo en las municipalidades del Distrito Central, San Pedro Sula, La Ceiba, Juticalpa, Puerto Cortés, Roatán, Guanaja y El Progreso.

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Reglamento General de la Ley del Ambiente	05 de febrero de 1994	Artículo 82 Artículo 104 Artículo 108 al 126 Artículo 140	Establece procedimientos para licencias ambientales y sanciones por incumplimiento de la Ley General del Ambiente.	Sobre la necesidad de implementar programas de prevención de impactos ambientales. La descripción de los delitos ambientales. Aplicación de sanciones administrativas por incumplimientos ambientales y sus respectivas multas. La necesidad de presentar planes de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA)	31 de diciembre de 2009	Artículo 12 al 15 Artículo 32 al 34 Artículo 42 al 47 Artículo 62 y 63	Detalla el proceso de evaluación de impacto ambiental y clasificación de proyectos según su impacto.	Los procedimientos necesarios para la Evaluación de Impacto Ambiental en los proyectos ejecutados dentro del territorio hondureño
Reglamento de Auditorías Ambientales	15 de enero del 2010	Artículo 20 Artículo 31 al 37	Define los procedimientos para auditar el cumplimiento de la legislación ambiental en empresas.	La necesidad de realizar auditorías ambientales previo a la solicitud de renovación de Licencias Ambientales o Cierre de Instalaciones
Reglamento General sobre Uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	13 de noviembre de 2002	Artículo 19 Artículo 24	Regula el uso de sustancias que afectan la capa de ozono, incentivando el uso de alternativas.	El uso de servicios de mantenimiento de unides de refrigeración que estén certificados por INFOP

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Reglamento de Salud Ambiental	20 de junio de 1998	Artículo 12 Artículo 25 Artículo 32 Artículo 46 Artículo 60 Artículo 71 Artículo 78 y 79	Regula la protección de la salud pública en relación con el ambiente, incluyendo la calidad del aire, agua y suelo.	Agua de Consumo Humano Descarga de Aguas Residuales Aguas Pluviales Monitoreo de la Descarga de Aguas Residuales Tipo de combustibles utilizados en motores móviles o fijos Manejo de basura generada en oficinas y bodegas

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Ley de Sustitución de Focos Incandescentes a Fluorescentes	13 de diciembre del 2007	Artículo 3	Promueve el uso de iluminación eficiente para reducir el consumo energético.	La prohibición de ingreso al país, compra, venta y uso de focos incandescentes
Reglamento para el Control de Emisiones Generadas por Fuentes Fijas	21 de febrero del 2011	Artículo 33 y Anexos al Reglamento	Establece límites permitidos de emisiones para fuentes fijas, como plantas industriales.	Sobre la no necesidad de registrar los escapes (chimeneas) de las plantas generadoras de energía eléctrica (generadores de emergencia)
Ley General de Aguas	14 de diciembre del 2009	Artículo 44 Artículo 67 Artículo 97 y 98	Regula el uso y conservación de recursos hídricos, promoviendo un manejo sostenible del agua.	Especifica la prohibición del vertimiento de aguas residuales en causas naturales sin un previo tratamiento. Detalla la necesidad de solicitar permisos de aprovechamiento de

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
				<p>agua subterránea para uso industrial.</p> <p>Detalla las sanciones y multas por el no cumplimiento de los requerimientos de explotación del agua.</p>
<p>Normas</p> <p>Técnicas de Descarga de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario</p>	<p>13 de diciembre de 1997</p>	<p>Artículo 6 al 15</p>	<p>Establece los límites de calidad de las aguas residuales para proteger los cuerpos receptores y sistemas de alcantarillado.</p>	<p>Establece los parámetros requeridos para la descarga segura de aguas residuales a cuerpos receptores o alcantarillado sanitario.</p>
<p>Reglamento</p> <p>Integral para el</p>	<p>22 de febrero del 2011</p>	<p>Artículo 3</p> <p>Artículo 16 al 20</p>	<p>Define normas para la gestión adecuada de residuos</p>	<p>Especifica la obligatoriedad del manejo integral de los residuos generados en la operación.</p>

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
Manejo de los Residuos Sólidos		Artículo 29 y 30 Artículo 34 Artículo 44 Artículo 89 al 92	sólidos, desde la recolección hasta la disposición final.	Clasificación de los residuos de acuerdo a su origen o peligrosidad. Requisitos de Almacenamiento de residuos de acuerdo a su grado de peligrosidad Sobre la necesidad de uso de rellenos sanitarios para los desechos no especiales. Detalla el proceso que deben seguir los procesos no especiales dentro del ciclo de reducción, reutilización y reciclaje Sobre las sanciones y multas por el

Continuación de Tabla 6. Margo Legal

Reglamento / Ley	Fecha de emisión	Artículo (s) / Ítems aplicables al Sistema de Gestión de XYZ	Descripción	Implicación para la Organización
				no cumplimiento de este reglamento.

Fuente: (Empresa XYZ, 2024)

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta etapa de la investigación, se describirá el proceso para realizar el desarrollo de las actividades y planificación, estableciendo una relación directa entre el desarrollo práctico del estudio y sus fundamentos teóricos. Aquí se definirán de forma clara y precisa las variables de estudio y sus respectivos indicadores, con un enfoque en el análisis de los factores que inciden en la generación de productos no conformes dentro de la producción de químicos para la industria textil.

Al concluir el planteamiento del problema y el marco teórico, se detallan las metodologías empleadas para abordar la problemática. Estas metodologías incluyen métodos, técnicas e instrumentos diseñados para mejorar los procesos de formulación, con un enfoque en los parámetros críticos de calidad, como el pH y la concentración. Además, se incluirán herramientas de la metodología TQM, que serán la base para reducir la variabilidad y optimizar la calidad de los productos.

3.1.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

El concepto de las variables dependientes e independientes en el presente estudio enfocado en la calidad de los productos químicos aborda la identificación de los factores que influyen en el porcentaje de productos no conformes (variables independientes) y medir el nivel de no conformidades presentes en los productos terminados (variable dependiente).

A continuación, se detallan las variables que se utilizarán para alcanzar los objetivos de la investigación, conceptualizando cada una en función de su impacto en la calidad de los productos y en el logro de una mejora continua en los procesos.

Tabla 7. Conceptualización de variables.

Método	Variables			
	Nombre	Independiente	Dependiente	¿Por qué se considera independiente o dependiente?
6M	Productos No conformes		X	Esta influenciado por las variables como el talento humano, el sistema de medición, los procedimientos operativos estándar y las materias primas. Cualquier cambio en estas variables se reflejará en la cantidad de productos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos.
	Materia Prima	X		Si no cumplen con las especificaciones, el producto terminado no alcanzará los estándares de calidad requeridos, aumentando el porcentaje de productos no conformes.
	Mano de Obra	X		Si el talento humano tiene las competencias necesarias puede reducir las desviaciones en los parámetros de calidad, esto es un factor que lo condiciona.
	Equipos de Medición	X		La calibración o la inexactitud en los sistemas de medición puede generar errores en la formulación y, por ende, incrementar los productos no conformes.
	Procedimientos Operativos Estándar	X		Su cumplimiento o falta de actualización puede influir en la estabilidad del proceso y, en última instancia, en la calidad del producto.

Fuente: elaboración propia

3.1.2. ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

En esta sección del estudio sobre la calidad de los productos químicos, se realiza un análisis utilizando una matriz metodológica y un diagrama. Este enfoque permite visualizar de manera clara la relación entre la variable independiente, la variable dependiente y los indicadores seleccionados para evaluar el porcentaje de productos no conformes y los factores que inciden en su generación.

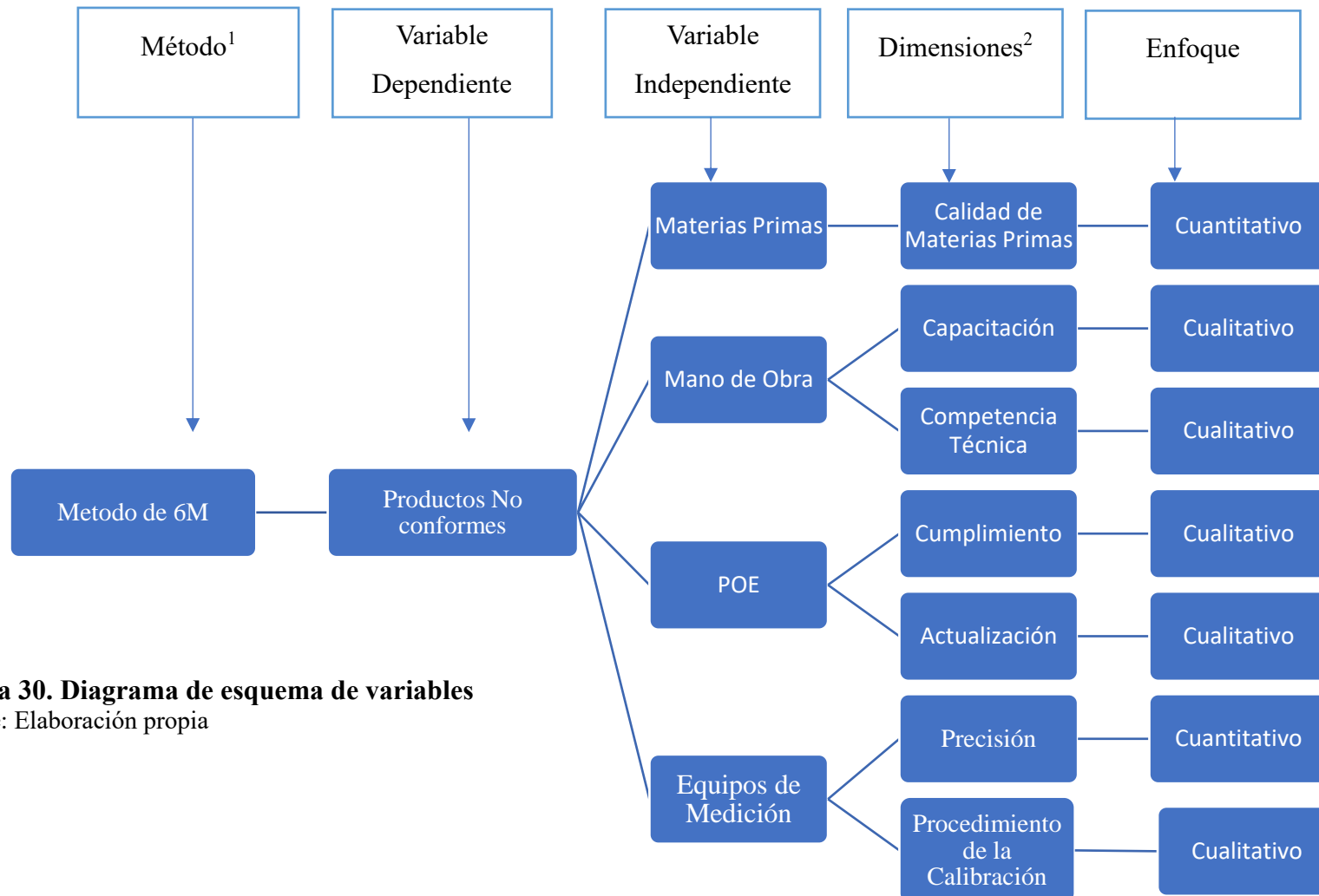


Figura 30. Diagrama de esquema de variables

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: Se utiliza el método 6 M para definir las variables de la presente investigación, excluyendo el análisis de medio ambiente y maquinaria.

Nota 2: Al especificar las dimensiones en cada variable, no se considera en cuenta la dimensión de control de proveedores en la variable materia prima, dado que es una información de acceso restringido.

3.1.3. MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La matriz de congruencia metodológica ayudara a esta investigación a estructurar y organizar las etapas del proceso de investigación, asegurando coherencia entre las diferentes partes del estudio. Aquí se visualizará la relación entre los objetivos, preguntas, variables, indicadores y métodos empleados. (Morales & Salas, 2024).

Tabla 8. Matriz de Congruencia Metodológica

Título	Método	Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Enfoque	Variables					
				General	Específicos		Independiente			Dependiente		
							Nombre	Escala	Instrumento Herramienta	Nombre	Escala	Instrumento Herramienta
Propuesta de mejora en los procesos de formulación de químicos de la empresa XYZ	6M	¿Cómo se puede reducir el porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado mediante la implementación de la metodología TQM en los procesos de formulación de productos químicos de la empresa XYZ?	<p>1 ¿Qué factores en el proceso de formulación de productos químicos están contribuyendo al alto porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado?</p> <p>2 ¿Qué acciones de mejora podría implementar la empresa para poder reducir el porcentaje de productos no conformes?</p> <p>3 ¿Cómo impactaría el uso</p>	Elaborar una propuesta de mejora para poder reducir el porcentaje de productos no conformes en el proceso de producción de químicos de la empresa XYZ mediante la aplicación de la metodología de mejora denominada TQM	<p>1. Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.</p> <p>2. Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el porcentaje de</p>	Cualitativo	Mano de Obra	Horas Porcentaje	Formulario de conocimiento técnico.	Productos no Conformes	% de productos no conformes	Registros de calidad de parámetros de productos terminados
						Cualitativo	Procedimientos Operativos Estándar	Porcentaje	Check list de verificar el cumplimiento del POE.			

Continuación de Tabla 8. Matriz de congruencia metodológica

			de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la disminución del porcentaje de productos no conformes?		productos no conformes. 3. Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.	Cuantitativo	Materia prima	Porcentaje	Historial de análisis de materias primas.			
						Cuantitativo	Equipos de medición	Porcentaje	Registro de validaciones diarias. Historial de registró de calibración y verificación			

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En esta sección se transforma una variable en términos observables y medibles, lo que permite descomponer las variables en dimensiones e indicadores, asegurando la coherencia entre los objetivos de estudio, las preguntas de investigación y los métodos de recolección de datos (Coronel-Carvajal, 2023). A continuación, se muestra la matriz de operacionalización de variables.

Tabla 9. Operacionalización de variables

Método	Variable Independiente						
	Variable	Conceptualización	Operacionalización	Dimensión	Indicador	Escala	Técnica
6M	Equipos de Medición	Es un equipo que se utiliza para medir magnitudes o proporciones. (Equipos de medición - Suministros en Metrología, 2024)	Equipo utilizado para la medida de las cantidades de materias primas y productos terminados en el proceso.	-Precisión -Frecuencia de Calibración	% Verificaciones realizadas	Porcentaje	Evaluación documental
	Materia prima	Elementos extraídos de la naturaleza, que son transformados por un proceso industrial. (Caballero, 2011)	Materia prima requerida para la fabricación de productos químicos.	-Calidad de Materias Primas	% Lotes que cumplen con las especificaciones	Porcentaje	Evaluación documental
	Mano de obra	El factor humano en la producción. (Caballero, 2011)	Personal asignado para realizar la fabricación de productos químicos.	- Capacitación - Competencias técnicas	- Horas de capacitación planificadas vs ejecutadas. - % Personas capacitadas en el POE	-Horas de Capacitación. -Porcentaje	Evaluación documental Evaluación

Continuación de Tabla 9. Operacionalización de variables

	Procedimientos Operativos Estándar.	Secuencia de pasos continuos, que conducen a una meta. (Caballero, 2011)	Directrices a seguir en la fabricación de productos químicos.	- Cumplimiento - Actualización	- %POES actualizados - Porcentaje obtenido en auditorías de campo.	-Porcentaje	Revisión documental Auditoría de campo.
--	-------------------------------------	--	---	-----------------------------------	---	-------------	--

Método	Variable Dependiente						
	Variable	Conceptualización	Operacionalización	Dimensión	Indicador	Escala	Técnica
6M	%Productos No Conformes	Productos que no cumplen con los requisitos establecidos. ((ISO 9001, 2015)	Se medirá mediante los resultados consecuentes de lotes que no han cumplido con los estándares de calidad y que han requerido ser ajustados.	- Cumplimiento de especificaciones.	% Productos no conformes	Porcentaje	Registros de calidad de parámetros de productos terminados

Fuente: elaboración propia

3.2.ENFOQUE Y MÉTODOS

Sampieri et al., (2004), describe tres enfoques de investigación y los clasifica como cualitativo, cuantitativo y mixto. En esta sección se describe el enfoque, alcance, diseño, métodos e instrumentos a utilizar en la investigación.

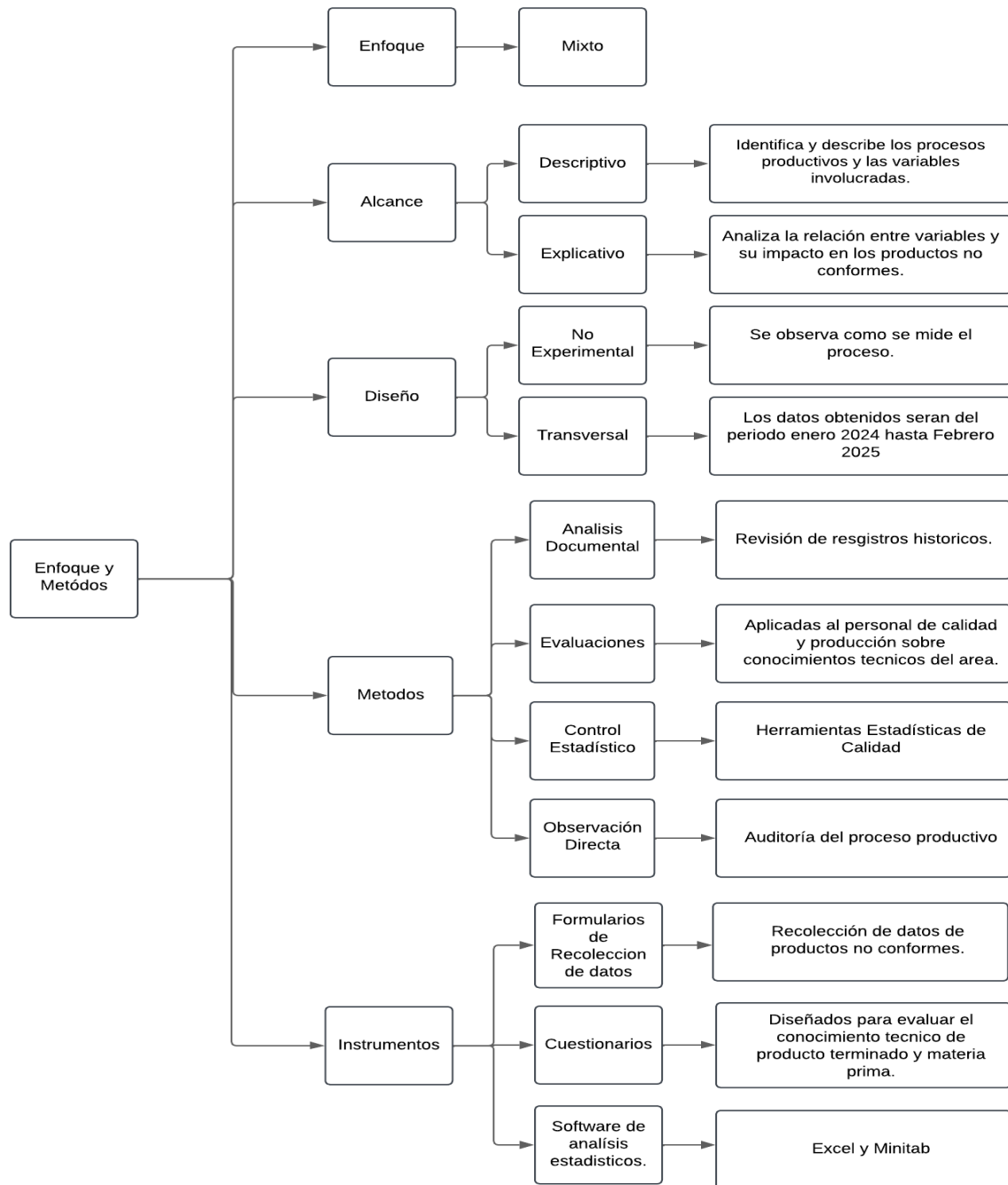


Figura 31. Esquema metodológico

Fuente: (Estadística, 2023)

Nota: La investigación se considera no experimental, sin embargo, por requerimiento de la gerencia se han realizados algunas implementaciones.

3.3.DEFINICION DE HIPÓTESIS

La empresa desea reducir el porcentaje de productos no conformes en los lotes de productos químicos terminados, partiendo de un promedio actual de 26.32%, para la investigación en desarrollo, se plantearán las siguientes hipótesis considerando dos poblaciones.

3.3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

- Hipótesis de Investigación (H_i): La proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 no es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora.

- Hipótesis Nula (H₀): La proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora.

3.4.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. POBLACIÓN

Conforme lo indica Robles (2019) “La población objeto de estudio en una investigación, es el conjunto total de elementos de interés (p. 2); en el presente estudio, la población corresponde a todos los registros de los lotes producidos de julio del 2024 hasta febrero del 2025, siendo en total 1,399 lotes producidos, dicha cantidad será utilizada para el análisis de las variables materia prima, mano de obra, equipos de medición y procedimiento operativos estándar (POE).

Se considerará el periodo de tiempo en dos partes: de julio a octubre como los meses en donde no hubo implementación de mejoras y de noviembre a febrero que fueron los meses en donde se comenzó la implementación de algunas mejoras propuestas.

Se considera para efectos de la investigación las siguientes poblaciones:

- Población 1: cantidad de lotes producidos en el periodo de julio a octubre de 2024.
- Población 2: cantidad de lotes producidos en el periodo de noviembre 2024 a febrero 2025.

3.4.2. MUESTRA

Hernandez, (2014) indica que “La muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. (p. 175).

En el desarrollo del estudio en curso, se define por conveniencia que la población antes detallada se considerara como muestra, es decir se define la muestra 1 igual a la población 1 y la muestra 2 igual a la población 2.

3.4.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis en la presente investigación será cada uno de los lotes de productos no conformes producidos en las fechas de julio del 2024 a febrero del 2025 que es el periodo que comprenden las poblaciones determinadas, siendo este el objeto de estudio sobre el cual se recopila información, permitiéndonos evaluar como las variables independientes afectan a la calidad de los productos.

3.4.4. UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta es el factor que se está evaluando en la unidad de análisis, en este caso el porcentaje de productos no conformes en los procesos de formulación; y partiendo de ello se estructurará una propuesta de mejora en los procesos para reducir dicho porcentaje de productos no conformes presentado en los registros de los lotes producidos.

3.4.5. PLAN DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el plan de investigación a desarrollar:

Tabla 10. Plan de investigación

Metodología	Fase	Actividad	Objetivo	Fuente de Información	Instrumento	Responsable	Indicadores Asociados	Duración
Ciclo de Deming PHVA	Planificar	Identificar las fuentes de datos existentes.	Determinar los registros necesarios para evaluar las variables e indicadores.	Base de datos de calidad, calibración, y capacitación.	Revisión documental.	Investigador	No aplica	1 semana
		Diseñar instrumentos de recolección de datos	Crear herramientas estandarizadas para capturar información.	Información inicial del proyecto.	Formularios y encuestas.	Investigador	No aplica	1 semana
		Establecer cronograma de recolección de datos.	Planificar actividades para cubrir todas las áreas críticas.	Plan de actividades del proyecto.	Cronograma detallado.	Investigador	No aplica	1 semana

Metodología	Fase	Actividad	Objetivo	Fuente de Información	Instrumento	Responsable	Indicadores Asociados	Duración
	Hacer	Revisión de equipos de medición	Verificar calibraciones y registros de equipos de medición.	Historial de calibraciones y verificaciones.	Listas de verificación.	Investigador	%Equipos calibrados %Verificaciones realizadas	2 semanas
		Recolección de datos sobre materias primas.	Analizar lotes de materias primas para evaluar calidad y cumplimiento de especificaciones.	Informes de calidad de materias primas.	Formularios de análisis.	Investigador	% Lotes que cumplen las especificaciones	2 semanas
		Aplicar encuestas al personal.	Evaluar competencias técnicas sobre cumplimiento de POE, y capacitación.	Personal de producción y laboratorio	Evaluaciones	Investigador.	%Personas capacitadas	3 semanas
		Auditoría de cumplimiento de POE	Revisar el cumplimiento y actualización de los procedimientos en campo.	Documentación de POE y observación en procesos.	Informe de auditoría.	Investigador	%POE actualizados %Cumplimiento de auditorías	4 semanas

Continuación de Tabla 10. Plan de investigación

Metodología	Fase	Actividad	Objetivo	Fuente de Información	Instrumento	Responsable	Indicadores Asociados	Duración
	Verificar	Análisis de datos recolectados	Comparar los datos obtenidos con los estándares establecidos para cada indicador.	Base de datos consolidada.	Software de análisis (Excel, SPSS).	Investigador	No Aplica	2 semanas
		Evaluar resultados de auditorías	Validar si las áreas cumplen con los estándares establecidos en los POE.	Informes de auditoría.	Comparación de resultados.	Investigador	No Aplica	2 semanas
	Actuar	Proponer mejoras en los procesos	Desarrollar acciones correctivas y preventivas basadas en los hallazgos obtenidos.	Resultados del análisis de datos.	Informe de recomendaciones.	Investigador	No Aplica	2 semanas
		Implementar ajustes en las áreas críticas	Introducir cambios en los procesos, equipos o capacitación según lo identificado.	Plan de acción aprobado.	Registro de implementación.	Jefe de Área	No Aplica	3 semanas

Continuación de Tabla 10. Plan de investigación

Metodología	Fase	Actividad	Objetivo	Fuente de Información	Instrumento	Responsable	Indicadores Asociados	Duración
		Monitorear el impacto de las acciones	Evaluar si las medidas tomadas han mejorado los indicadores relacionados.	Nuevos registros y mediciones.	Comparación de datos antes y después.	Investigador	%Productos No conformes	3 semanas

Fuente: elaboración propia.

3.5.TECNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

García P. et al., (2014) define la técnica como procedimientos concretos para la recogida de la información relacionada con el método de investigación y el instrumento como la herramienta necesaria que se utiliza para recoger la información.

Tabla 11. Técnicas e instrumentos de la investigación

Variable	Dimensión	Instrumento	Técnica
Equipos de Medición	Precisión y Exactitud Frecuencia de Calibración	Registro de validaciones diarias (Formatos estandarizados con campos para datos)	Revisión documental
Materia Prima	Calidad de Materias Primas	Registros con propiedades evaluadas y resultados de pruebas	Revisión documental
Mano de Obra	Capacitación Competencias Técnicas	Listados de Capacitación. Cuestionarios, pruebas de desempeño.	Revisión documental Evaluación de competencias técnicas.
POE	Cumplimiento	Listas de verificación específicas por área	Auditoría de campo

Fuente: elaboración propia

3.6.FUENTES DE INFORMACIÓN

Sampieri et al., (2004) describe dos tipos de fuentes de información, fuentes primarias que constituyen el objeto de la investigación y proporcionan resultados del estudio; y las fuentes secundarias que son compilaciones que son compilaciones literarias que ayudan a procesar las fuentes primarias.

Las fuentes de información hacen referencia a los medios usados para obtener los datos que son útiles para el estudio.

3.6.1. FUENTES PRIMARIAS.

- Como fuente primaria se tomó la información obtenida del software Microsoft 365 utilizado para el seguimiento de los lotes de productos químicos formulados en la empresa XYZ.

Las siguientes fuentes se obtuvieron de información facilitada por XYZ y nos permitirán obtener información para medir cada una de las dimensiones asociadas a las variables de estudio:

Tabla 12. Fuentes de información

Fuente de Información	Obtenido de:	Beneficio Aportado
Registros de Capacitaciones	Sistema de gestión XYZ	Conocer el grado de capacitación del personal y en que se temas se están basando las capacitaciones.
Registros históricos de calibraciones de los equipos	Registros del área de producción y laboratorio XYZ	Verificar el cumplimiento con las revisiones y calibraciones de los equipos.
Resultados de producción y calidad	Registros del área de laboratorio	Seguimiento al % de productos no conformes de XYZ.

Continuación de Tabla 12. Fuentes de información

Procedimientos Operativos Estándar.	Documentos de producción y laboratorio.	Validación del estado de revisión y cumplimiento de los procedimientos.
Perfiles de puesto	Archivos de talento humano.	Grado de escolaridad de los empleados.

Fuente: elaboración propia

3.6.2. FUENTES SECUNDARIAS.

Sampieri et al., (2004) define este tipo de fuentes como aquellas que ayudan a procesar los datos recopilados en las fuentes primarias, es decir la literatura que se utilizó durante la investigación para comprender el comportamiento de los datos.

- Las fuentes secundarias utilizadas en la presente investigación son: Norma ISO 9001: 2025, libros, revistas, artículos científicos, informes técnicos, buscando de esta forma obtener información desarrollada por expertos en el uso de la metodología TQM.

3.6.2.1. LIBROS UTILIZADOS:

- Control estadístico de la calidad y seis sigmas, 2da. edición. (Autores: Humberto Gutierrez Pulido y Román de la Vara Salazar).
- Principios de administración de las operaciones, 14 edición. (Barry Render y Jay Heizer).

Herramientas de búsqueda:

- Se visitó el sitio CRAI (Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación) en el cual se consultó diversas tesis realizadas por los estudiantes de la Universidad Tecnológica Centroamericana).
- Se utilizaron tesis de maestría de cursos anteriores que están asociados con las variables de estudio del presente trabajo de investigación.
- Adicionalmente se utilizaron como herramientas base los manuales de fondo y forma establecidos por la universidad tecnológica centroamericana.

4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1.PROCESOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1. MAPEO DE PROCESOS

Se realizó una revisión de los procesos actuales que participan directamente con el proceso de formulación de productos químicos de la empresa XYZ, esta revisión se realizó en campo y con la dirección de los líderes de cada proceso. Los procesos analizados fueron los siguientes:

- a. Proceso de control de calidad de productos químicos: Se analizaron los pasos que realiza el laboratorio de control de calidad para validar que un lote ha sido aprobado o rechazado.
- b. Proceso de producción: Se analizaron los pasos que el área de producción ejecuta para la producción de un lote de producto químico.

4.1.2. ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Se solicitó al personal de laboratorio, quienes son los que tienen los registros de los productos ajustados, hacer una identificación de eventos causantes de los productos no conformes en acompañamiento del personal de producción, en el registro denominado “Bitácora de Ajustes de Productos Terminados” brindado por el área de laboratorio, la cual se muestra en el **anexo 1**, en dicho análisis se involucró al personal de producción.

4.1.3. IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN Y DE LABORATORIO.

Se aplicó una evaluación con la herramienta denominada “Identificación de conocimientos técnicos en productos químicos” para la identificación de los conocimientos técnicos del personal de producción y laboratorio, con la finalidad de identificar necesidades de formación, temas que deben ser incluidos en los procesos de inducción e identificación de oportunidades de mejora en los procesos.

La evaluación se enfocó en validar los siguientes temas: formulación y procesos de producción, procedimientos operativos estándar, uso de equipos y herramientas, buenas prácticas de calidad y por ultimo percepción y necesidades de capacitación; esta evaluación fue validada por 3 expertos dentro de ellos el director de tecnología de la empresa XYZ, la coordinadora del sistema de gestión de la empresa XYZ y externamente por un experto y asesor del área de calidad (Ver Anexo 9) , el contenido de las preguntas de evaluación se pueden ver en el **Anexo 2**.

Para aplicar la evaluación se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- a. Se comunico con las partes interesadas como el director de tecnología, jefe de producción, supervisor y personal de producción.
- b. Se llamaron a los participantes por equipo de trabajo los cuales los conforman 3 personas por equipos.
- c. A cada equipo se le explico el objetivo de la evaluación.
- d. Se asigno a cada persona una tablet para llenar la evaluación.
- e. Se procedió leyendo las preguntas y explicando en qué consistía cada pregunta para que el personal contestara la opción que más reflejara la forma de trabajo actual.

4.1.4. AUDITORIA DE CAMPO PARA VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PROCESOS OPERATIVOS ESTÁNDAR.

Se realizó una auditoria en planta, haciendo uso de un check list denominado “Auditoria de Procesos en Campo” **Anexo 3**, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los procedimientos, validar la estandarización de los procedimientos e identificar oportunidades de mejora. Los temas que se abarcaron en esta evaluación fueron los siguientes: condiciones generales del área de producción, uso de equipos y herramientas,

uso de materias primas y formulación, control de procesos de producción, cumplimiento de procesos operativos, identificación y trazabilidad del producto y gestión de no conformidades y mejora continua.

Para llevar a cabo la auditoria se procedió de la siguiente forma:

- a. Se explicó al personal interesado como: jefe de producción, director de tecnología, supervisor de producción el objetivo de la auditoria de campo.
- b. Se solicitó al personal notificar el momento en que se iba a formular un producto desde paso uno.
- c. Al ser notificado el auditor procedió a observar el proceso.
- d. Luego de haber observado el proceso procedió a realizar la evaluación del check list.

4.1.5. DOCUMENTACIÓN INTERNA DE LA ORGANIZACIÓN

La organización facilitó a través del departamento de laboratorio los registros referentes a los parámetros de calidad de sus productos terminados y materias primas, con el objetivo de definir indicadores de control estadístico de procesos.

Otra fuente de información que la organización facilitó mediante el departamento de producción y mejora continua son los procedimientos estándar operativos que existen actualmente.

4.2.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

4.2.1. RESULTADOS DE TÉCNICAS CUALITATIVAS

4.2.1.1. MAPEO DE PROCESOS

En este apartado se validó en planta los procesos que participan en la formulación del producto químico, a continuación, se muestran los flujos de trabajo

PROCESO DE AUDITORIA DE CALIDAD

Con Enfoque en Puntos Críticos de Calidad y Estandarización

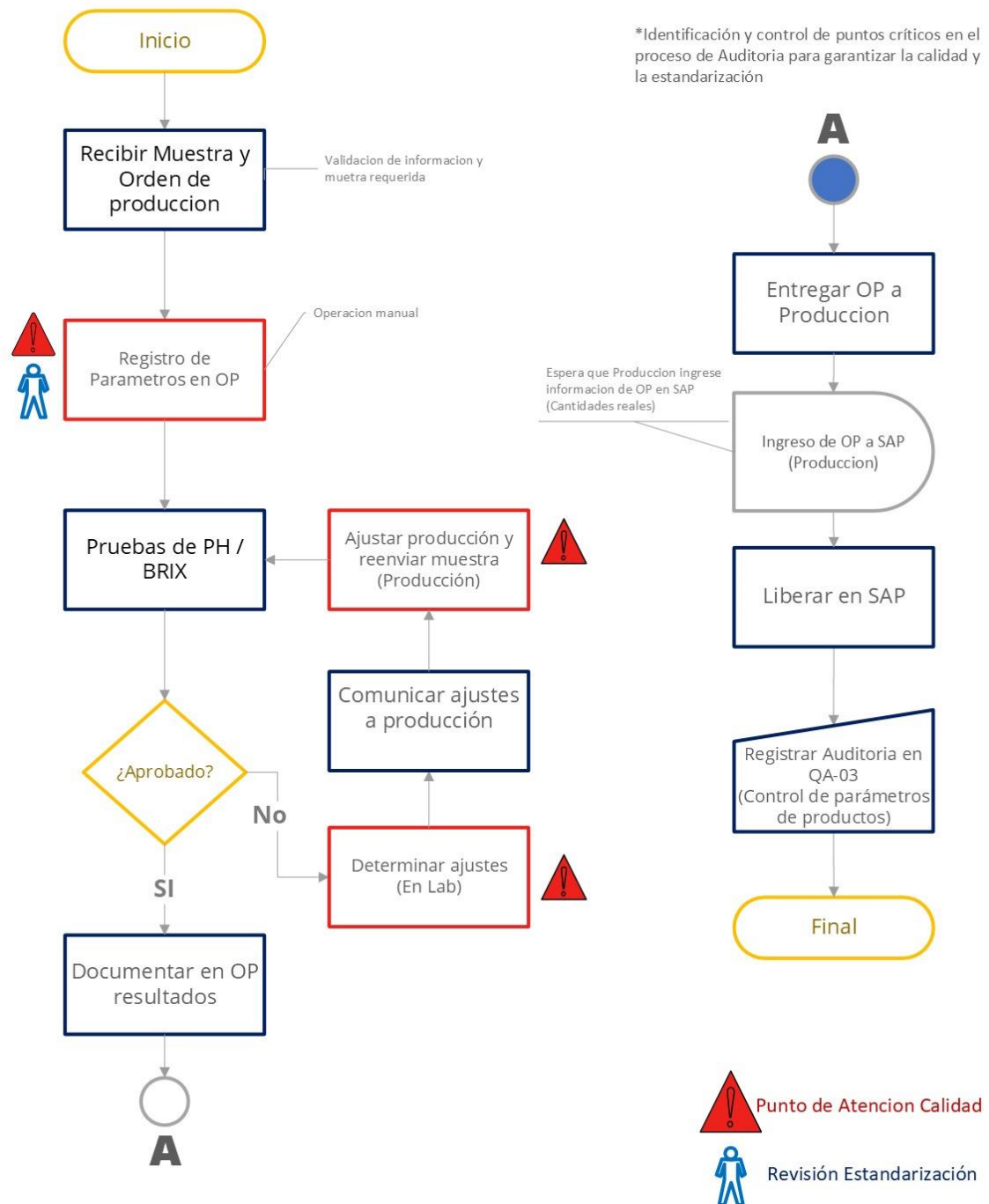


Figura 32. Flujo de Proceso de Auditoria de calidad para el producto químico
Fuente: Empresa XYZ

De los procesos que se analizaron se resaltan los siguientes puntos críticos:

Tabla 13. Puntos críticos del proceso

Proceso	Puntos Críticos Identificados	¿Por qué se considera crítico?
Proceso de Control de Calidad de Producto Químicos	Registro de parámetros del producto en la orden de producción.	Sistema manual con riesgo de equivocarse en el registro de parámetros.
	Determinación de ajustes del producto.	Se realiza de forma empírica por experiencia a prueba y error.
	Aplicar el ajuste en producción y reenviar muestra para análisis.	El ajuste puede no ser efectivo y requerir otro ajuste.
Proceso Operativo de Producción	Creación de orden de Producción	Riesgo de seleccionar alternativas de recetas equivocadas en SAP
	Buscar materia prima en bodega.	Sistema manual con riesgo a equivocarse y no tomar el material correcto.
	Preparar la cantidad de materias primas de acuerdo con la orden de producción.	Fallos en el peso del material por calibraciones de basculas.
	Verter materia prima en Mixer.	Recetas no contienen el orden en que debe ser agregado cada ingrediente.
	Proceso de mezcla.	Procedimientos no definen las revoluciones por minuto y tiempo de mezcla.
	Preparar frasco para muestra.	No existe proceso para la preparación de frascos, actualmente el operador busca el frasco, lo lava y lo utiliza para la muestra. Riesgo de contaminación de muestra.
	Preparar filtro / revisión de manguera para embalaje.	Riesgo de contaminación del producto.
	Llenar maxicubos.	Riesgo de contaminación por mal lavado de maxicubos.
	Proceso de etiquetado	Colocar etiquetas erróneas.
	Lavado automático del mixer	No hay estándar definido para indicar que el mixer este limpio.

Fuente: elaboración propia

4.2.1.2. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Se identificó 6 categorías de causas y eventos, donde el 37.67% de las causas encontradas están asociadas a problemas de receta (procedimiento para la formulación), 22.60% a problemas de materias primas, 16.44% problemas asociados a lotes (problemas específicos), 15.07% problemas de medición, 7.53% problemas de operación, 0.68% problemas de sistemas y procedimientos.

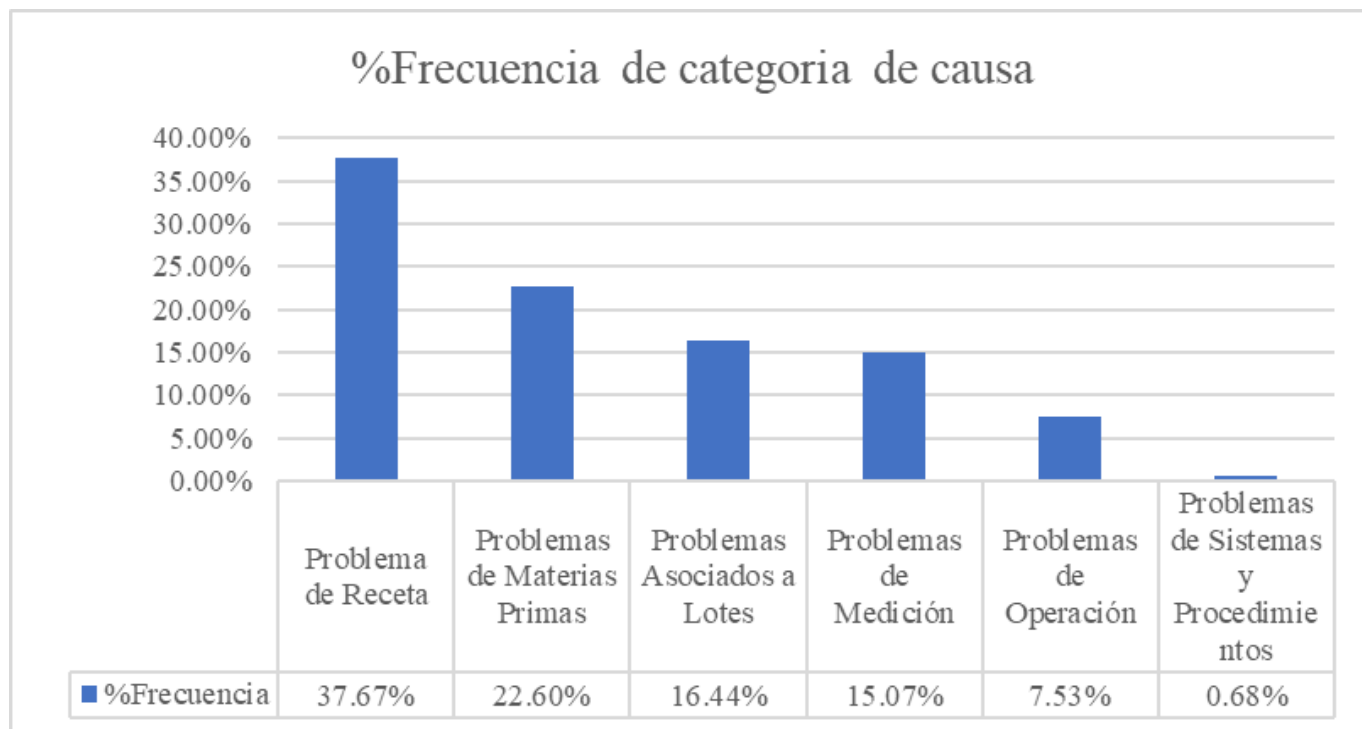


Figura 34. % de frecuencia de categoría de causas

Fuente: elaboración propia

Dentro de las categorías encontradas se identificaron diferentes causas, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. causas de productos no conformes

Causa Superficial	Porcentaje que representa
Receta Inestable	16%
Primera Producción	12%
Peso del Producto	11%
Producto Inestable	10%
Receta en el límite de aprobación	9%
Humedad en materia prima	8%

CONTINÚA

Continuación de Tabla 14. Causas de productos no conformes

Parámetros del proveedor no coinciden con producto terminado	5%
Antigüedad de lote	5%
Error administrativo	5%
Cambio de Proveedor de materia prima	4%
Dispensado de agua	3%
Error operacional de producción	3%
Ajuste de receta no efectivo	1%
Cambio de materia prima	1%
Desabasto de materia prima	1%
Materia prima inestable	1%
Materia prima inestable	1%
Baja rotación del producto	1%
Método de análisis	1%
Parámetros bajos en materia prima	1%
Sistema no flexible para manejo de excepciones	1%

Fuente: elaboración propia

Con estos datos se realizó un gráfico de Pareto para resaltar las causas sobre las que se deben de realizar planes de acción:

DIAGRAMA DE PARETO CAUSA RAÍZ DE PRODUCTOS NO CONFORMES

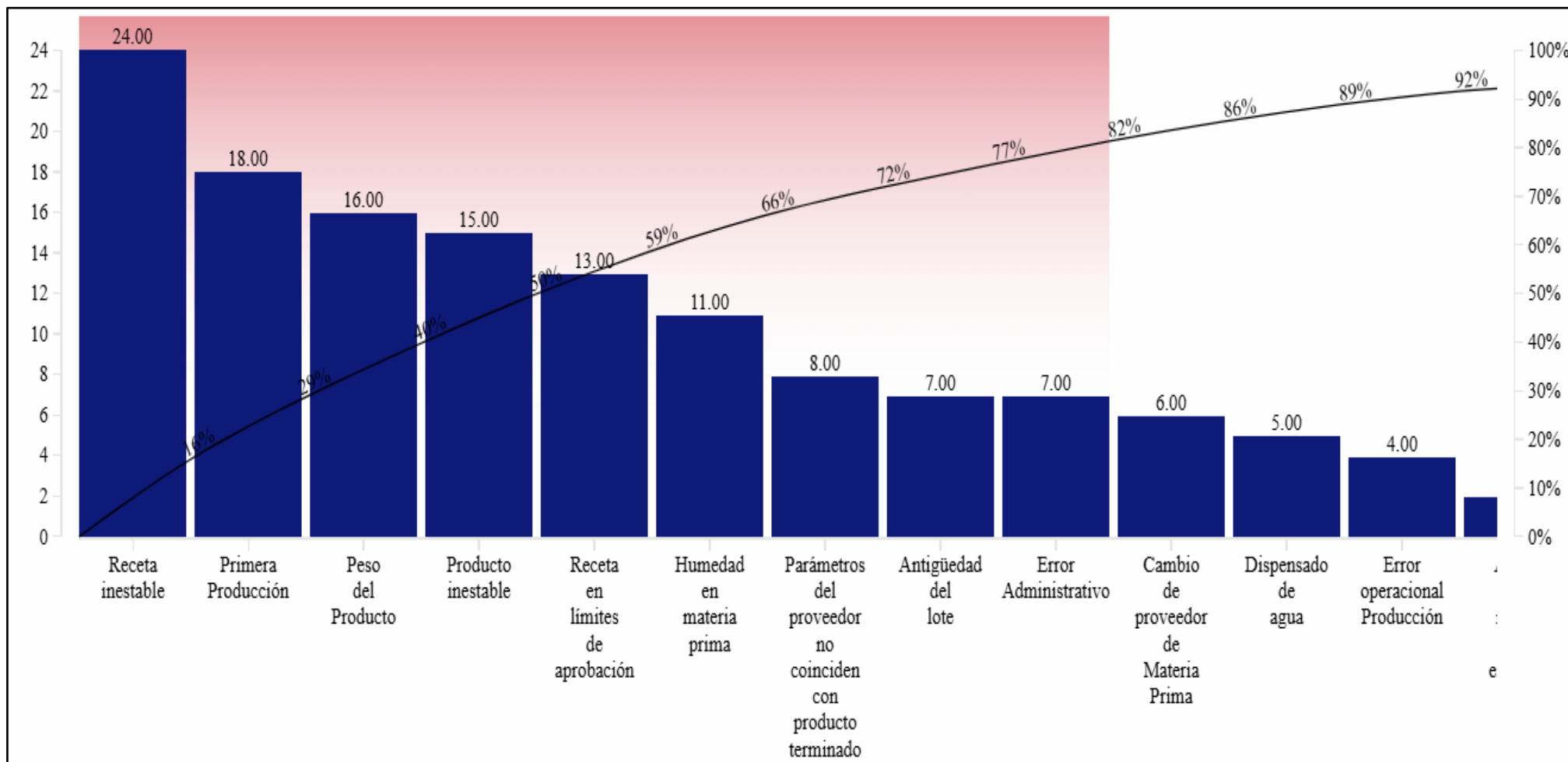


Figura 35. Diagrama de Pareto de Causa Raíz

Fuente: elaboración propia

Se hizo un diagrama de Pareto para identificar cuáles son las causas que representan el 80% del problema de productos no conformes. Este grafico resalta las primeras 9 causas enlistadas en la tabla 14. Sobre esta identificación de causas se realizó una reunión con las áreas involucradas para realizar un diagrama de ISHIKAWA y generar planes de acción.



Figura 36. Diagrama de Ishikawa de Causa Raíz

Fuente: elaboración propia

El diagrama de Ishikawa que se presenta en la figura 36, muestra las categorías en que se clasificaron las causas, y en cada categoría se estratificaron las causas más relevantes encontradas.

Las categorías se definen de la siguiente forma:

- a. Problemas de receta: se refiere a problemas asociados a formulaciones desde el desarrollo del producto; dentro de esta categoría se encontraron las causas como: recetas al límite de aprobación, recetas inestables (incompatibilidad entre materias primas de la receta) y productos inestables (productos que por su naturaleza tienden a cambiar sus parámetros). En efecto se revisaron 25 recetas y de estas 15 se encontraban fuera de las especificaciones de aprobación o en el límite, esto representa que el 56% de las recetas revisadas no cumplen con las especificaciones.
- b. Problemas de materias primas: se refiere a problemas asociados a los parámetros de aprobación de las materias primas, dentro de estas se encontraron; humedad en la materia prima y parámetros de materia prima aprobados al límite inferior. En cuanto a la humedad en la materia prima se encontró una de las materias primas con este problema, esta materia prima es la de mayor uso en la organización por ende su porcentaje de no conformidad influye significativamente en el porcentaje de productos no conformes. También se encontró el 1% de las materias primas aprobadas en el límite inferior, lo que afecta significativamente el producto terminado ya que estas componen más del 50% del producto.
- c. Problemas de medición: se refiere a problemas asociados a los equipos de medición utilizados en la planta, por lo general básculas (peso) y flujómetros (volumen). Los hallazgos encontrados sobre esta variable se explicarán en el apartado 4.2.2.1.
- d. Problemas asociados a lotes: problemas de casos específicos en lotes, como ser; antigüedad de lotes (lotes que por el largo tiempo de almacenamiento han perdido sus propiedades), recuperación de lotes (lotes que han sido rechazados en el pasado y se deben ajustar nuevamente) y productos que cambian con el almacenamiento (asociado a productos inestables, productos que son aprobados y

que cuando se almacenan en 2 o 3 días cambian sus parámetros de pH). También dentro del indicador de la organización se observa que se incluyen los lotes de productos en desarrollo, lo que no debería ser parte del indicador.

- e. Problemas de procedimientos: aquí se detallan algunos errores administrativos que se basan en el incorrecto uso del sistema de manejo de inventarios SAP (SYSTEM APPLICATIONS AND PRODUCTS IN DATA PROCESSING). En los hallazgos encontrados el 5% de los productos se vio afectado por este evento.
- f. Problemas de operación: errores de producción asociados a la etiqueta del producto, lotes que se han rechazado por una equivocación en la selección de la materia prima. En este evento se encontraron 3% de productos afectados por este tipo de error, resaltando: poca visualización de la etiqueta, descuido del operador y ejecución incorrecta de un procedimiento.

4.2.1.3. IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN Y DE LABORATORIO.

🚧 Personal de Producción

Se realizó una evaluación técnica al personal para la validación de conocimientos técnicos de su proceso en el área de producción, se evaluaron a 8 de 9 colaboradores del área de producción, donde 25% son operadores técnicos y 75% ayudantes generales.

El 56% de los colaboradores tienen una antigüedad de menos de 1 año y 44% de los colaboradores más de 3 años.

a. Formulación y procesos de producción

El 100% de los colaboradores evaluados dijeron no haber recibido una inducción formal del puesto, sino que su conocimiento fue transmitido por un compañero de mayor antigüedad en el puesto de trabajo.

Para validar que está ejecutando la receta de la forma correcta, el 25% de los colaboradores contestó que consulta al supervisor y el 75% lee el procedimiento operativo estándar. Durante la evaluación se identificó que los colaboradores desconocían lo que es

un procedimiento operativo estándar lo cual refleja la deficiencia de comprensión de conceptos básicos en sus propias operaciones.

A través de la pregunta que se muestra en la figura 37 se busca identificar si el colaborador está familiarizado con los parámetros de calidad que se evalúan de los productos que son formulados por los colaboradores evaluados, obteniendo los siguientes resultados.

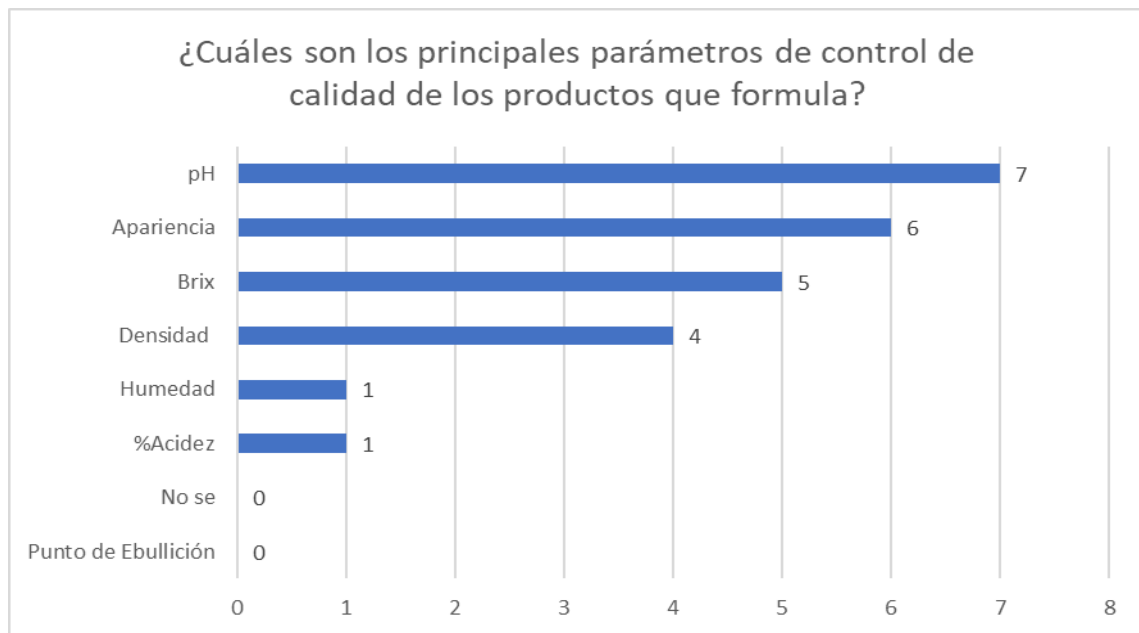


Figura 37. Parámetros de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los colaboradores desconocen cuales son los parámetros de calidad críticos del proceso de formulación, como se ha mencionado anteriormente corresponden a pH, °Brix y apariencia. Durante la evaluación se identificó que los colaboradores entrevistados desconocían el concepto “**parámetro de control de calidad**”.

La pregunta que se muestra en la figura 38 busca validar que tan familiarizados se encuentran con la orden de producción, dado que las especificaciones del producto se encuentran en esta.

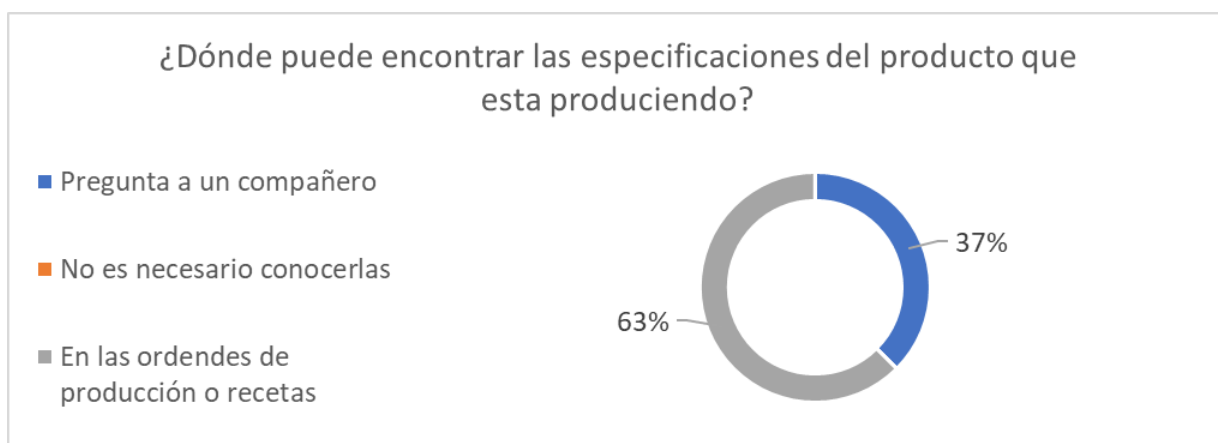


Figura 38. ¿Dónde puede encontrar las especificaciones del producto que está produciendo?

Fuente: elaboración propia

Se observa que el 37% pregunta las especificaciones a un compañero por lo que desconoce que esta se encuentra en la orden de producción (OP) y el 63% han identificado que las especificaciones se encuentran en la OP. Lo que muestra la necesidad de notificar los cambios que se hacen en la OP y capacitar al personal en estos aspectos.

b. Procedimientos operativos estándar

A pesar de que el 100% del personal del proceso de formulación si conoce donde se encuentran los POE; el 75% de los colaboradores dijeron consultar el procedimiento operativo estándar antes de iniciar el proceso, el 25% dijeron que lo consultaban a veces; por lo que es necesario concientizar a través de capacitaciones sobre la importancia y el impacto negativo de no consultar los POE.

c. Uso de equipos y herramientas

En cuanto al uso de equipos y herramientas se identificó que previo al uso de los equipos 33% de los colaboradores realizan una inspección visual y 67% realizan pruebas de verificación. El 100% del personal afirmo no haber recibido capacitación sobre equipos utilizados en el proceso de formulación.

d. Buenas prácticas en calidad.

A la pregunta: “Si un producto no cumple con los estándares de calidad, ¿Que procedimiento sigue?”

El 33% respondió que sigue las instrucciones de laboratorio y el 66% respondió que informa al supervisor, 0% contesto que ajusta la formulación por sí mismo, lo cual es un

resultado positivo, sin embargo, se evidencia necesidad de estandarización de procedimientos en caso de que un lote no cumple con las especificaciones.

Se consultó acerca de la importancia del etiquetado en los productos químicos en el instrumento aplicado a lo que el 100% contestó que es necesario para la identificación del producto y la trazabilidad, y el 100% afirmó que si encuentran un producto con etiquetas incorrectas lo reportan y cambian la etiqueta. Lo que denota que el personal si es consciente que la etiqueta es de mucha importancia en el proceso de formulación.

Sobre la importancia de mantener la limpieza de los equipos en la pregunta 17 de la herramienta aplicada, el 13% contestó que era necesario por efectos de auditoría y el 88% contestó que era necesario para evitar la contaminación del siguiente lote. La mayoría es consciente del riesgo de no limpiar un equipo, sin embargo, se debe concientizar más acerca de este tema, para que todo el personal entienda la importancia y riesgos de esta labor.

Siguiendo la línea de la limpieza de equipos se consultó sobre los productos que utilizan para la limpieza de equipos, el 38% contestó agua y detergente, el 63% contestó otros y expuso las prácticas que realiza. Esto resalta la necesidad de estandarizar procedimientos de limpieza por cada equipo ya que todos contestaron alternativas diferentes.

e. Percepción y Necesidades de Capacitación

En cuanto a la autopercepción sobre el nivel de conocimiento técnico en el proceso de formulación de productos químicos 63% contestaron que consideran que su nivel es medio (es decir el personal está familiarizado con el proceso, pero debe consultar para ejecutarlo de forma correcta) y el 37% contestaron que consideran que su nivel de conocimiento es alto (el personal conoce el proceso y se siente seguro de ejecutarlo). A raíz de esto se consultó cuáles son los temas en los que le gustaría tener formación y se obtuvieron los siguientes resultados:

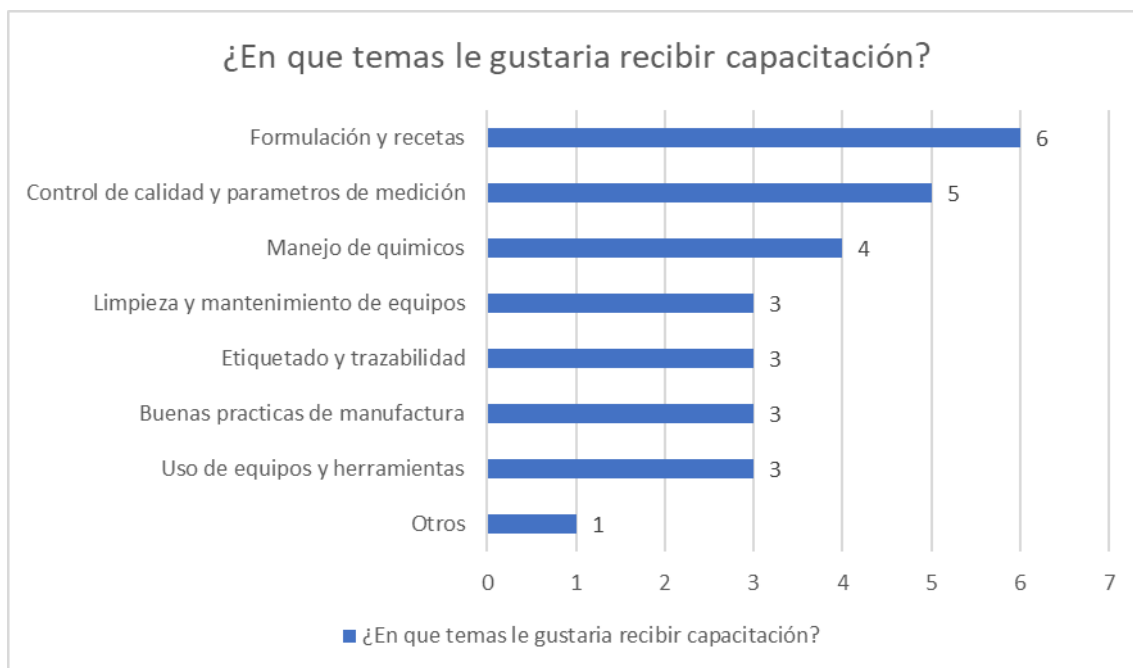


Figura 39. Temas de Capacitación

Fuente: elaboración propia

Es importante destacar que estos temas fueron seleccionados producto del análisis de causa raíz con participación del director de tecnología, el jefe de producción, el jefe de calidad y el supervisor de producción.

Personal de Laboratorio

Para el personal de laboratorio se realizó una evaluación denominada “Evaluación de control de calidad” ver **anexo 4**, con la finalidad de identificar el nivel de conocimiento para ejecutar las tareas y procedimientos de validación de calidad que demanda el área, el resultado de la evaluación fue de un promedio de 91%, donde fueron tomados en cuenta 5 colaboradores del laboratorio de calidad.

Se validó la comprensión y manejo para medir los parámetros de calidad de los productos terminados como las técnicas para medir pH, concentración de °Brix y en porcentaje. Además de validar su criterio en la toma de decisiones para ajustar un producto que no ha cumplido con los estándares de calidad esperados.

4.2.1.4. AUDITORIA DE CAMPO PARA VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PROCESOS OPERATIVOS ESTÁNDAR.

En la auditoria de campo se buscó analizar las siguientes áreas:

- ✚ Condiciones generales del área de producción.
- ✚ Uso de equipos y herramientas.
- ✚ Uso de materias primas y formulación.
- ✚ Control de proceso de producción.
- ✚ Cumplimiento de procesos operativos.
- ✚ Identificación y Trazabilidad
- ✚ Gestión de no conformidades y mejora continua.

La auditoría se basó en un puntaje del 100%, se obtuvo un resultado del 67% general distribuidos de la siguiente manera:

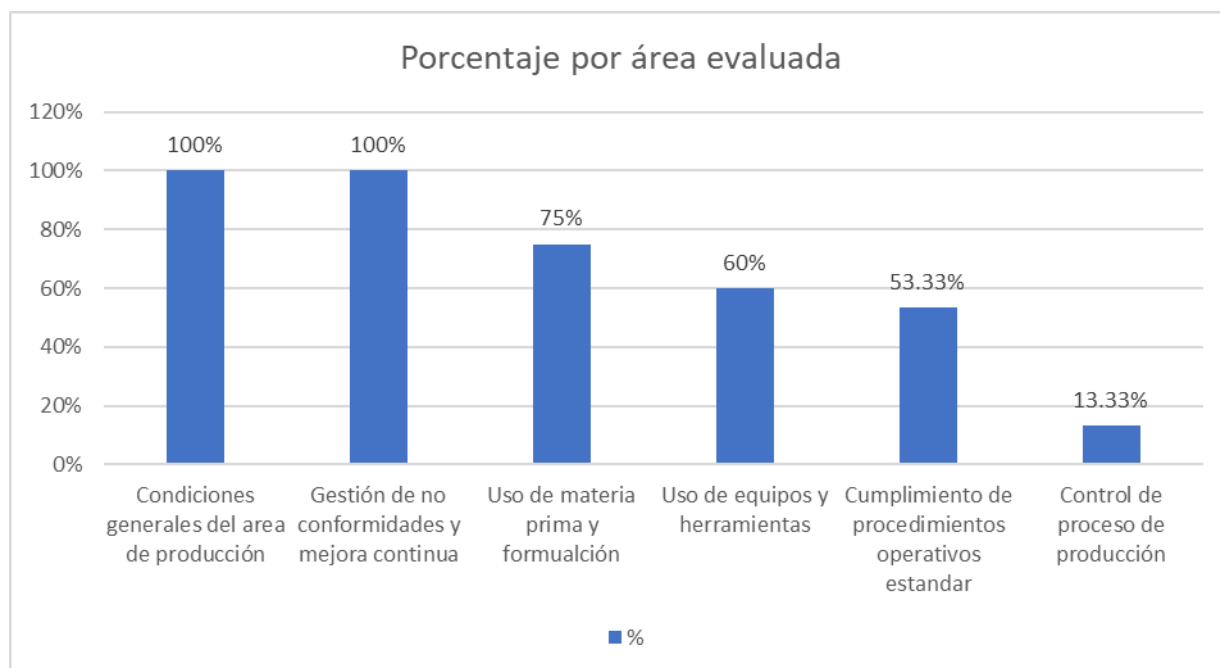


Figura 40. Porcentaje por área evaluada.

Fuente: elaboración propia

A continuación, se expone los ítems evaluados por área:

1. Condiciones generales del área de trabajo: la auditoria se enfocó en validar las condiciones de orden y limpieza, aplicación de 5S, almacenamientos de equipos y herramientas, con el objetivo de descartar cualquier incidencia o posibilidad de error durante la formulación del producto químico debido a uno de los

factores antes mencionados. El resultado de esta etapa fue un 100%, un resultado positivo ya que actualmente se realizan auditorias 5S a nivel de planta lo que incentiva al personal a mantener el orden y limpieza en su área de trabajo.

2. Gestión de no conformidades: se validó si existe un procedimiento para el reporte y generación de planes de acción cuando ocurre una no conformidad, se comprobó que existe dicho procedimiento (**Anexo 5**) y que se han registrado casos de no conformidades con su análisis y planes de acción correspondientes.
3. Uso de materia prima y formulación: se validó la forma en que el operador identifica la materia prima, donde, utilizando la orden de producción el operador busca la materia prima de acuerdo con los lotes especificados en la orden de producción; toda materia prima que se encuentra en la orden de producción ya ha sido validada por calidad y liberada en SAP para uso en producción. El punto en que falló el operador es en no seguir el orden indicado en el procedimiento de la receta, dicho orden es propio de cada formulación del producto químico, lo que se observó es que el operador cambia el orden de acuerdo con su experiencia y no a las indicaciones de la receta, por esta razón se evaluó un 75% en esta área.
4. Uso de equipos y herramientas: se buscó validar si los equipos están en óptimas condiciones y si el operador sigue protocolos de verificación previo al uso del equipo. Es importante resaltar que, si se realizan verificaciones previas. En el caso de las básculas estas son realizadas por un proveedor externo con una frecuencia semanal, internamente se valida diariamente, sin embargo, se observó que la forma en cómo se realiza la verificación interna no es la adecuada y se realiza de forma subjetiva y empírica por partes de los operarios. Esta verificación realizada consiste en pesar un maxicubo de agua en todas las básculas que han sido previamente calibradas, sin embargo, al ser un líquido tarda un poco en estabilizar su peso y presenta variación de acuerdo con el movimiento del líquido, lo que no permite una lectura confiable. En la revisión con el personal externo se encontró una báscula con variación en sus mediciones, de acuerdo con los comentarios de los operadores, esta báscula fue reportada hace un tiempo atrás y no se han tomado acciones correctivas

considerando que es la báscula de mayor uso para el peso de materias primas y productos terminados.

En cuanto a los flujómetros se observó que los operadores no programan la cantidad de agua indicada en la receta, y el motivo que resalta, es que el operador indica que el flujómetro no entrega la cantidad de agua esperada, por lo tanto, conforme a su experiencia, el operador programa una cantidad extra de lo que cree que el flujómetro dispensa.

5. Cumplimiento de procedimientos operativos estándar: se validó si los operadores conocen y saben dónde se encuentran los procedimientos operativos estándar lo que resultó que en la práctica si saben cuál es el POE sin embargo en la teoría no están muy familiarizados con el término. Se validó si conocen los protocolos a seguir en caso de que los productos se encuentren fuera de especificación y también conocen en la práctica que hacer, pero no conocen el documento oficial del POE. También se buscó verificar si los cambios en los POE se documentan y actualizan cuando es necesario, lo que resultó en que no se ha estado actualizando los cambios. También se observó que no existen procedimientos estandarizados para la formulación de todos los productos y procesos que estos conllevan. Por ende, la calificación en esta área resultó en 53.33%.

En la revisión realizada se encontró que existen los procedimientos que se imprimen en la orden de producción, por lo tanto, cuando se entrega una orden de producción al operador, este tiene acceso al procedimiento.

6. Control de proceso de producción: esta es el área que obtuvo menor calificación con un 13.33%, debido a que, a pesar de que conocen los POE no los cumplen, hacen cambios según el operador cree que es funcional y no se evidenció registros de cada etapa del proceso de formulación. Lo que demuestra que el equipo de producción requiere capacitaciones específicas y supervisiones que son necesarias para poder comprender la importancia y las consecuencias de no seguir un procedimiento.

4.2.2. ANÁLISIS DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS CRÍTICOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA 5W+2H

Para definir los equipos en los que se centrara esta investigación a continuación se presenta un análisis donde se demuestra la razón por la que se define que las basculas y flujómetros son los equipos de mayor énfasis en esta investigación:

Tabla 15 Análisis de priorización de parámetros mediante el análisis de las 5W+2H

Elemento	pH	Basculas y Flujómetros
What (¿Qué?)	El pH es un parámetro monitoreado en producto terminado.	Son equipos para dosificar con precisión las materias primas en el proceso.
Why (¿Por qué?)	Se considera importante como parámetro de aprobación, pero solo es un efecto de los problemas que existen a fondo.	Una dosificación incorrecta puede ser la causa de que los parámetros no cumplan con las especificaciones.
Where (¿Dónde?)	Se mide en el laboratorio al final del proceso.	Se utilizan desde el comienzo de la aplicación.
When (¿Cuándo?)	Se verifica al final del proceso.	Se mide en todo el proceso.
Who (¿Quién?)	Lo realiza el laboratorista	Lo realiza el personal operativo.
How (¿Cómo?)	Se mide con pHmetros calibrados con sus certificados vigentes.	Se mide con básculas que presentan variaciones por exposición a condiciones ambientales del área. Y se usan flujómetros que nunca han sido calibrados.
How Much (¿Cuánto?)	Las variaciones del pH no son la causa raíz del ajuste, solo son el síntoma.	Las variaciones de las basculas y flujómetros si han representado ser una causa de no conformidad en un producto.

4.2.3. RESULTADOS DE TÉCNICAS CUANTITATIVAS

4.2.3.1. EQUIPOS DE MEDICIÓN

En esta etapa se realizaron mediciones para poder realizar las pruebas de excentricidad en las básculas y excentricidad en los flujómetros.

Calibraciones y verificaciones de básculas

Para la validación de básculas se inició con pruebas de excentricidad, pesando la misma masa de 100 Kg en diferentes ubicaciones de la báscula, a continuación, se muestran los resultados:

Tabla 16. Pruebas de excentricidad en básculas de producción

No.	Bascula #1 (Kg)	Bascula #2 (Kg)	Bascula #3 (Kg)	Bascula #5(Kg)	Bascula #7(Kg)	Bascula #8(Kg)
1	100	100	93	100	100	100
2	100	100	98	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	97	100	100	100
5	100	100	105	100	100	100

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior la báscula #3 es la que presentó más diferencia en la prueba de excentricidad, resaltando que la báscula #3 es la más usada para el peso de materia prima y producto terminado. Por lo que, para efecto de esta investigación, el análisis de excentricidad se centrará en este equipo.

Tabla 17. Prueba de excentricidad báscula 3

No.	Bascula #3 (Kg)	Peso STD (Kg)	Error
1	93	100	7
2	98	100	2
3	100	100	0
4	97	100	3
5	105	100	-5

Fuente: elaboración propia

Valor máximo= 105; Valor mínimo= 93

El rango de tolerancia que sugiere el manual del equipo es de ± 2 Kg (es decir una variación de hasta 2 Kg), el estado actual de la báscula marca una variación de hasta 7 Kg lo que está muy alejado de la tolerancia sugerida.

Verificación de flujómetros

Para la verificación de flujómetros, el análisis se centró en el flujómetro del mixer #3 donde se prepara la mayor cantidad de químicos y que también está señalado como uno de los equipos donde se generan los productos no conformes.

Se realizaron pruebas de linealidad del flujómetro, donde se programó un volumen de agua a dispensar y se pesó la cantidad real de agua que el flujómetro dispensó.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 18. Resultados de linealidad de flujómetro de mixer #3.

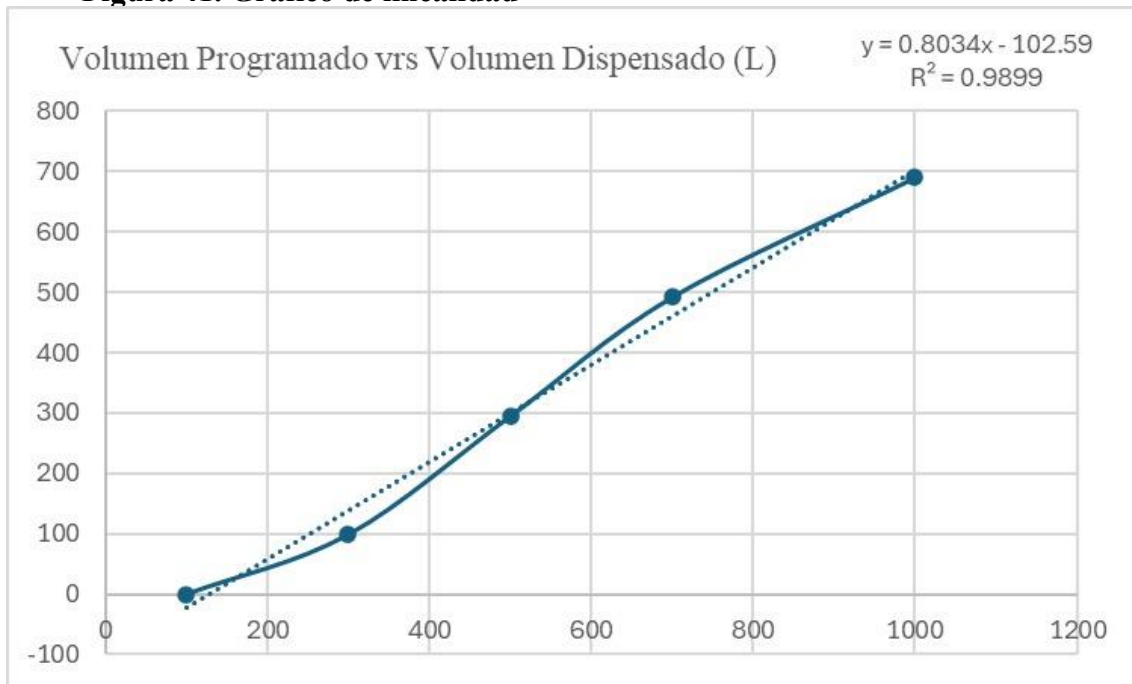
Programado (L)	Total, Dispensado (L)	Diferencia (L)	%Error
100	99	1	1.00%
300	295	5	1.67%
200	194	6	3.00%
500	492	8	1.60%
700	690	10	1.43%
1000	981	19	1.90%
Promedio			1.77%

Fuente: elaboración propia

Se observa que el flujómetro tiene un error de 1.77%, siendo el rango de tolerancia permitido de 0.2%, lo que es significativo, ya que la cantidad de agua dispensada influye en el resultado final del producto.


Con estos resultados se modelaron los datos con el método de análisis de linealidad para validar el modelo matemático que más se aproxima a las diferencias entre el volumen programado y el volumen dispensado. De los modelos analizados el modelo exponencial obtuvo un valor de R^2 más cercano a la unidad con la ecuación del gráfico que se presenta a continuación:

Figura 41. Gráfico de linealidad



Fuente: elaboración propia

Nota: R^2 es el coeficiente de correlación de variables e indica que tan bien un modelo matemático ajusta los datos experimentales.

 Análisis de capacidad de proceso para cumplimiento de parámetros.

Para este análisis se tomaron los datos de los parámetros de los productos, facilitado por el departamento de laboratorio. Se modelaron los datos para medir los índices de capacidad actuales del proceso, seleccionando los 11 productos de mayor volumen de producción en el periodo de enero 2024 a enero 2025, a continuación, se muestran resultados:

Tabla 19. Resultados de capacidades de proceso Cp

NOMBRE GENERICO	PARÁMETRO	UNIDAD	EI	ES	CP	CLASE CP	Decisión (Conforme al centrado del proceso)
1-A	CONCENTRACIÓN	%	24	26	1.85	1	Adecuado
2-A	pH	Unidad	6.5	8.5	0.85	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso.
2-A	Brix	° Brix	17.5	19.5	0.93	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
3-A	pH	Unidad	6.5	8.5	4.28	Clase Mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
3-A	Brix	° Brix	13	15	1.52	1	Adecuado
4-A	pH	Unidad	11	14	1.84	1	Adecuado
4-A	Brix	° Brix	5	7	0.8	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
5-A	pH	Unidad	4.5	6.5	1.45	1	Adecuado

CONTINÚA

Continuación de Tabla 18 Resultados de capacidades de proceso Cp.

5-A	Brix	° Brix	14	16	0.86	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
6-A	pH	Unidad	7	9	1.23	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
6-A	Brix	° Brix	6	8	1.17	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
7-A	pH	Unida	7	9	1.2	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
7-A	Brix	° Brix	17	19	1.17	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
8-A	pH	Unidad	4	5.5	0.5	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.
8-A	Brix	° Brix	5.5	7.5	1.15	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
9-A	pH	Unidad	5	7	1.83	1	Adecuado
10-A	pH	Unidad	1.5	2.5	1.79	1	Adecuado
10-A	Brix	° Brix	41	43	0.29	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.
11-A	pH	Unidad	8.5	10.5	1.69	1	Adecuado
11-A	Brix	° Brix	45	47	0.59	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Tabla 20. Resultados Cpk

NOMBRE GENÉRICO	PARÁMETRO	UNIDADES	EI	ES	CPK	Interpretación CPK
1-A	CONCENTRACIÓN	%	24	26	1.49	Proceso Capaz
2-A	pH	Unidad	6.5	8.5	0.34	No cumple con al menos una especificación
2-A	Brix	° Brix	17.5	19.5	0.81	No cumple con al menos una especificación
3-A	pH	Unidad	6.5	8.5	2.42	Proceso Capaz
3-A	Brix	° Brix	13	15	0.79	No cumple con al menos una especificación
4-A	pH	Unidad	11	14	1.13	No cumple con al menos una especificación
4-A	Brix	° Brix	5	7	0.78	No cumple con al menos una especificación
5-A	pH	Unidad	4.5	6.5	0.53	No cumple con al menos una especificación
5-A	Brix	° Brix	14	16	0.81	No cumple con al menos una especificación
6-A	pH	Unidad	7	9	1.06	No cumple con al menos una especificación
6-A	Brix	° Brix	6	8	0.75	No cumple con al menos una especificación
7-A	pH	Unidad	7	9	1.05	No cumple con al menos una especificación
7-A	Brix	° Brix	17	19	1.04	No cumple con al menos una especificación

CONTINÚA

Continuación de Tabla 19 Resultados Cpk

8-A	pH	Unidad	4	5.5	0.32	No cumple con al menos una especificación
8-A	Brix	° Brix	5.5	7.5	0.41	No cumple con al menos una especificación
9-A	pH	Unidad	5	7	0.56	No cumple con al menos una especificación
10-A	pH	Unidad	1.5	2.5	1.78	Proceso Capaz
10-A	Brix	° Brix	41	43	0.15	No cumple con al menos una especificación
11-A	pH	Unidad	8.5	10.5	0.6	No cumple con al menos una especificación
11-A	Brix	° Brix	45	47	0.45	No cumple con al menos una especificación

Fuente: elaboración propia

Los índices de capacidad de proceso que se muestran en las tablas 18 y 19 se obtuvieron mediante los análisis de capacidad haciendo uso de la herramienta minitab, a continuación, se muestran los resultados de la herramienta:

Producto 1-A

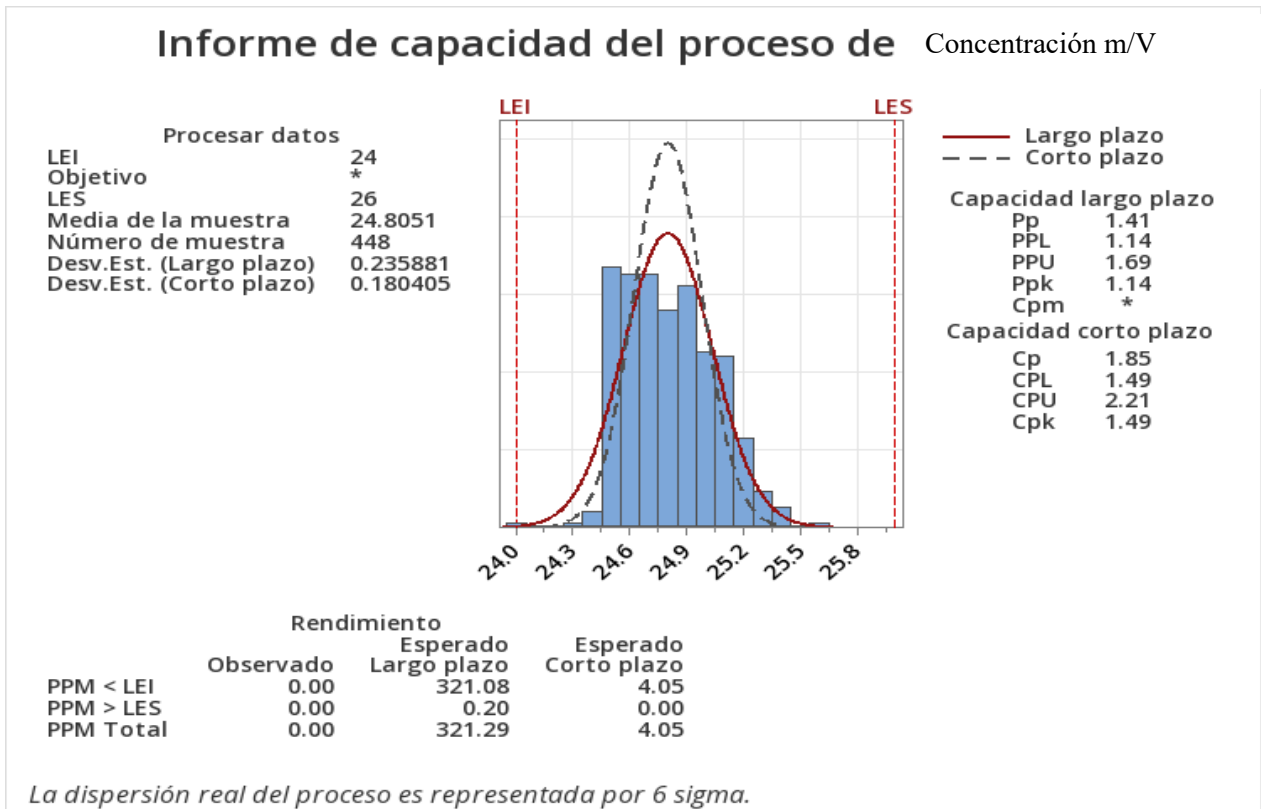


Figura 42. Capacidad de proceso para la especificación concentración (%) del producto 1-A
 Fuente: elaboración propia

Producto 2-A

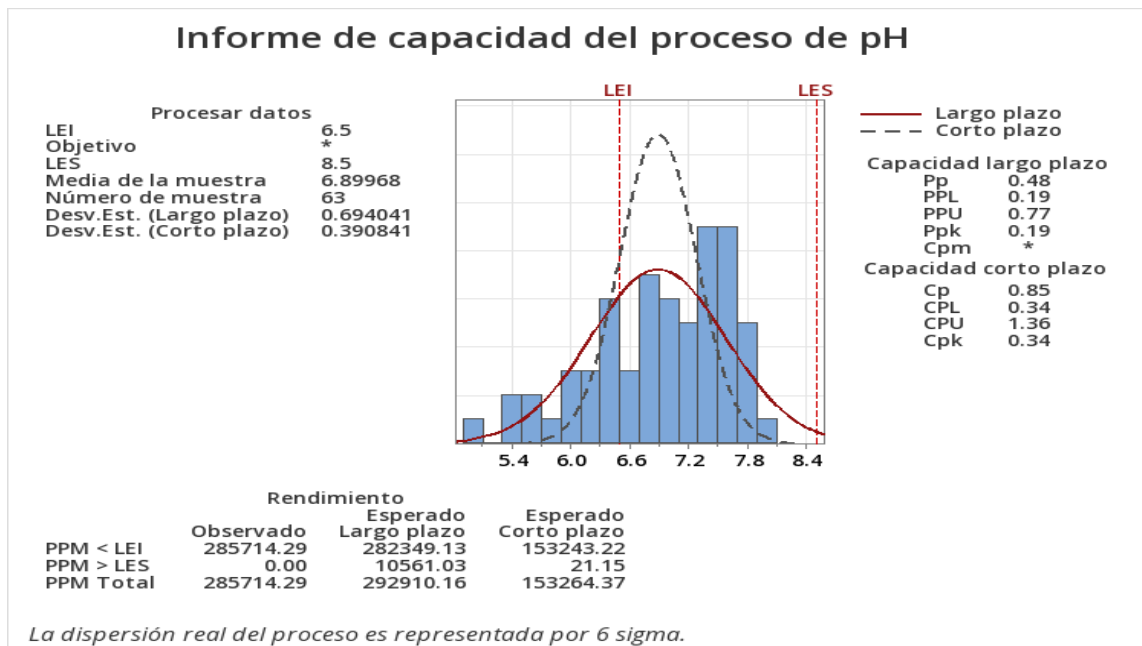


Figura 43. Capacidad de proceso para la especificación pH del producto 2-A
Fuente: elaboración propia

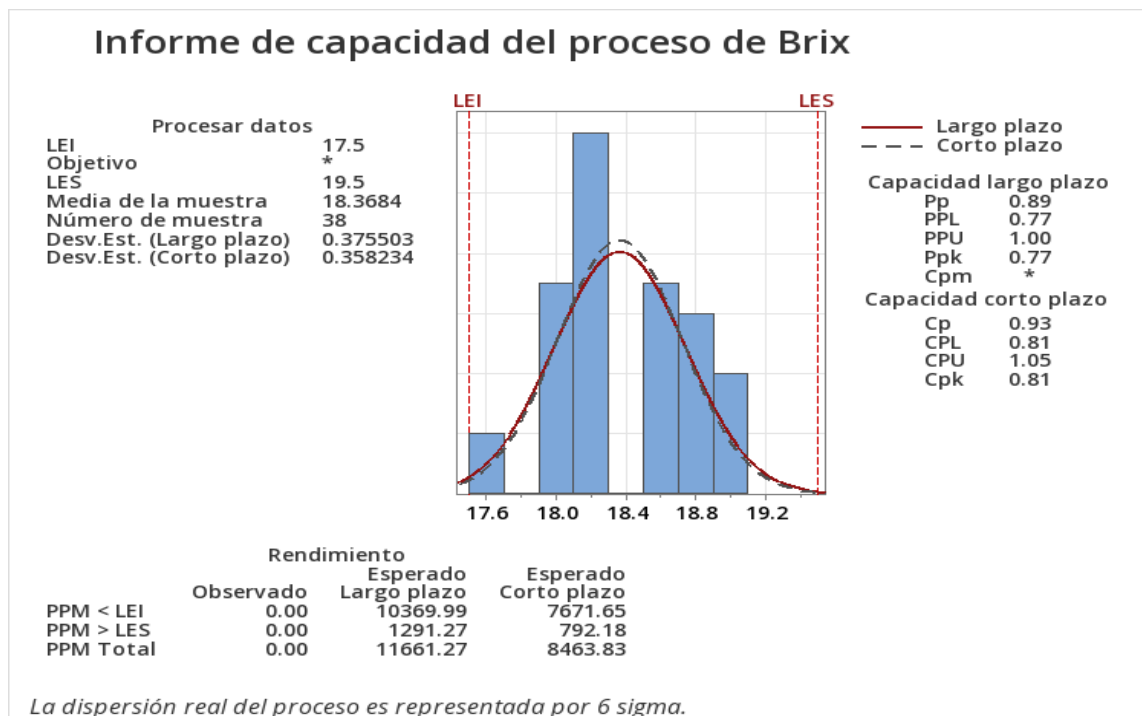


Figura 44. Capacidad de proceso para la especificación concentración °Brix del producto 2-A
Fuente: elaboración propia

Producto 3-A

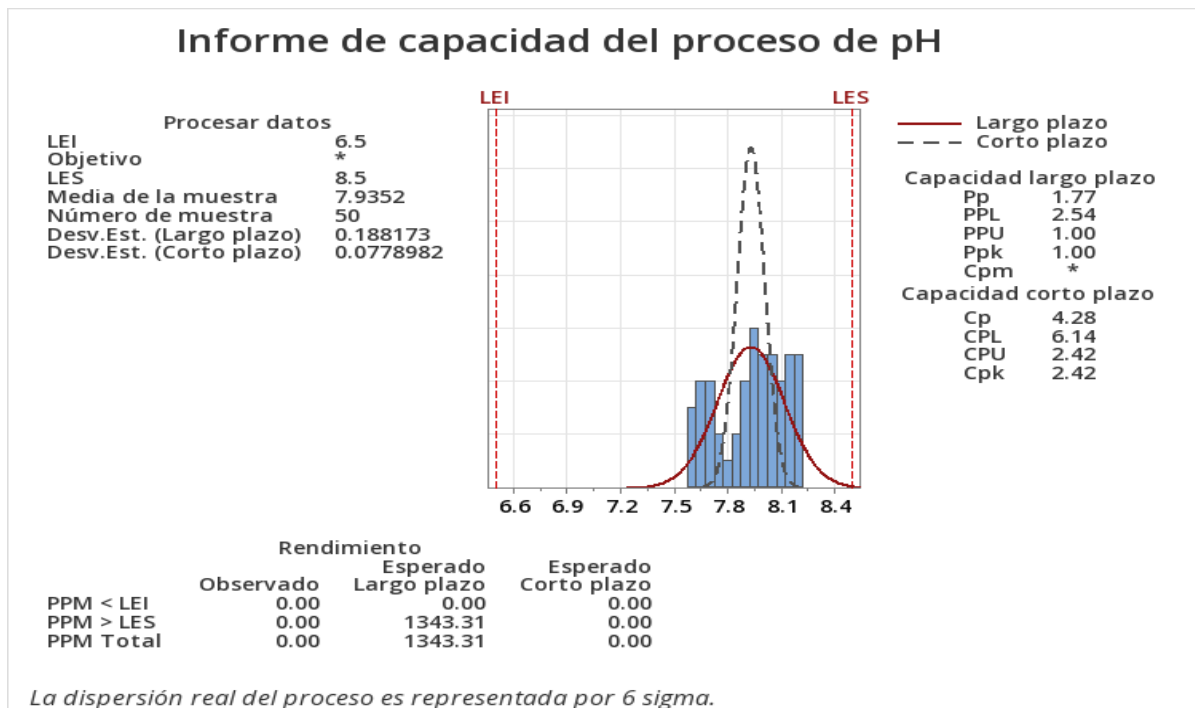


Figura 45. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 3-A
 Fuente: elaboración propia

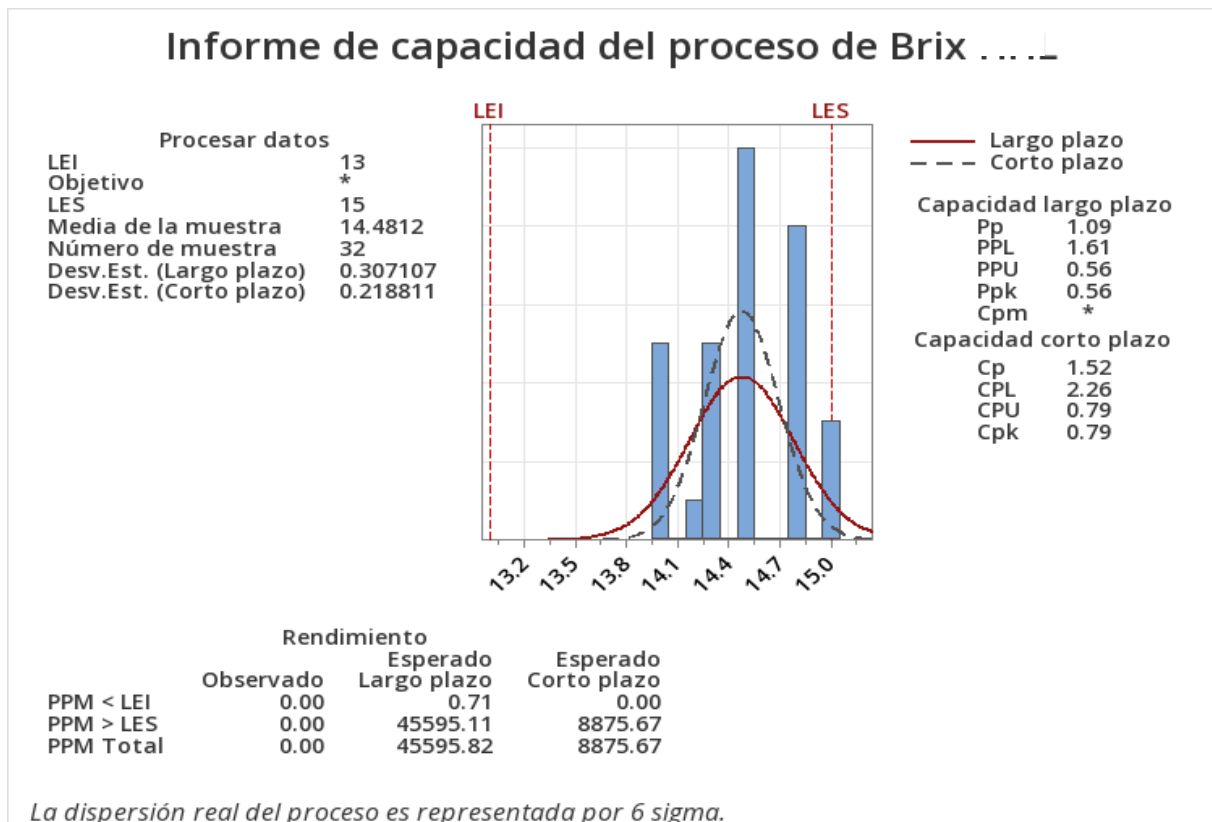


Figura 46. Capacidad de proceso para la especificación de concentración °Brix del producto 3-A
 Fuente: elaboración propia.

Producto 4-A

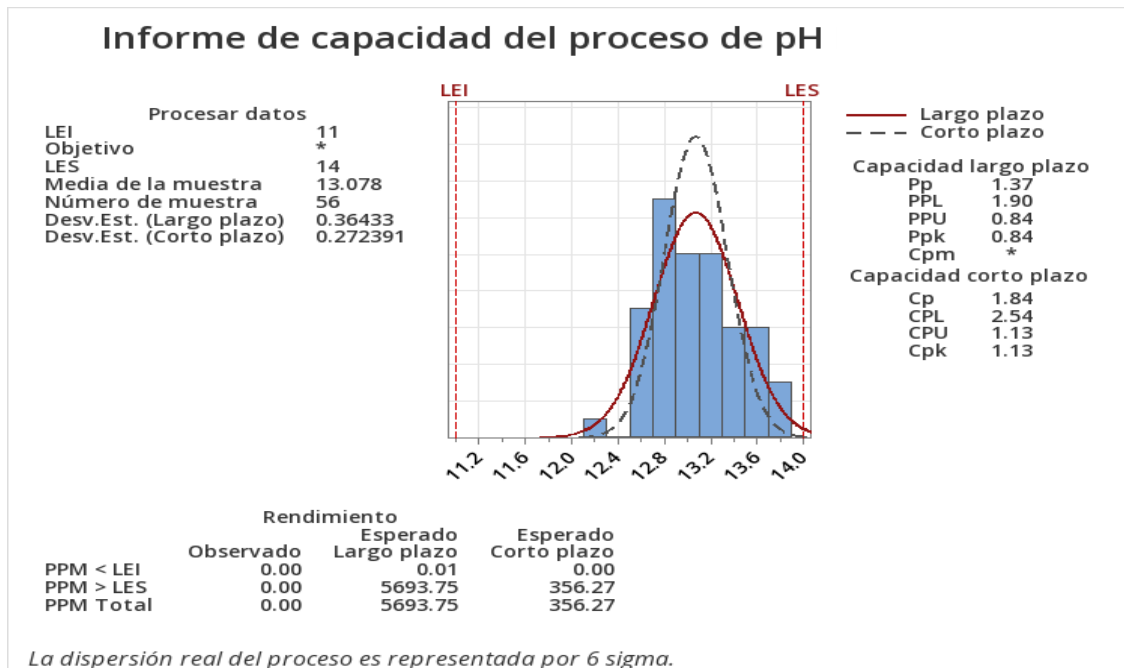


Figura 47. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 4-A
Fuente: elaboración propia

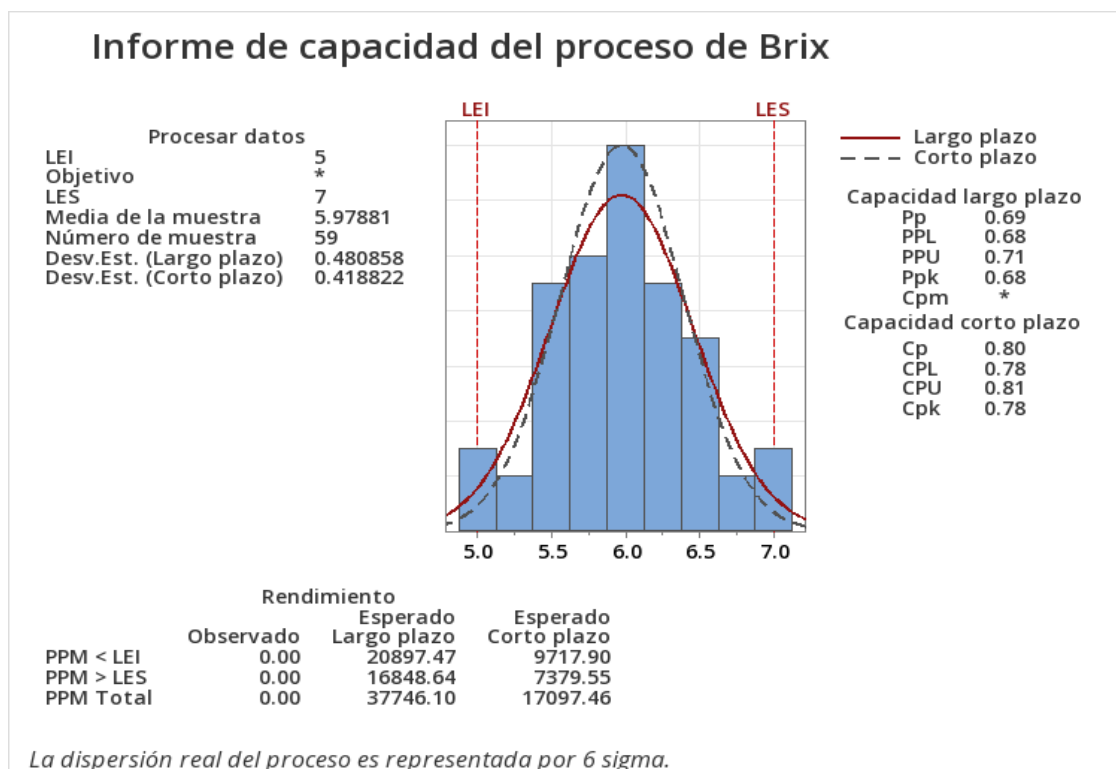


Figura 48. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 4-A
Fuente: elaboración propia

Producto 5-A

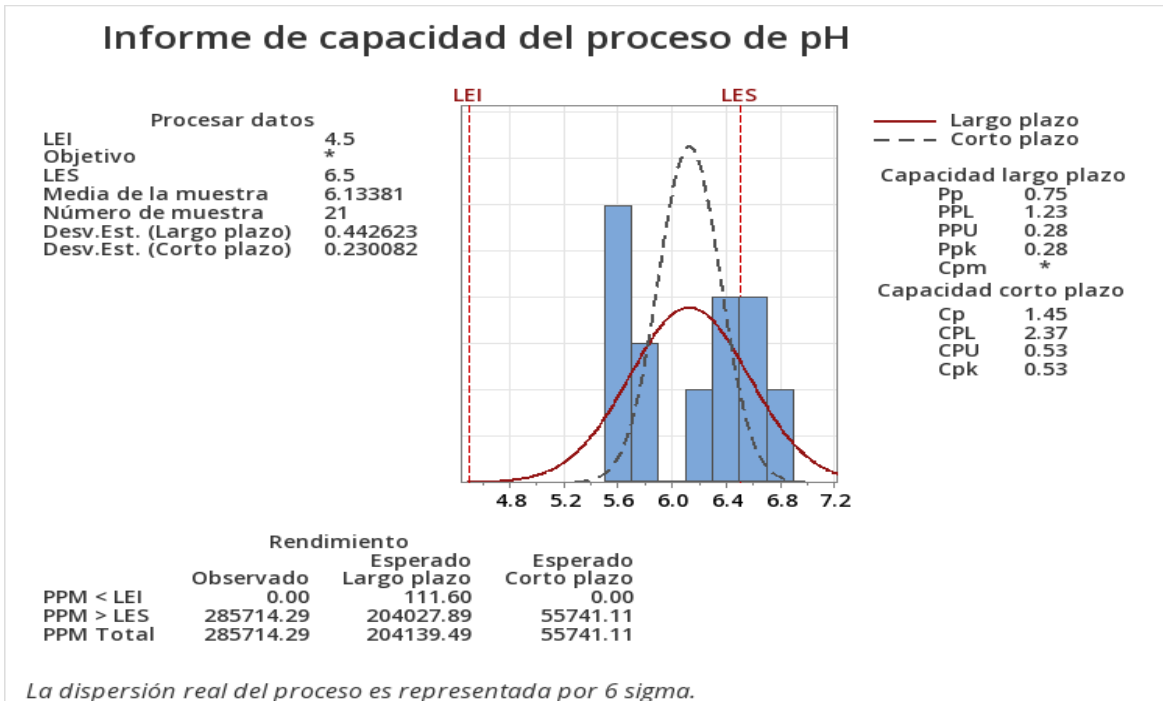


Figura 49. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 5-A
Fuente: elaboración propia

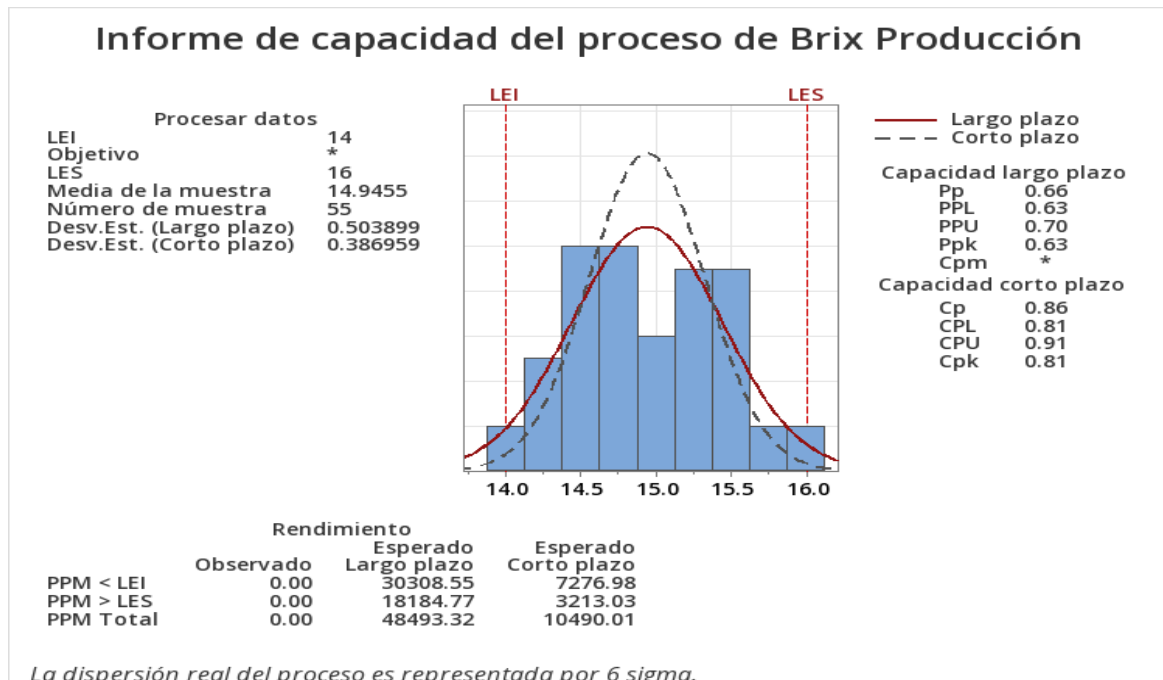


Figura 50. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 5-A
Fuente: elaboración propia

Producto 6-A

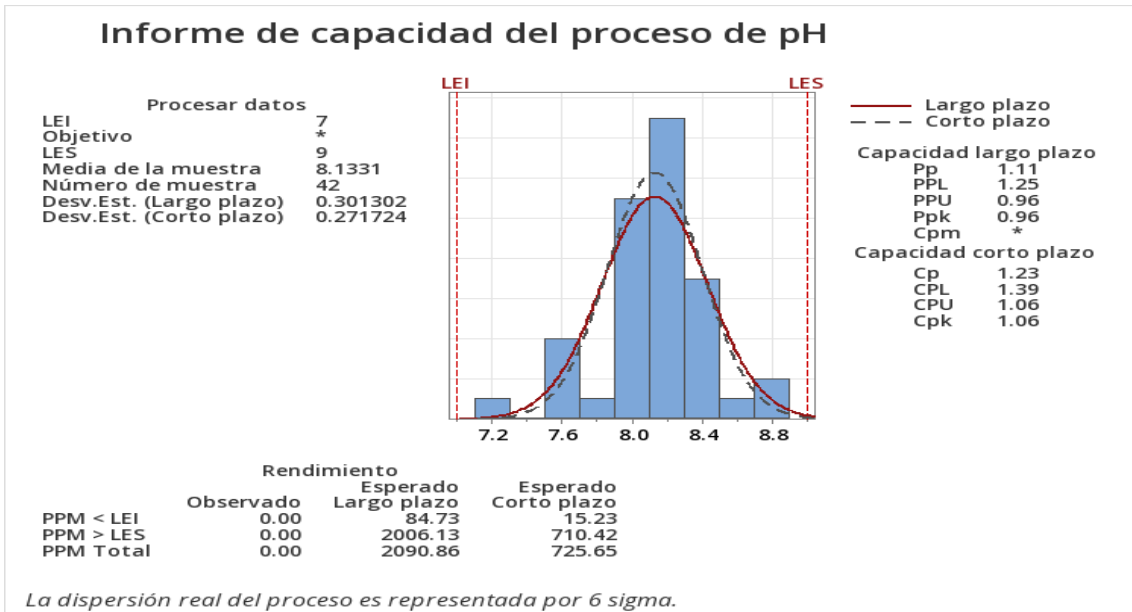


Figura 51. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 6-A
Fuente: elaboración propia

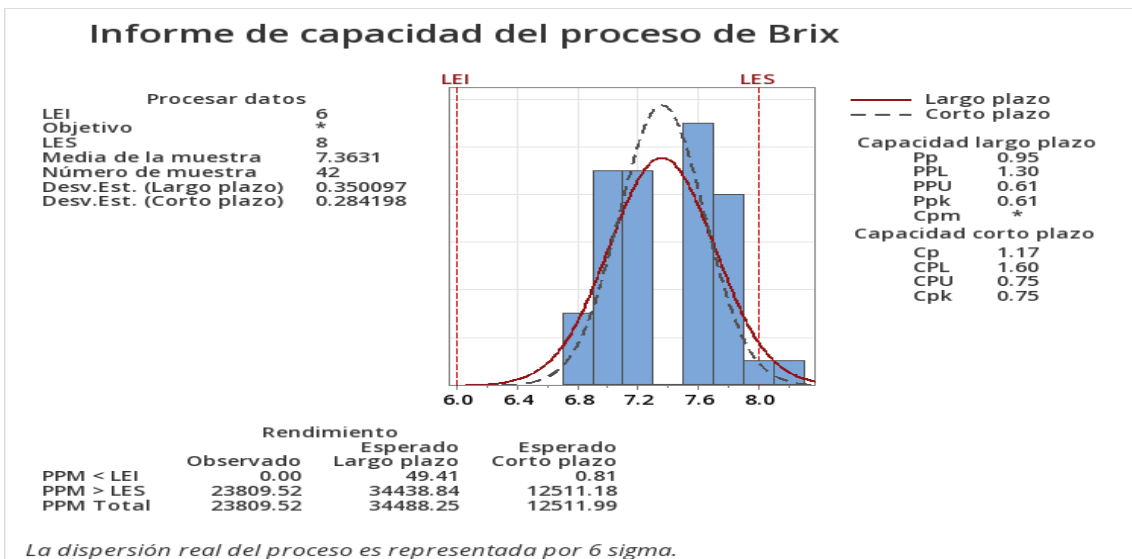


Figura 52. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 6-A
Fuente: elaboración propia

Producto 7-A

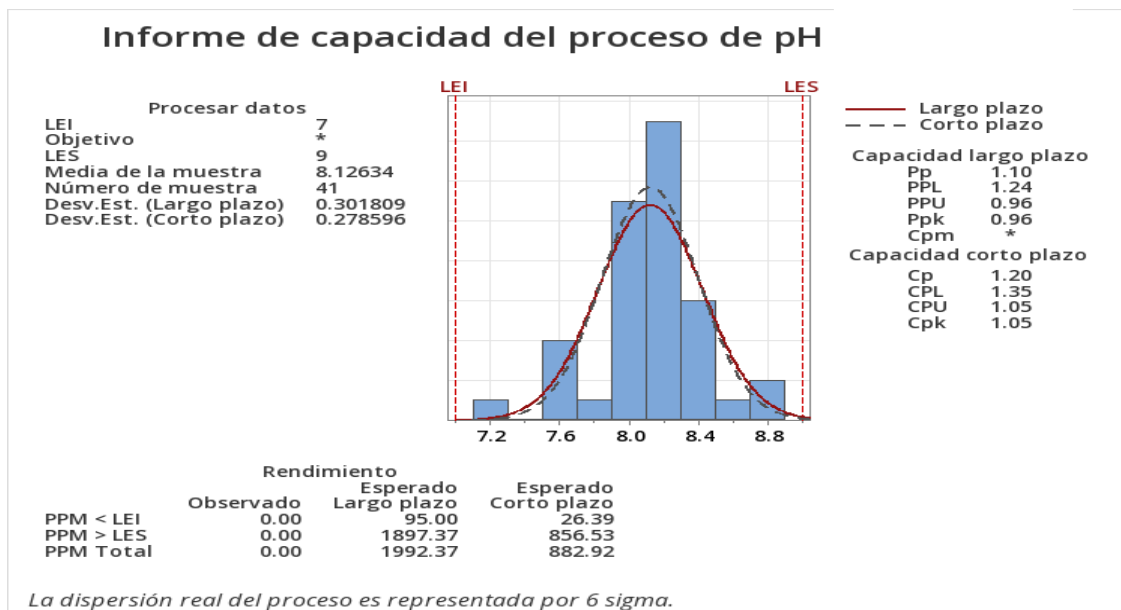


Figura 53. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 7-A
Fuente: elaboración propia

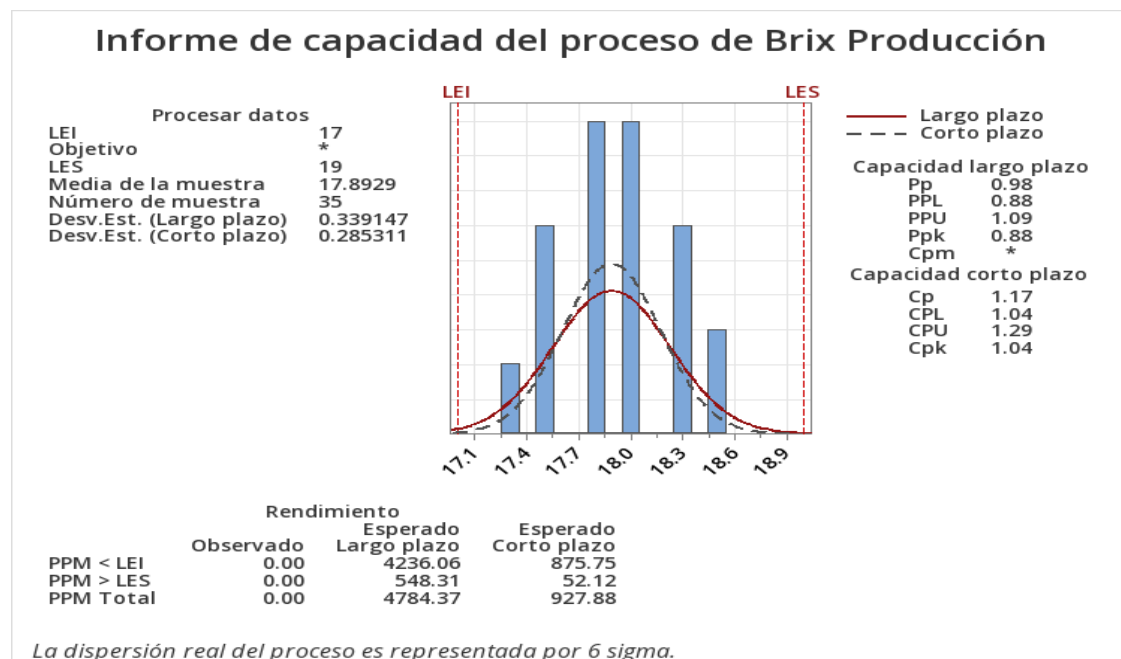


Figura 54. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 7-A
Fuente: elaboración propia

Producto 8-A

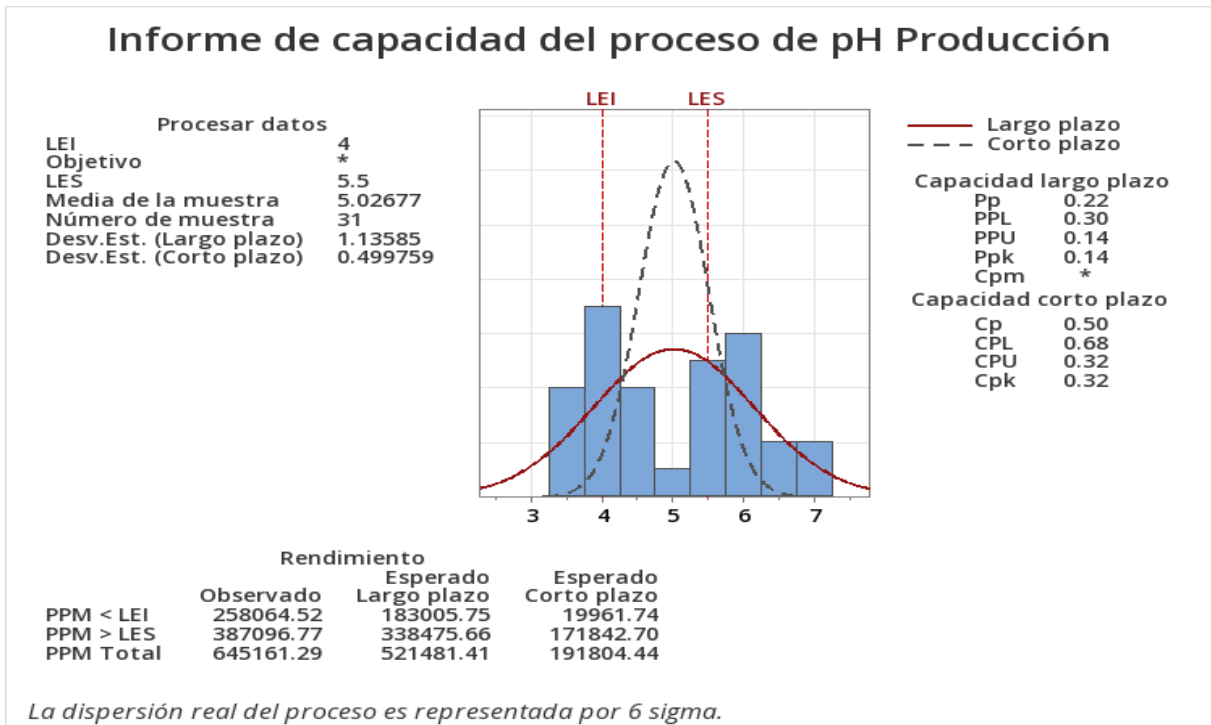


Figura 55. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 8-A
 Fuente: elaboración propia

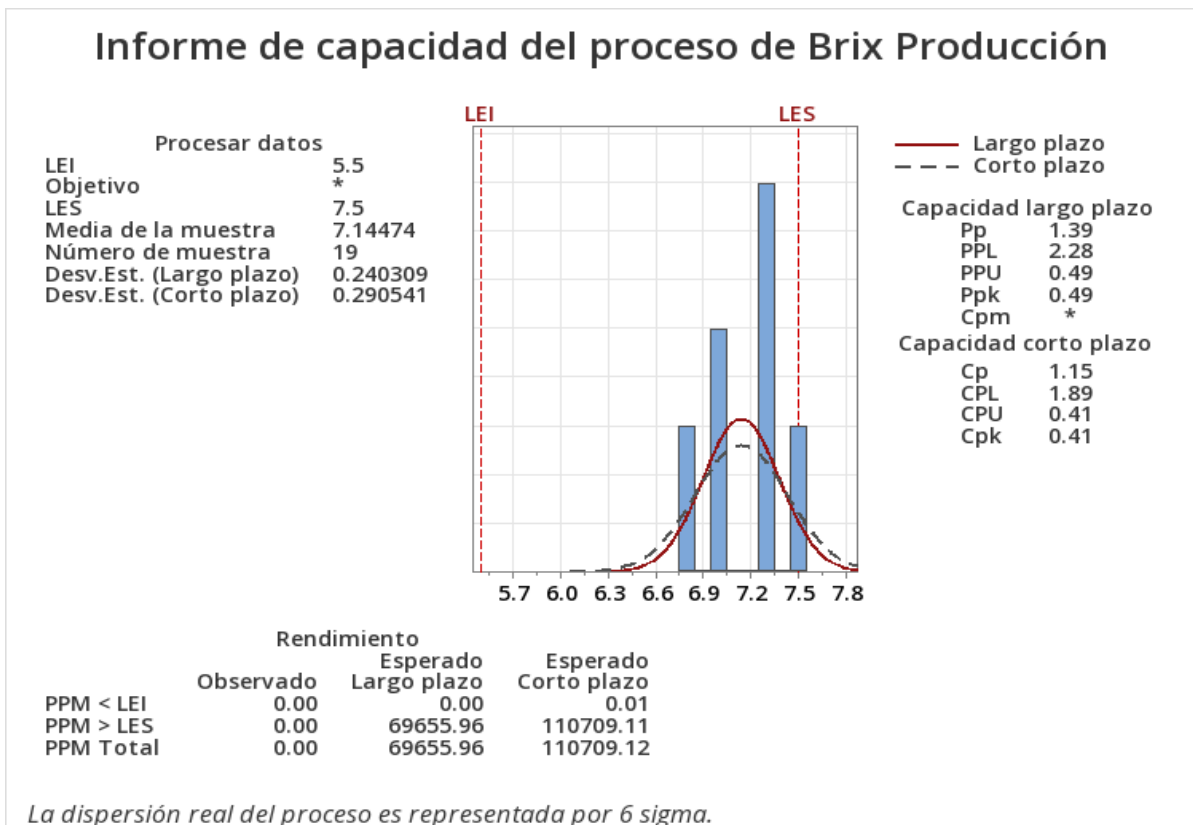


Figura 56. Capacidad del proceso para la especificación de brix del producto 8-A
 Fuente: elaboración propia

Producto 9-A

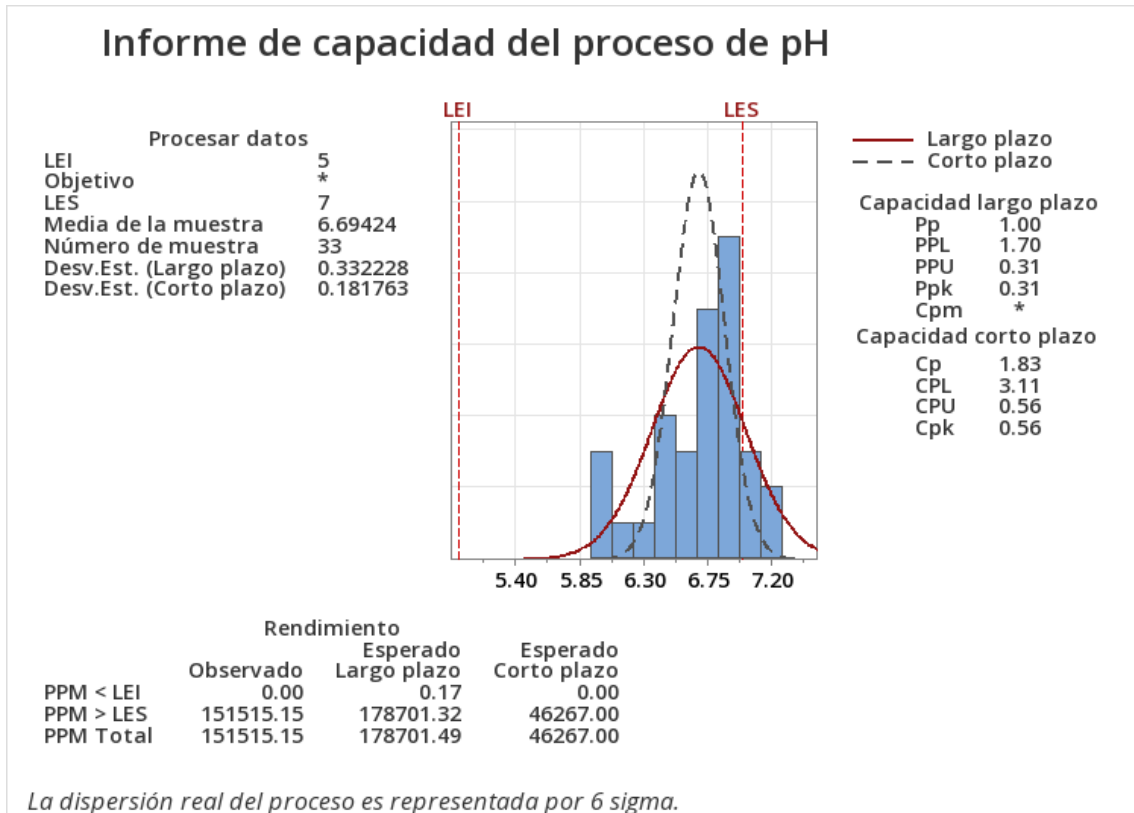


Figura 57. Capacidad del proceso para la especificación de pH del producto 9-A
Fuente: elaboración propia

Producto 10-A

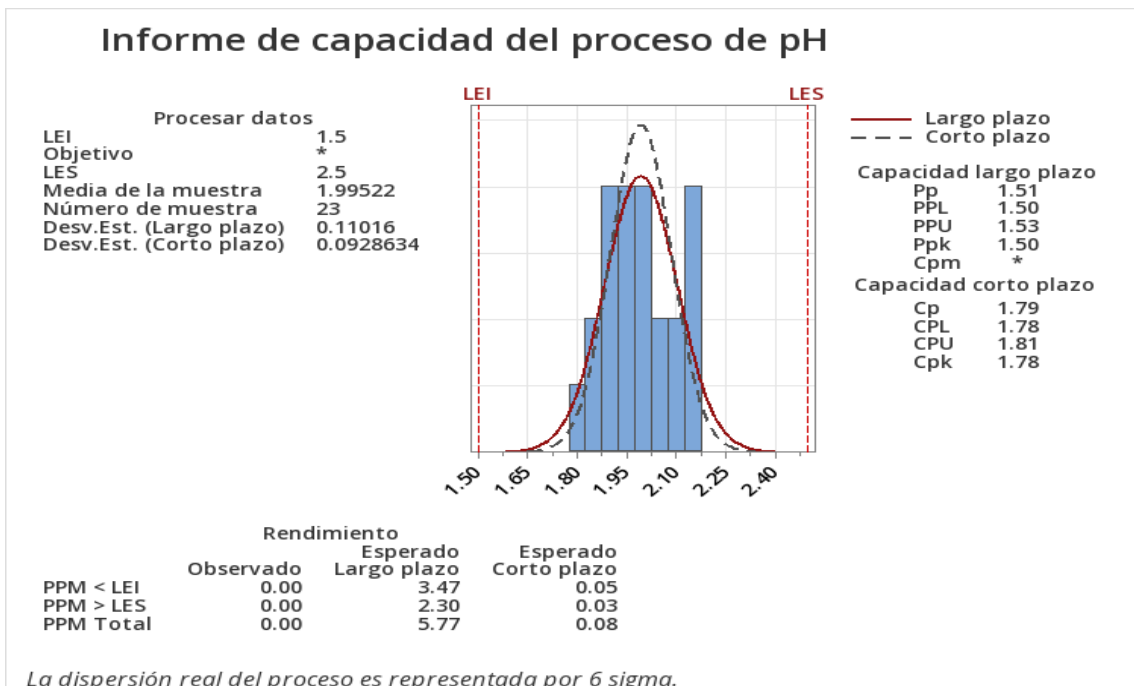
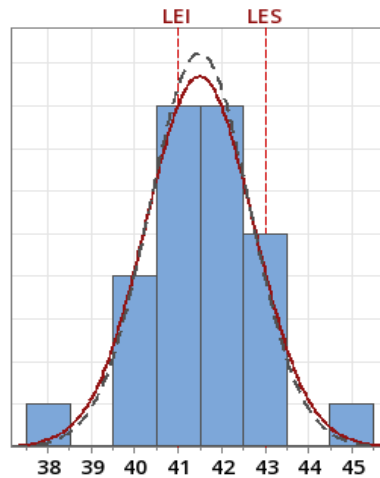


Figura 58. Capacidad del proceso para la especificación de pH del producto 10-A
Fuente: elaboración propia

Informe de capacidad del proceso de Brix Producción

Procesar datos

LEI	41
Objetivo	*
LES	43
Media de la muestra	41.5093
Número de muestra	27
Desv.Est. (Largo plazo)	1.23546
Desv.Est. (Corto plazo)	1.16143



— Largo plazo
- - - Corto plazo

Capacidad largo plazo

Pp	0.27
PPL	0.14
PPU	0.40
Ppk	0.14
Cpm	*

Capacidad corto plazo

Cp	0.29
CPL	0.15
CPU	0.43
Cpk	0.15

Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	259259.26	340095.23	330520.90
PPM > LES	37037.04	113787.08	99652.07
PPM Total	296296.30	453882.31	430172.97

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 59. Capacidad de proceso para la especificación de brix del producto 10-A

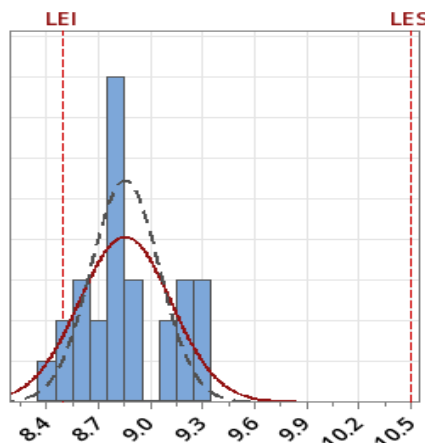
Fuente: elaboración propia

Producto 11-A

Informe de capacidad del proceso de pH

Procesar datos

LEI	8.5
Objetivo	*
LES	10.5
Media de la muestra	8.85741
Número de muestra	27
Desv.Est. (Largo plazo)	0.265252
Desv.Est. (Corto plazo)	0.197102



— Largo plazo
- - - Corto plazo

Capacidad largo plazo

Pp	1.26
PPL	0.45
PPU	2.06
Ppk	0.45
Cpm	*

Capacidad corto plazo

Cp	1.69
CPL	0.60
CPU	2.78
Cpk	0.60

Rendimiento			
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	74074.07	88921.22	34891.56
PPM > LES	0.00	0.00	0.00
PPM Total	74074.07	88921.22	34891.56

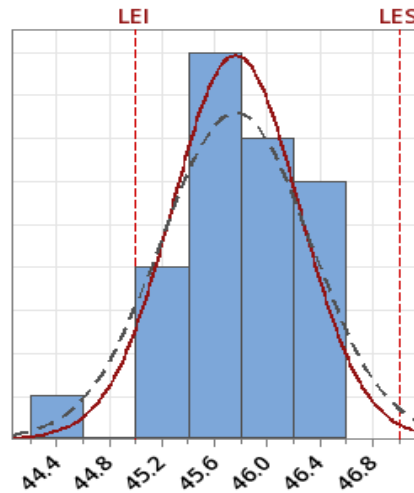
La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 60. Capacidad de proceso para la especificación de pH del producto 11-A

Fuente: elaboración propia

Informe de capacidad del proceso de Brix Producción

Procesar datos	
LEI	45
Objetivo	*
LES	47
Media de la muestra	45.7667
Número de muestra	27
Desv.Est. (Largo plazo)	0.482183
Desv.Est. (Corto plazo)	0.567312



Capacidad largo plazo	
Pp	0.69
PPL	0.53
PPU	0.85
Ppk	0.53
Cpm	*
Capacidad corto plazo	
Cp	0.59
CPL	0.45
CPU	0.72
Cpk	0.45

	Rendimiento		
	Observado	Esperado Largo plazo	Esperado Corto plazo
PPM < LEI	37037.04	55918.24	88283.50
PPM > LES	0.00	5266.62	14852.83
PPM Total	37037.04	61184.85	103136.33

La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 61. Capacidad de proceso para la especificación de °Brix del producto 11-A
 Fuente: elaboración propia

Obteniendo los datos de MINITAB 19.1.1, estos se modelaron para clasificar los índices de capacidad potencial (Cp) y así determinar por parámetro de calidad la clase de Cp que predomina en los productos analizados, los resultados fueron los siguientes.

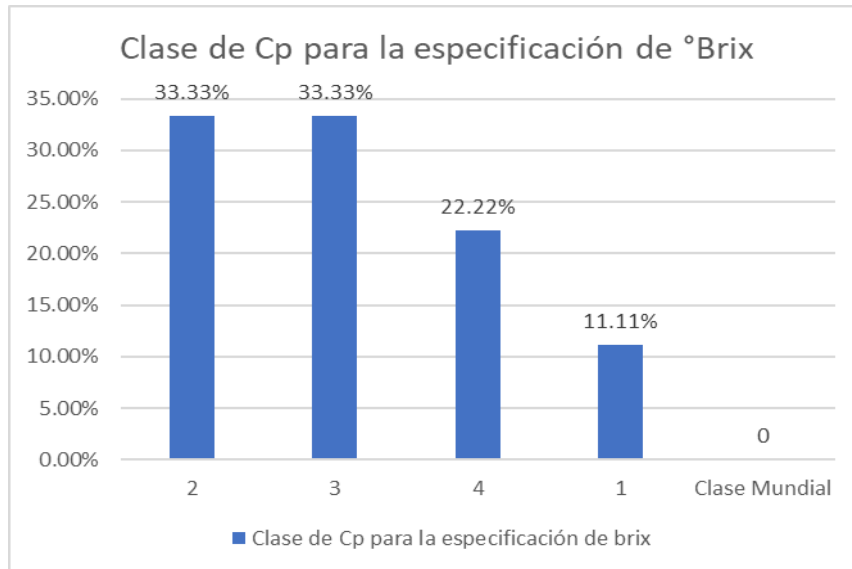


Figura 62. Clase de Cp para la especificación de °Brix

Fuente: elaboración propia

Se observa que para la especificación de concentración por °Brix el 66.66% de los productos analizados se encuentran en la clase 2 y 3, que se refieren a que el proceso es parcialmente adecuado y no adecuado para el trabajo, requiriendo un control estricto. El 22.22% de los productos se encuentran en la clase 4 es decir, que no es aceptable para el trabajo y se requieren modificaciones muy serias; tan solo el 11.11% de los productos se encuentran en la clase 1, es decir que el proceso es adecuado y el 0% de los productos están en clase mundial.

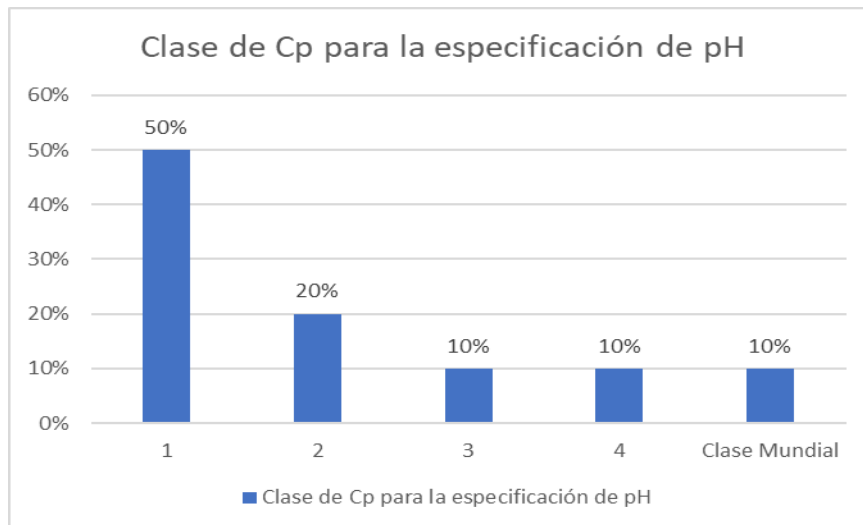


Figura 63. Clase de Cp para la especificación de pH

Fuente: elaboración propia

Para la especificación de pH se observa que el 50% de los productos analizados se encuentran en la clase 1, lo que significa que el proceso es adecuado; el 20% de los productos se encuentran en la clase 2, es decir, parcialmente adecuado; 20% están distribuidos uniformemente en la clase 3 y 4, que se refiere a no adecuado para el trabajo; y para esta especificación se encuentra un 10% de los productos analizados en clase mundial.

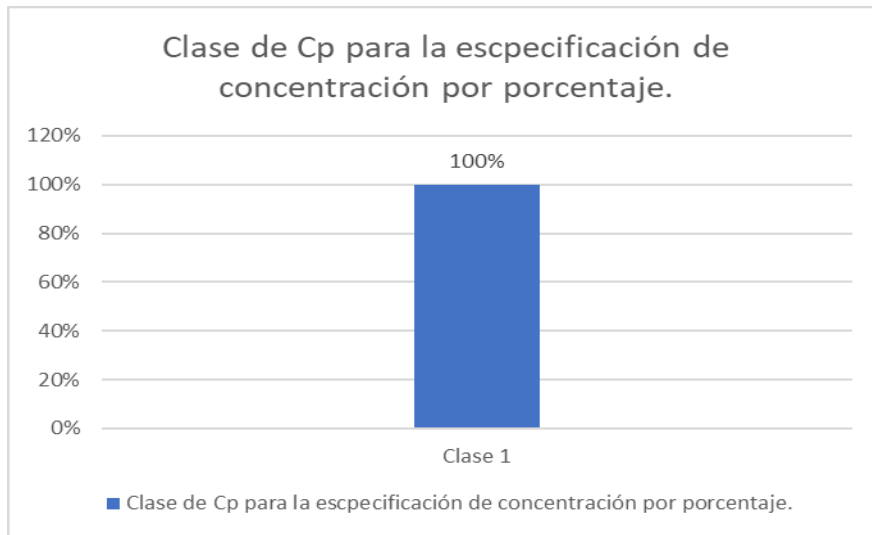


Figura 64. Clase de Cp para la especificación de concentración por porcentaje.
Fuente: elaboración propia

Para la especificación de concentración por porcentaje m/v, solo uno de los productos se analiza con este parámetro de concentración, y la clase en donde se clasifica es en la clase 1, lo que indica que es adecuado para el trabajo.

Se realizó también un análisis de los resultados del índice Cpk para las especificaciones de los productos analizados. Los resultados se muestran a continuación:

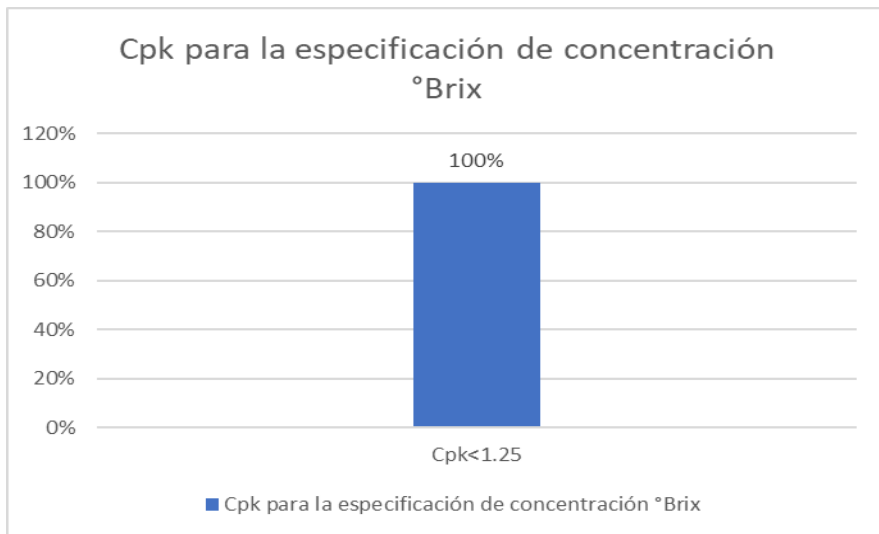


Figura 65. Cpk para la especificación de °Brix
Fuente: elaboración propia

Para la especificación de °Brix se observa que el 100% de los productos obtuvieron un $Cpk < 1.25$ por lo que se considera que el proceso no cumple con al menos una de las especificaciones.

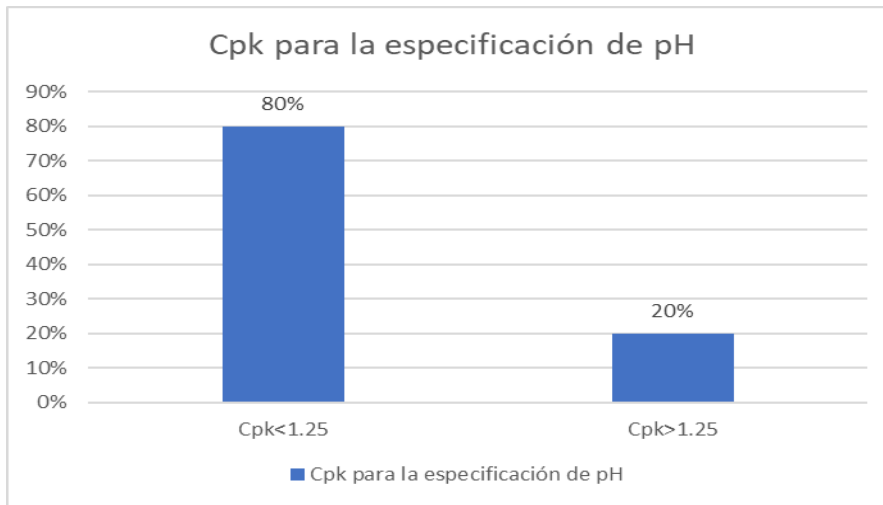


Figura 66. Cpk para la especificación de pH

Fuente: elaboración propia

Para la especificación de pH se observa que el 80% de los productos analizados obtuvieron un $Cpk < 1.25$ lo que indica que la mayor parte de los productos no cumplen con al menos una especificación, el 20% de los productos obtuvieron un $Cpk > 1.25$ por lo tanto solo este porcentaje de productos tienen un proceso capaz de cumplir con las especificaciones de pH.

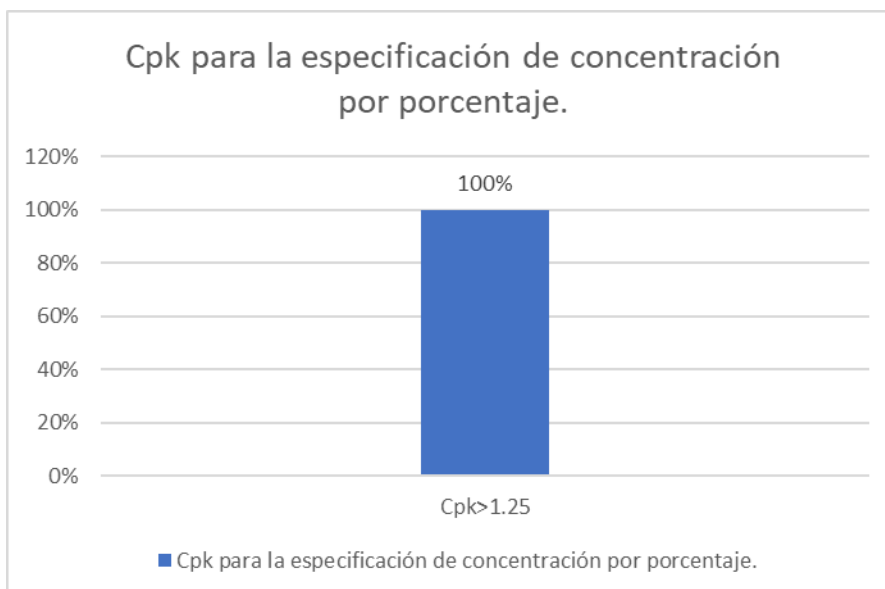


Figura 67. Cpk para la especificación de %m/v

Fuente: elaboración propia

Para la especificación de concentración por porcentaje m/v solo un producto se valida con este parámetro, el Cpk se encuentra en mayor que 1.25 lo que indica que el proceso es capaz de cumplir con la especificación.

Control de parámetros de aprobación de las materias primas.

En cuanto a las materias primas el departamento de laboratorio expuso el procedimiento de validación de las materias primas, el cual se ejecuta de la siguiente forma:

1. Al recibir las materias primas, el personal de laboratorio procede a tomar una muestra por cada lote recibido.
2. Este producto es ingresado al sistema SAP para su validación de calidad.
3. Laboratorio analiza los parámetros de pH y concentración por °Brix.
4. Los parámetros se comparan contra las especificaciones brindadas por el proveedor.
5. Una vez validados los parámetros, se procede a liberar o a rechazar el producto a nivel del sistema SAP para que este quede en libre utilización para la producción.

El departamento de laboratorio de control de calidad facilito los registros de los parámetros de las materias primas, del periodo de enero 2024 a enero 2025, de los cuales se encontró que solo el 1.78% de las materias primas han sido rechazadas. Dicho valor no se considera representativo comparando el porcentaje de productos no conformes y en comparación a las otras variables analizadas en este estudio como lo es el impacto de los procedimientos operativos estándar, la mano de obra y los procedimientos operativos estándar.

4.3.COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis planteada en el capítulo 3 se definió de la siguiente manera:

- Hipótesis de Investigación (Hi): La proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 no es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora.

- Hipótesis Nula (H₀): La proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora.

Para lograr comprobar la hipótesis de esta investigación, se realizaron dos métodos mostrados a continuación:

-Método 1: Prueba Piloto

Se procedió a realizar una prueba piloto donde se controlaron los requisitos mínimos para reducir el porcentaje de productos no conformes, estos requisitos se basaron en los hallazgos planteados en los resultados.

A continuación, se detallan las actividades que se realizaron para la prueba piloto:

1. Se automatizaron los parámetros de calidad de cada producto, es decir, a través del sistema SAP al generar una orden de producción se imprimen automáticamente los parámetros de calidad con sus límites especificados de acuerdo con el producto. Proceso que antes se realizaba de forma manual con tendencia a errores por parte del laboratorista al validar la calidad del producto.
2. Se capacitó al personal de producción en los siguientes temas:
 - a. Fundamentos de Materias primas.
 - b. Parámetros de control de calidad.
 - c. Procedimientos Operativos Estándar.
3. Se seleccionaron las semanas del 17 de febrero al 28 de febrero para realizar la prueba piloto.
4. Se solicitó al departamento de planeación, la planificación de producción estimada para el tiempo que se consideró realizar la prueba piloto.

- Conforme a la planificación se validó que los productos que se tenía planificado producir contaran con su POE actualizado y que estos estuvieran alineados con el orden de la receta.
- Se modelaron los datos de parámetros de calidad de los productos terminados y mediante el uso de cartas de control e histogramas se validó que las recetas se encontrarán centradas en la especificación requerida. Se muestra en la siguiente imagen un ejemplo de los indicadores de seguimiento de parámetros planteados para seguimiento interno de producción y laboratorio.

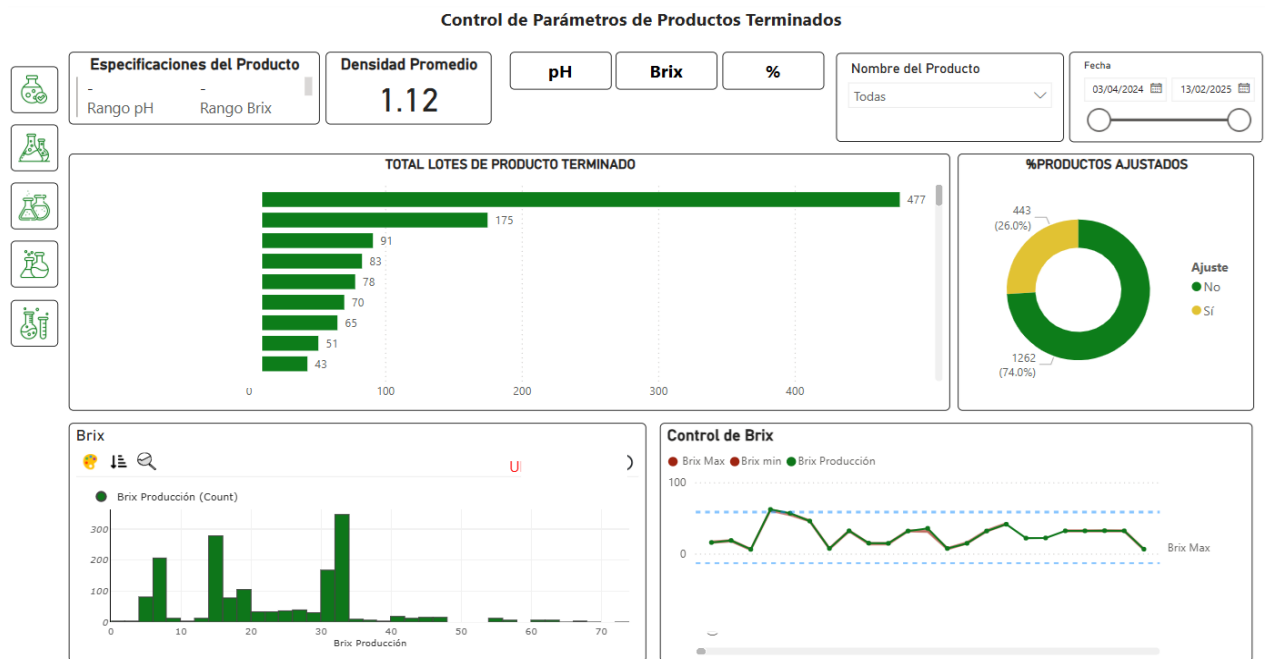


Figura 68. Indicadores Control de parámetros de Producto Terminado y Materia Prima
Fuente: elaboración propia

- Se tomaron como lotes de prueba aquellos que serían producidos en el mixer #3 ya que en este equipo se conocía el margen de error entre el agua programada y la dispensada. En cada lote hecho en este mixer se estimó el agua a programar conforme a los resultados de regresión lineal obtenidos de la ecuación de la recta con los resultados de la sección 4.2.2.1.
- Se cambió la báscula #3 por la báscula #7 ya que esta era de menor uso y se encontraba en mejores condiciones.
- Se socializó con el personal que se realizaría la prueba piloto en el período de tiempo especificado.

10. Durante la producción se supervisó que todos los controles existentes se cumplieran de acuerdo con los procedimientos.

En el transcurso de las dos semanas especificadas se lograron producir 13 lotes en el mixer#3 (Mixer de prueba), utilizando la báscula en condiciones ideales, de estos 13 lotes el 100% fueron aprobados sin requerir un ajuste.

Tabla 21. Resultados de prueba piloto

Producto	Lote	Especificación pH	Resultado pH	Cumple	Especificación Brix	Resultado Brix	Cumple
A	001	7.0 – 9.0	8.58	Si	6.0 – 8.0	6.75	Si
A	002	7.0 – 9.0	8.48	Si	6.0 – 8.0	6.75	Si
B	003	6.5 – 8.5	7.53	Si	13.0 - 15.0	14	Si
B	004	6.5 – 8.5	7.5	Si	13.0 – 15.0	14	Si
C	005	4.0 – 5.5	5.11	Si	5.5 – 7.5	7	Si
D	006	5.0 – 7.0	6.62	Si	-	-	Si
D	007	5.0 – 7.0	6.42	Si	-	-	Si
A	008	7.0 – 9.0	7.89	Si	6.0 – 8.0	6.75	Si
A	009	7.0 – 9.0	8.5	Si	6.0 – 8.0	7	Si
C	010	4.0 – 5.5	5.16	Si	5.5 – 7.5	7.5	Si
B	011	6.5 – 8.5	7.86	Si	13.0 - 15.0	14.25	Si
E	012	3.5 – 5.5	3.83	Si	24.0 - 26.0	24.5	Si
B	013	6.5 – 8.5	7.65	Si	13.0 - 15.0	14.5	Si

Fuente: elaboración propia

Con la prueba piloto se puede comprobar que, con los controles aplicados y la supervisión necesaria, es posible prevenir la no conformidad de un producto.

- **Método 2:** Comprobación de hipótesis mediante el análisis de 2 proporciones utilizando la base de datos de porcentaje de productos no conformes antes y después de las implementaciones.

Este trabajo de tesis se desarrolló en conjunto con la organización en estudio por lo que a lo largo del desarrollo de tesis se hicieron los cambios necesarios en el proceso para ir mejorando el indicador de productos no conformes. Por lo tanto, existe un historial que demuestra como el indicador se reduce conforme avanzan las implementaciones.

A continuación, se muestra la tendencia del indicador del porcentaje de productos no conformes de la empresa XYZ considerando el periodo de Julio a octubre antes de las implementaciones, y de noviembre a febrero que fueron los meses en donde se comenzó a implementar las mejoras:

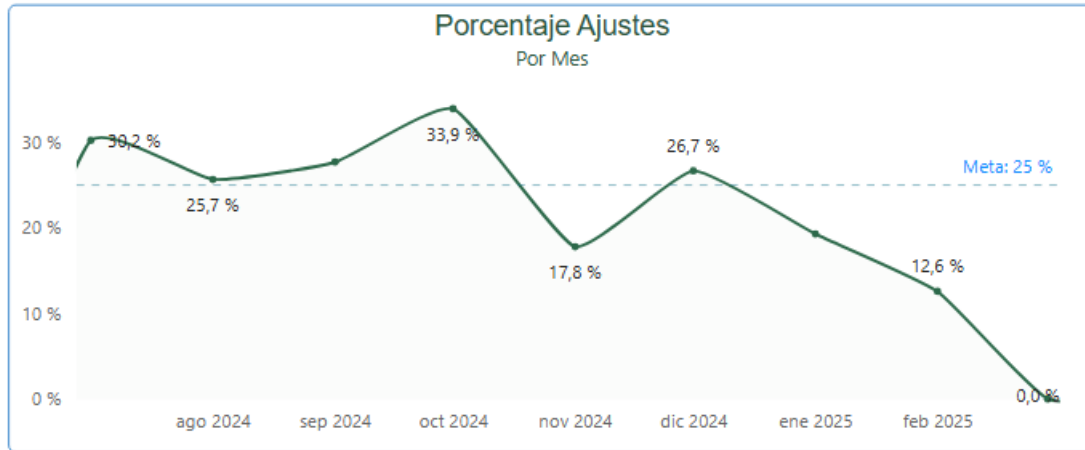


Figura 69. Indicador %Productos no conformes de la empresa XYZ

Fuente: elaboración propia

Se tomaron los datos recolectados del gráfico anterior y se aplicó la comprobación de hipótesis de 2 proporciones, los datos son los siguientes:

- **Método**

p_1 : proporción donde Muestra 1 = Evento
p_2 : proporción donde Muestra 2 = Evento
Diferencia: $p_1 - p_2$

- **Estadísticas descriptivas**

Muestra	N	Evento	Muestra p
Muestra 1	731	214	0.292750
Muestra 2	668	122	0.182635

- **Estimación de la diferencia**

Diferencia	Límite inferior de 95% para la diferencia
0.110115	0.073089

IC basado en la aproximación a la normal

- **Prueba**

Hipótesis nula	$H_0: p_1 - p_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: p_1 - p_2 > 0$	
Método	Valor Z	Valor p
Aproximación normal	4.89	0.000
Exacta de Fisher		0.000

Con los resultados obtenidos de minitab, se encuentra un valor de pValue < 0.05 . Dado que pValue es menor que 0.05 se rechaza H_0 , es decir que, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de julio a octubre del 2024 no es igual a la proporción poblacional de productos no conformes del periodo de noviembre 2024 a febrero 2025 en el cual se aplicaron propuestas de mejora, lo cual evidencia que la implementación de dichas mejoras hasta la fecha correspondiente han permitido la reducción de productos no conformes.

4.4.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se demostrará como los resultados obtenidos en la sección 4.2 aportan a cada uno de los objetivos propuestos, a continuación, se expone los aspectos más relevantes de los resultados que aportaran a las propuestas de mejora para reducir el porcentaje de productos no conformes.

Objetivo específico 1: Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.

Conforme a los resultados obtenidos se observa que las variables que afecta el proceso de formulación son las siguientes:

- a. Materias primas: de acuerdo con los resultados históricos de materias primas solo se rechaza el 1.78% indicando un alto nivel de conformidad con las especificaciones establecidas; y dentro de los registros de causas de productos no conformes las causas referentes a las materias primas tan solo representan el 1%, esto demuestra que las desviaciones de productos terminados no tienen una relación significativa con los lotes de materia prima.
- b. Mano de Obra: conforme a los resultados obtenidos en la evaluación de conocimientos técnicos y en la auditoria de campo, para esta variable se comprueba que es uno de los factores críticos que inciden en el porcentaje de productos no conformes. Entre los hallazgos encontrados se puede mencionar que se evidencio una brecha en el conocimiento técnico en el proceso productivo referentes al control de calidad del proceso y procedimientos operativos estándar.
- c. POE: de acuerdo con los resultados obtenidos en las auditorias se evidenció que no se han elaborado todos los procedimientos de las actividades que el personal ejecuta, además se evidencio que los procedimientos existentes no han sido socializados formalmente con el personal y como deben ser utilizados por el mismo. En el análisis causa raíz resalto como factor principal que las recetas de las formulaciones no se encuentran centradas a las especificaciones del cliente, lo que se evidencia en el análisis de capacidad del proceso.
- d. Equipos de medición: Se observó que los equipos de medición representan un factor considerable para la generación de productos no conformes ya que la báscula y el flujómetro de mayor uso tienen desviaciones considerables.

Objetivo específico 2: Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el porcentaje de productos no conformes.

Conforme a los resultados obtenidos se evidencia que las acciones que la empresa debe aplicar con prioridad son las siguientes:

- Capacitación y entrenamiento al personal conforme las necesidades identificadas en la evaluación y auditoría de campo realizada.
- Realizar un control estadístico de los productos terminados mediante los análisis de capacidad de procesos y cartas de control.
- Estandarizar y socializar todos los procedimientos pendientes de elaboración y actualización en las operaciones realizadas.
- Hacer un seguimiento más estricto sobre la calibración y verificación de los equipos de medición.

Objetivo específico 3: Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.

De acuerdo con la prueba piloto en donde se controlaron las variables mínimas para alcanzar un proceso estable, se logró observar que en los 13 lotes analizados ninguno fue objeto de corrección de parámetros, puesto que previamente conforme a la planificación de producción se validó que todas las condiciones de procedimientos, equipos y mano de obra estuvieran alineados para prevenir un producto no conforme.

Todas las oportunidades encontradas en este capítulo serán parte de la propuesta de mejora que se detallara en el capítulo VI en donde se mostrarán 3 propuestas de aplicabilidad para la reducción de productos no conformes.

Hipótesis: Conforme a los resultados obtenidos se ha demostrado que las herramientas propuestas de la metodología TQM que han sido implementadas hasta el mes de febrero del 2025 han generado un impacto significativo en la reducción de productos no conformes, esto se comprueba mediante la prueba piloto y mediante el comparativo en los periodos de ajuste de julio a octubre y de noviembre a febrero.

5.CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En esta sección se concluirán los resultados obtenidos a lo largo de la investigación y como estas responden a los objetivos de esta.

5.1.1. Se logró la identificación de los factores críticos (*figura 34*) que inciden en el porcentaje de productos no conforme, como ser: mano de obra, POE y equipos de medición. Conforme las herramientas aplicadas se concluyen que los aspectos de mejora identificados en cada variable son los siguientes:

- Mapeo de procesos: se identificaron procesos manuales susceptibles a errores humanos.
- Diagrama de Pareto e Ishikawa (*Véase figura 35 y figura 36*): al aplicar ambas herramientas, se identificaron factores que inciden en el porcentaje de productos no conformes relacionados a las variables: mano de obra, POE y equipos de medición.
- Evaluación del personal y auditoria de campo: con estas herramientas se identifica las necesidades de capacitación del personal, la deficiencia de conocimientos técnicos de las operaciones realizadas; en la auditoria de campo realizada obtiene un resultado del 75% en el aspecto: **manejo de materias primas**, en el cual se identifica que el operador no sigue un orden en el procedimiento de dispensación de materias primas; se obtuvo un 60% en el aspecto: **uso de equipos y herramientas**, en el cual se encontró variación en los valores reales y los valores estándar de medición de las básculas y flujómetro objeto de la presente investigación; los resultados en el aspecto: **procedimientos operativos** indican una evaluación del 53.33%, esto indica que los procedimientos no están actualizados y para varias operaciones no se ha elaborado un procedimiento correspondiente. El último aspecto evaluado: **control del proceso de producción** tiene un resultado de 13.33%, esto indica que los operadores no siguen los procedimientos existentes en las operaciones asignadas, estos realizan cambios a su criterio personal.
- Capacidades de proceso: en esta etapa se identifica que hay oportunidad de mejora en el centrado del proceso en los parámetros pH y concentración (°Brix y % m/v) (*véase figura 42 a 61*), en el parámetro pH se observa que en el Cpk el 80% de los

productos tienen un valor menor a 1.25 lo cual indica que el proceso no cumple con al menos una de las especificaciones, en el parámetro °Brix, el 100% de los productos tienen un Cpk menor a 1.25 lo cual indica que el proceso no cumple con al menos una de las especificaciones y en el parámetro % m/v.

Con el Cp obtenido, se puede concluir que en el parámetro °Brix presentó resultados críticos en el Cp, en el cual el 88.88% de los productos tienen una categoría mayor a clase 2, lo cual indica que requieren ajustes y controles estrictos.

- Equipos de medición: se obtuvieron los resultados de la prueba de excentricidad en la báscula 3, la cual se considera relevante ya que es la que se ha utilizado para pesar la mayor cantidad de productos formulados; se obtienen valores de hasta 7 kg de diferencia entre el valor real y el valor estándar en las mediciones realizadas; para los flujómetros se encontró un error promedio de 1.77%, siendo el rango de tolerancia de $\pm 0.2\%$ valor que influye en el proceso de formulación de los productos.

5.1.2. Entre las acciones de mejora identificadas para la reducción del porcentaje de productos no conformes se mencionan las siguientes: capacitación y entrenamientos, control estadístico de los procesos, estandarización de procedimientos, calibración y verificación de los equipos; estos son aspectos punto de partida de la aplicación de las metodologías propuestas inicialmente (PHVA y DMAIC).

5.1.3 Mediante la implementación de mejora de condiciones mínimas como establecer POE, capacitación del personal, control estadístico de los productos y seguimiento a los equipos se logra evidenciar que el porcentaje de productos no conformes cierra en el mes de febrero en 12.6%, esta reducción parte de un indicador inicial promedio de 26.32%, por lo tanto, se obtiene una reducción de 13.72% desde que se comenzó la implementación de las mejoras.

$$\% \text{Mejora obtenido} = ((26.32 - 12.6) / 26.32) * 100 = 52.12\%$$

5.2.4. Las propuestas de mejora de este trabajo de tesis se exponen con detalle en el capítulo VI. **Aplicabilidad**, dichas propuestas de mejora se plantean conforme a los resultados obtenidos en el capítulo IV.

5.2.RECOMENDACIONES

A continuación, se detalla las recomendaciones que son el resultado de cada una de las tareas desarrolladas, y que en el capítulo IV se muestran, estas recomendaciones pueden ser el punto de partida para el capítulo VI.

- 5.2.1. Conforme a las pruebas realizadas en los equipos de medición se recomienda lo siguiente:
 - 5.2.1.1 Ampliar las mediciones de cantidad de agua dispensada por los flujómetros en el resto de los mixeres ubicados en planta. Y corregir la programación del flujómetro de acuerdo con el error encontrado.
 - 5.2.1.2 Validar periódicamente la linealidad y excentricidad de las básculas para identificar cualquier anomalía que presente el equipo.
 - 5.2.1.3 Conforme a la información brindada, existe personal externo que calibra semanalmente las básculas, se recomienda solicitar el procedimiento que debe ejecutar este personal para validar que se cumpla con el servicio.
 - 5.2.1.4 Mejorar el proceso de verificación de básculas, ya que el procedimiento actual puede tener desviaciones debido a que se valida con un líquido que es menos estable, agregando un factor de variación al proceso.
- 5.2.2. De acuerdo con los resultados de la evaluación realizada al personal, se recomienda planificar un programa de capacitación en temas técnicos internos del área, que retroalimente al personal en las buenas prácticas operativas.
- 5.2.3. Conforme a las auditorias de campo se recomienda planificarlas de forma periódica para validar que el personal ha comprendido y ha sido capacitado para ejecutar sus tareas de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- 5.2.4. Para dar seguimiento a las recetas de los productos que presentan problemas de no conformidad, se recomienda hacer revisión periódica de los indicadores de capacidad del proceso y tomar decisiones basados en los datos obtenidos aplicando las oportunidades de mejora correspondientes.

Es importante mencionar que hay aspectos, objetivos y actividades propuestas que una vez completado el trabajo no fue posible desarrollar las actividades y alcanzar los objetivos, por ello se muestran punto de partida o el inicio de una futura investigación tales como:

5.2.5 Optimizar el proceso de desarrollo de formulación de productos, es decir proceso previo al lanzamiento del producto a la producción en masa. Validando las pruebas de calidad necesarias para garantizar que el producto será estable a lo largo de su vida útil.

5.2.6 Implementar técnicas de diseño de experimentos (DOE) para mejorar la predicción del comportamiento de los parámetros de un producto químico con el cambio de una materia prima o el aumento o reducción de esta.

6. CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

En este capítulo se exponen las propuestas para para mejorar y reducir el porcentaje de productos no conformes.

Las propuestas que se muestran a continuación siguen la metodología DMAIC donde la propuesta 1 responde a la etapa de medir, la propuesta 2 a la etapa de mejorar y analizar y la propuesta 3 responde a la etapa de controlar. Es necesario resaltar que todas las propuestas que se muestran a continuación formarán parte del sistema de gestión integrado de la organización con el fin de fortalecer la mejora continua de los procesos.

6.1.PROPUESTA 1

NOMBRE DE LA PROPUESTA: IMPLEMENTACION DE MÉTODOS DE METROLOGÍA Y CONTROL DE INSTRUMENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD EN LA FORMULACIÓN QUÍMICA

6.1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA:

Esta propuesta se basa en los resultados obtenido en la investigación en la sección 4.2.2.1, donde se identificaron variaciones en los resultados obtenidos de las mediciones en los equipos de medición, específicamente en las básculas y flujómetros. Con estos hallazgos se considera que los equipos de medición han sido uno de los elementos claves que influyen en el porcentaje de productos no conformes. Esta propuesta pretende incluir todos los equipos que se utilizan para la medición de procesos críticos que pueden influir en el porcentaje de productos no conformes.

6.1.2. ALCANCE DE LA PROPUESTA:

El alcance de esta propuesta aplicara a los equipos de medición del área de producción específicamente las basculas y flujómetros.

6.1.3. OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA:

Reducir la variabilidad en los parámetros críticos del proceso de producción de químicos de la empresa XYZ en un 50% en un plazo de 3 meses mediante la implementación de un método de metrología en las mediciones de peso y volumen, reduciendo la variabilidad en los parámetros críticos del proceso.

6.1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

1. Realizar un estudio repetibilidad y reproducibilidad (R&R), excentricidad, linealidad, para las básculas con la finalidad de determinar la confiabilidad en la medición de peso de materia prima, peso del producto final y volumen de agua dispensado.
2. Determinar los pasos a realizar para efectuar las pruebas de repetibilidad y reproducibilidad en las básculas.
3. Proponer las acciones a realizar para la revisión y ajustes correspondientes en los flujómetros.

6.1.5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

En este apartado, se describen aquellos términos y definiciones relevantes para la comprensión de la presente propuesta de implementación.

- ✚ Exactitud y precisión: la exactitud se refiere a aproximación de los resultados obtenidos al valor verdadero o conocido y la precisión se refiere a la aproximación de los resultados entre sí (Equipos y laboratorios de Colombia, s. f.)
- ✚ Metrología: La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas (Equipos y laboratorios de Colombia, s. f.)
- ✚ Linealidad: capacidad de un instrumento de producir mediciones precisas en todo su rango de trabajo (Flintec, 2024)
- ✚ Excentricidad: indica la precisión de una báscula cuando la carga se coloca en distintas posiciones sobre la plataforma de pesaje (Flintec, 2024)
- ✚ Repetibilidad: se refiere a la variación causada por el equipo de medición, observada cuando el mismo operador mide una parte varias veces, bajo las mismas condiciones y sistema de medición (Soporte Minitab, s. f.)
- ✚ Reproducibilidad: se refiere a la variación relacionada con el sistema de medición, dada cuando diferentes operadores miden la misma parte varias veces, bajo las mismas condiciones y sistemas de medición (Soporte Minitab, s. f.)
- ✚ Análisis ANOVA: también es conocido como análisis de varianza y se considera el método más exacto para calcular la variabilidad de un sistema de medición

dado que permite cuantificar la variación debida a la interacción que existe entre los operadores y las partes ((Botero, Arbelaez y Mendoza, 2017).

6.1.6. CONSIDERACIONES PREVIAS

Para desarrollar las actividades indicadas en la propuesta de implementación mostrada, se deben tener las siguientes consideraciones en cuanto a las personas responsables de dichas actividades:

1. Perfil del jefe de laboratorio

a. Personal formado profesionalmente como Lic. en química industrial o Ingeniero en química, por lo que comprenden y saben profundizar términos técnicos.

b. Conocedor de las actividades realizadas en el proceso de producción y calidad en todas sus etapas, garantizando implementar los controles de calidad necesarios en cada uno de los procesos

2. Personal de Apoyo:

Al ser un proceso de formación se debe tomar en cuenta que, al tener un sistema de gestión de integrado y dado que este un proyecto que aporta al proceso de mejora del sistema se debe contar con el apoyo y aprobación del proceso de capacitación de los siguientes líderes:

- a. Director de Tecnología
- b. Coordinador del Sistema de Gestión Integrado
- c. Coordinador de Mejora Continua
- d. Jefe de Producción
- e. Supervisor de Producción
- f. Operario de producción.

6.1.7. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

6.1.7.1.DESCRIPCIÓN

Esta propuesta consiste en la aplicación de análisis de excentricidad, linealidad y un estudio de repetibilidad y reproducibilidad en las básculas, donde se pretende definir el factor común de la variabilidad en el proceso de formulación de químicos, donde se analizarán las variables clave: operador y equipos de medición. Dichos resultados

permitirán a la empresa XYZ identificar oportunidades de mejora y genera planes de acción.

6.1.8. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO

6.1.8.1. PRUEBAS DE LINEALIDAD Y EXCENRICIDAD

✚ Basculas:

La empresa XYZ ya cuenta con un proveedor externo que se encarga de la calibración de las basculas, misma que facilita las pruebas de linealidad y excentricidad de este equipo, estas mediciones son realizadas semanalmente por lo cual la empresa ya cuenta con dicha implementación, sin embargo, no se ha llevado una revisión ni un indicador de cumplimiento de dichos factores, para ello la empresa debe implementar un sistema de monitoreo e indicador de cumplimiento en donde debe implementar lo siguiente:

Tabla 22. Listado de actividades y responsables

Actividades	Responsable	Periodicidad
Revisar mensualmente los informes de calibración entregados por el proveedor externo que brinda dicho servicio.	Jefe de laboratorio	Semanalmente
<p>Establecer indicadores de seguimiento para la linealidad y excentricidad.</p> <p>% de cumplimiento de Linealidad</p> $\frac{\text{Número de mediciones dentro del rango aceptable}}{\text{Número total de mediciones}} \times 100$ <p>% de cumplimiento de Excentricidad</p> $\frac{\text{Número de mediciones dentro del rango aceptable}}{\text{Número total de mediciones}} \times 100$ <p>Rango aceptable: $\pm 0.1\%$ (conforme lo determinado por el proveedor externo a cargo de realizar dicha actividad).</p>	Jefe de laboratorio	Semanalmente
Realizar inspección interna para verificar la correcta realización de la actividad	Jefe de laboratorio	Mensualmente.

Fuente: elaboración propia

6.1.8.2. ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD R&R.

Para realizar el estudio un estudio de repetibilidad y reproducibilidad se debe tomar en cuenta las siguientes etapas:

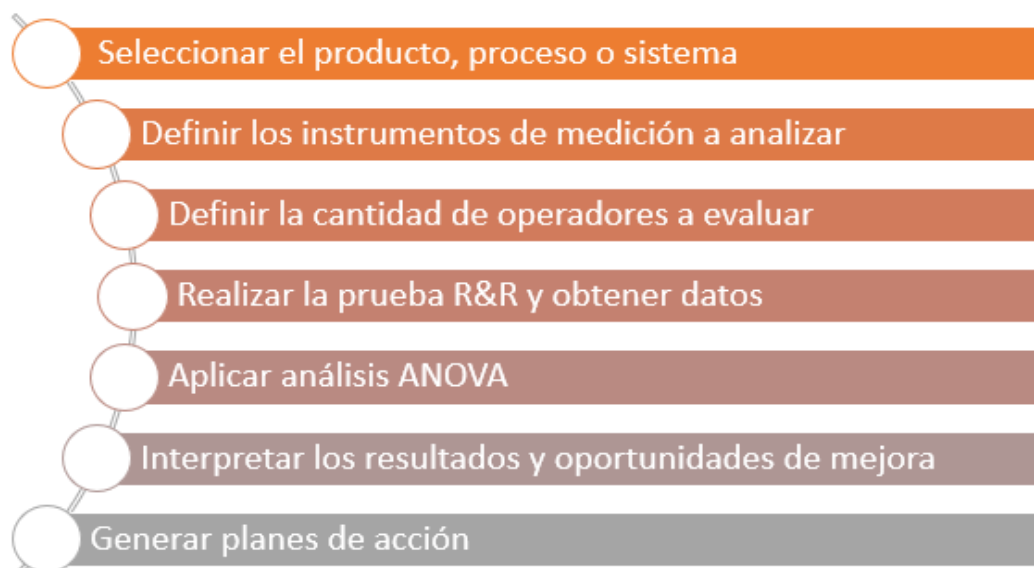


Figura 70. Etapas para el estudio R&R

Fuente: elaboración propia

- **PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ESTUDIO R&R EN BASCULAS.**

Tal como se mencionó en el apartado 2.3.1.2, la repetibilidad hace referencia a la concordancia entre los resultados de las mediciones sucesivas de un mismo mensurando bajo las mismas condiciones de medición y la reproducibilidad hace referencia a la precisión de las mediciones de un mensurando cuando se mide varias veces en condiciones distintas.

Para realizar el estudio R&R se debe realizar lo siguiente, cabe mencionar que el procedimiento mostrado a continuación es replicable para cualquier otro equipo de medición de la organización.

Tabla 23. Pasos para estudio R&R

Pasos	Responsables	Observaciones
1. Seleccionar 3 operadores para realizar el estudio R&R y seleccionar la báscula en la cual se realizarán las mediciones.	Jefe de laboratorio	Se debe seleccionar <ul style="list-style-type: none"> - Un operador que tenga una antigüedad laboral mayor a 3 años. - Un operador que tenga una antigüedad laboral entre 1 a 3 años. - Un operador que tenga una antigüedad laboral menor a 1 año.
2. Seleccionar 10 maxicubos que contengan un mismo producto químico con un peso conocido	Jefe de laboratorio	Estos deben ser seleccionados aleatoriamente.
3. Enumerar los maxicubos del 1 al 10	Jefe de laboratorio	N.A.
4. Realizar las mediciones en el equipo correspondiente y anotar dichas mediciones en el FORMATO 1. RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ESTUDIO R&R	Operador de producción	El supervisor facilitará los maxicubos con los que se realizarán las mediciones de forma aleatoria al operador, las mediciones se harán por duplicado.
5. Realizar el estudio R&R en el software minitab versión 19.1.1.0	Jefe de laboratorio	La versión indicada es la utilizada por la empresa XYZ.
6. Analizar y presentar los datos obtenidos	Jefe de laboratorio	Esto se socializará con la alta dirección de la organización.

CONTINÚA

Continuación de Tabla 22. Pasos para estudio R&R

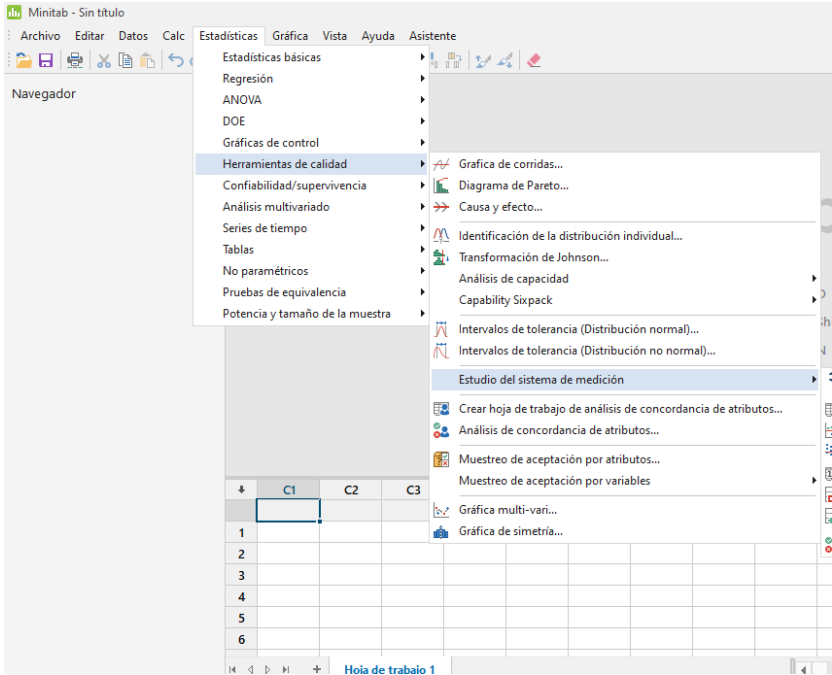
<p>7. Generar planes de acción de las oportunidades de mejora identificadas</p>	<p>Jefe de laboratorio</p>	<p>Se trabajará en conjunto con las partes involucradas</p>
<p>8. Verificar la efectividad de las mejoras aplicadas y volver a realizar la prueba desde el paso 1</p>	<p>Jefe de laboratorio</p>	<p>Si las pruebas dar resultados aceptables, se debe realizar nuevamente el análisis a los 6 meses, caso contrario se debe volver a revisar los planes de acciones e identificar que nuevas oportunidades de mejora deben aplicarse.</p>

EMPRESA XYZ		FORMATO 1. RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ESTUDIO R&R							Fecha de aprobación:		
No. Corrida	No. Parte	Operador	Peso (Kg)	No. Corrida	No. Parte	Operador	Peso (Kg)	No. Corrida	No. Parte	Operador	Peso (Kg)
1		1		21		2		41		3	
2		1		22		2		42		3	
3		1		23		2		43		3	
4		1		24		2		44		3	
5		1		25		2		45		3	
6		1		26		2		46		3	
7		1		27		2		47		3	
8		1		28		2		48		3	
9		1		29		2		49		3	
10		1		30		2		50		3	
11		1		31		2		51		3	
12		1		32		2		52		3	
13		1		33		2		53		3	
14		1		34		2		54		3	
15		1		35		2		55		3	
16		1		36		2		56		3	
17		1		37		2		57		3	
18		1		38		2		58		3	
19		1		39		2		59		3	
20		1		40		2		60		3	

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos, se analizarán en Minitab versión 19.1.1.0 tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

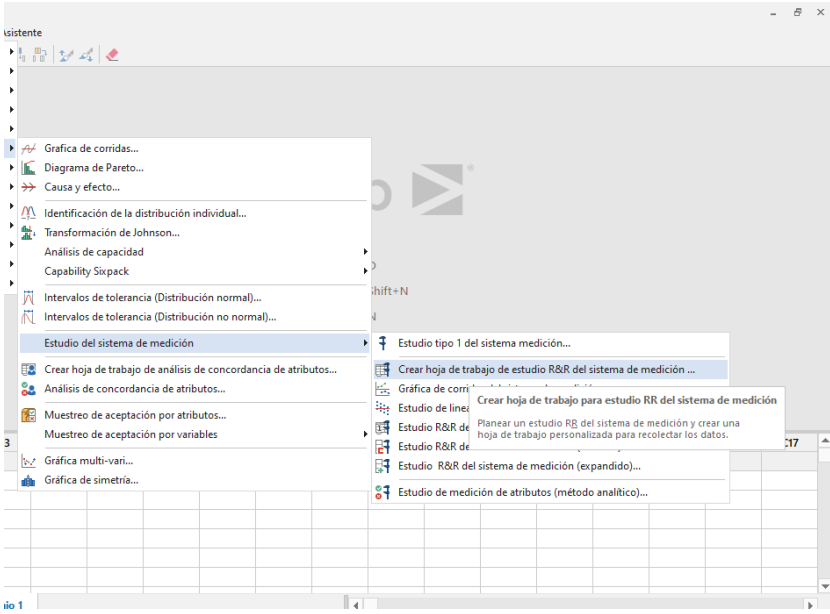
Tabla 24. Pasos para realizar estudio R&R en Minitab

N.	Imagen	Descripción de pasos
1		<p>Paso 1. Ingresar a Minitab versión 19.1.1.0</p> <p>Paso 2. Dar click en opción “Estadísticas”.</p> <p>Paso 3. Dar click en opción “Herramientas de calidad”.</p> <p>Paso 4. Dar click en opción “Estudio del sistema de medición”.</p>

CONTINÚA

Continuación de Tabla 23. Pasos para realizar estudio R&R en Minitab

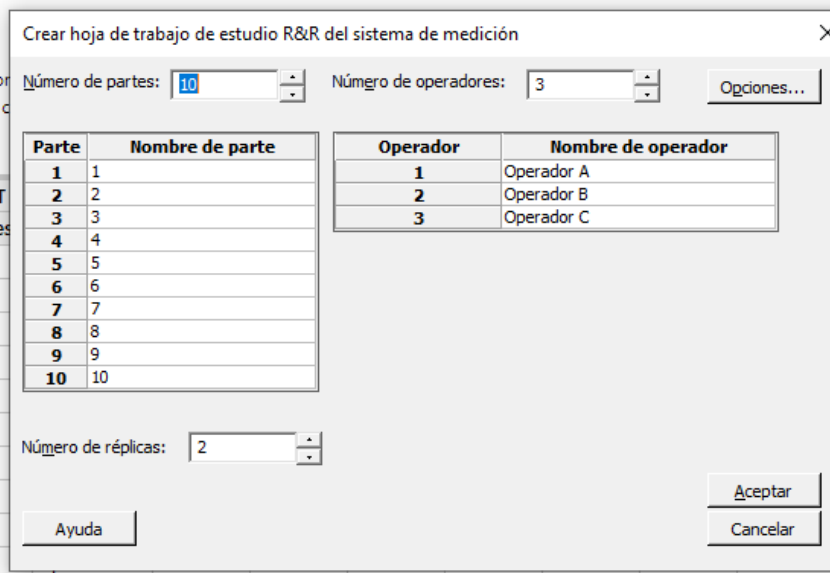
2



The screenshot shows the 'Asistente' (Wizard) window in Minitab. The 'Estudio del sistema de medición' (Measurement System Study) option is selected in the left-hand menu. A sub-menu is open, showing several options, with 'Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición ...' (Create R&R study worksheet for the measurement system) highlighted. Other options include 'Estudio tipo 1 del sistema medición...', 'Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición ...', 'Gráfica de corri...', 'Crear hoja de trabajo para estudio RR del sistema de medición', 'Estudio de líneas', 'Estudio R&R de...', 'Estudio R&R de...', 'Estudio R&R del sistema de medición (expandido)...', and 'Estudio de medición de atributos (método analítico)...'.

Paso 5. Dar click en opción “Crear hoja de cálculo de estudio R&R de sistema de medición”.

3



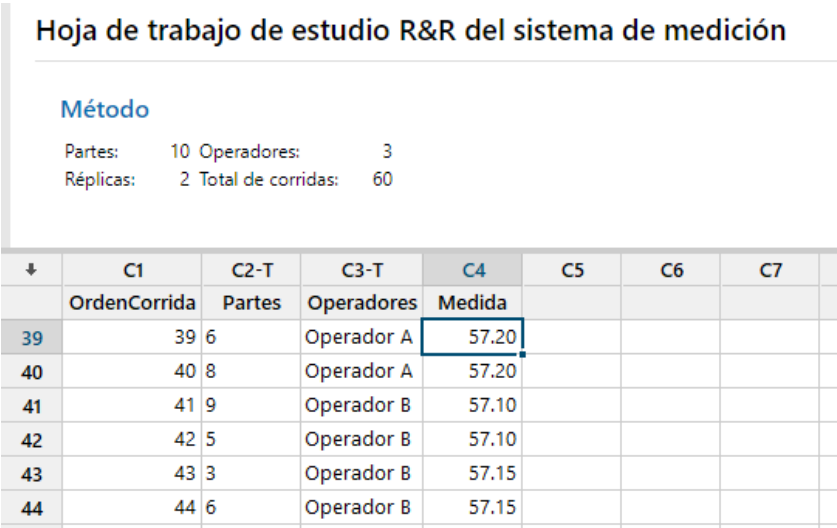
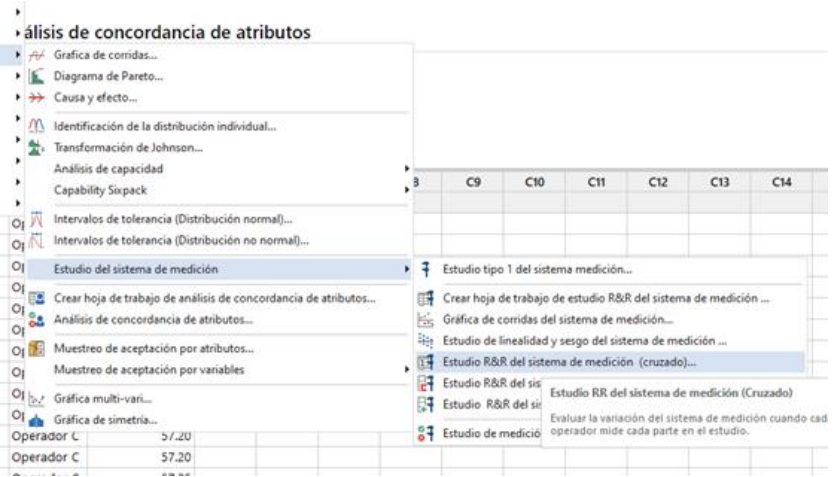
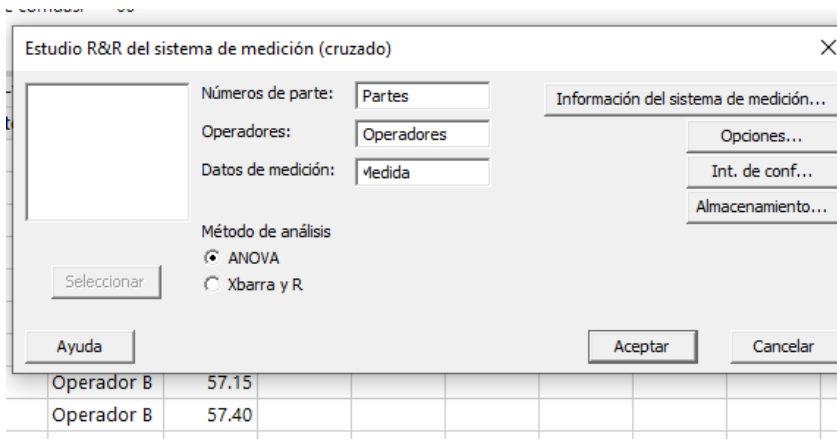
The screenshot shows the 'Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición' (Create R&R study worksheet for the measurement system) dialog box. The 'Número de partes' (Number of parts) is set to 10 and 'Número de operadores' (Number of operators) is set to 3. Below these are two tables for defining parts and operators.

Parte	Nombre de parte
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Operador	Nombre de operador
1	Operador A
2	Operador B
3	Operador C

The 'Número de réplicas' (Number of replicates) is set to 2. At the bottom, there are buttons for 'Ayuda' (Help), 'Aceptar' (Accept), and 'Cancelar' (Cancel).

Paso 6. Ingresar la información de número de partes y número de operadores con los que se trabajará y dar click en “aceptar”

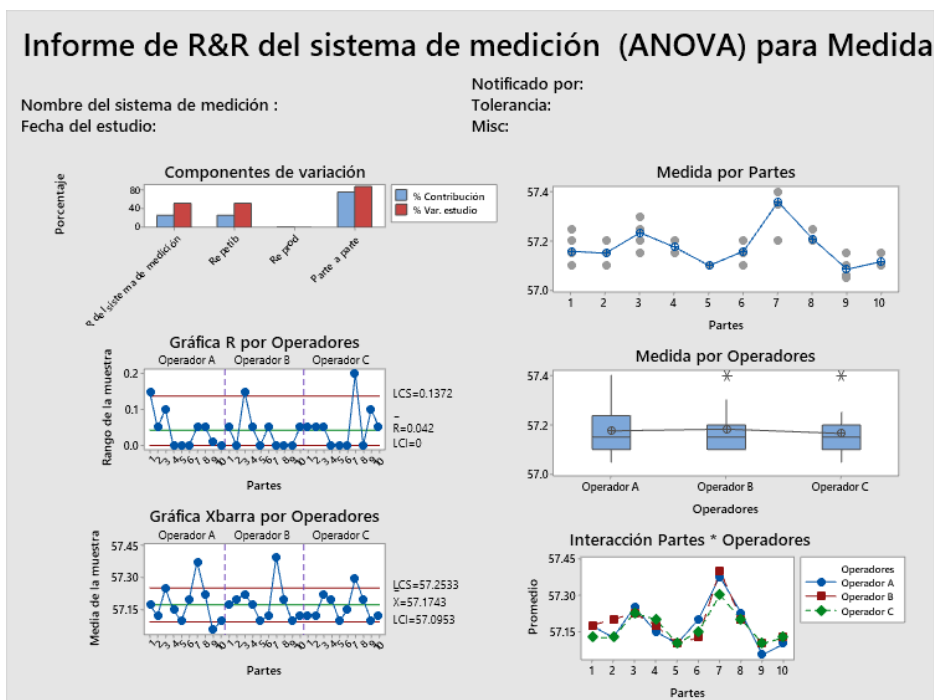
<p>4.</p>	 <p>Hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición</p> <p>Método</p> <p>Partes: 10 Operadores: 3 Réplicas: 2 Total de corridas: 60</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>C1</th> <th>C2-T</th> <th>C3-T</th> <th>C4</th> <th>C5</th> <th>C6</th> <th>C7</th> </tr> <tr> <th></th> <th>OrdenCorrida</th> <th>Partes</th> <th>Operadores</th> <th>Medida</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>39</td> <td>39</td> <td>6</td> <td>Operador A</td> <td>57.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>40</td> <td>8</td> <td>Operador A</td> <td>57.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>41</td> <td>9</td> <td>Operador B</td> <td>57.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>42</td> <td>5</td> <td>Operador B</td> <td>57.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>43</td> <td>3</td> <td>Operador B</td> <td>57.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>44</td> <td>6</td> <td>Operador B</td> <td>57.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		C1	C2-T	C3-T	C4	C5	C6	C7		OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medida				39	39	6	Operador A	57.20				40	40	8	Operador A	57.20				41	41	9	Operador B	57.10				42	42	5	Operador B	57.10				43	43	3	Operador B	57.15				44	44	6	Operador B	57.15				<p>Paso 7. Ingresar los datos obtenidos en las mediciones realizadas por los operarios.</p>
	C1	C2-T	C3-T	C4	C5	C6	C7																																																											
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medida																																																														
39	39	6	Operador A	57.20																																																														
40	40	8	Operador A	57.20																																																														
41	41	9	Operador B	57.10																																																														
42	42	5	Operador B	57.10																																																														
43	43	3	Operador B	57.15																																																														
44	44	6	Operador B	57.15																																																														
<p>5</p>	 <p>Análisis de concordancia de atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> Gráfica de corridas... Diagrama de Pareto... Causa y efecto... Identificación de la distribución individual... Transformación de Johnson... Análisis de capacidad Capability Sixpack Intervalos de tolerancia (Distribución normal)... Intervalos de tolerancia (Distribución no normal)... Estudio del sistema de medición <ul style="list-style-type: none"> Estudio tipo 1 del sistema medición... Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición ... Gráfica de corridas del sistema de medición... Estudio de linealidad y sesgo del sistema de medición ... Estudio R&R del sistema de medición (cruzado)... Estudio R&R del sis... Estudio RR del sistema de medición (Cruzado) Estudio de medición Crear hoja de trabajo de análisis de concordancia de atributos... Análisis de concordancia de atributos... Muestreo de aceptación por atributos... Muestreo de aceptación por variables Gráfica multi-vari... Gráfica de simetría... 	<p>Paso 8. Repetir paso 1 y luego dar click en opción “Estudio R&R del sistema de medición (cruzado).”</p>																																																																
<p>6</p>	 <p>Estudio R&R del sistema de medición (cruzado)</p> <p>Números de parte: Partes</p> <p>Operadores: Operadores</p> <p>Datos de medición: Medida</p> <p>Método de análisis</p> <p><input checked="" type="radio"/> ANOVA</p> <p><input type="radio"/> Xbarra y R</p> <p>Ayuda</p> <p>Aceptar</p> <p>Cancelar</p> <p>Operador B 57.15</p> <p>Operador B 57.40</p>	<p>Paso 9. Completar la información conforme se muestra en la imagen de la izquierda, utilizar el método de análisis ANOVA, dar click en “aceptar”.</p>																																																																

Posteriormente, se obtendrán los datos y gráficas sobre los cuales se debe realizar el análisis pertinente. Entre dicha información se debe analizar los siguientes aspectos:

Tabla 25. Análisis de resultados en Minitab

Resultado obtenido	Análisis a realizar																																																	
<p>R&R del sistema de medición</p> <p>Componentes de la varianza</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Fuente</th> <th style="text-align: right;">CompVar</th> <th style="text-align: right;">%Contribución (de CompVar)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gage R&R total</td> <td style="text-align: right;">0.0020499</td> <td style="text-align: right;">25.69</td> </tr> <tr> <td>Repetibilidad</td> <td style="text-align: right;">0.0020499</td> <td style="text-align: right;">25.69</td> </tr> <tr> <td>Reproducibilidad</td> <td style="text-align: right;">0.0000000</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Operadores</td> <td style="text-align: right;">0.0000000</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Parte a parte</td> <td style="text-align: right;">0.0059282</td> <td style="text-align: right;">74.31</td> </tr> <tr> <td>Variación total</td> <td style="text-align: right;">0.0079782</td> <td style="text-align: right;">100.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Evaluación del sistema de medición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Fuente</th> <th style="text-align: right;">Desv.Est. (DE)</th> <th style="text-align: right;">Var. estudio (6 × DE)</th> <th style="text-align: right;">%Var. (%VE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gage R&R total</td> <td style="text-align: right;">0.0452762</td> <td style="text-align: right;">0.271657</td> <td style="text-align: right;">50.69</td> </tr> <tr> <td>Repetibilidad</td> <td style="text-align: right;">0.0452762</td> <td style="text-align: right;">0.271657</td> <td style="text-align: right;">50.69</td> </tr> <tr> <td>Reproducibilidad</td> <td style="text-align: right;">0.0000000</td> <td style="text-align: right;">0.000000</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Operadores</td> <td style="text-align: right;">0.0000000</td> <td style="text-align: right;">0.000000</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Parte a parte</td> <td style="text-align: right;">0.0769949</td> <td style="text-align: right;">0.461970</td> <td style="text-align: right;">86.20</td> </tr> <tr> <td>Variación total</td> <td style="text-align: right;">0.0893205</td> <td style="text-align: right;">0.535923</td> <td style="text-align: right;">100.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Número de categorías distintas = 2</p>	Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)	Gage R&R total	0.0020499	25.69	Repetibilidad	0.0020499	25.69	Reproducibilidad	0.0000000	0.00	Operadores	0.0000000	0.00	Parte a parte	0.0059282	74.31	Variación total	0.0079782	100.00	Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. (%VE)	Gage R&R total	0.0452762	0.271657	50.69	Repetibilidad	0.0452762	0.271657	50.69	Reproducibilidad	0.0000000	0.000000	0.00	Operadores	0.0000000	0.000000	0.00	Parte a parte	0.0769949	0.461970	86.20	Variación total	0.0893205	0.535923	100.00	<p>Conforme la información brindada por Soporte Minitab, (s. f.), se deben realizar los siguiente análisis:</p> <p>1. Componentes de la varianza: Cuando el % de Contribución de la variación del R&R total del sistema de medición es mucho menor que la variación entre las partes, el sistema de medición puede distinguir entre las partes de manera fiable.</p> <p>2. Evaluación del sistema de medición: Si la variación del sistema de medición es inferior al 10% se considera el sistema de medición como aceptable.</p>
Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)																																																
Gage R&R total	0.0020499	25.69																																																
Repetibilidad	0.0020499	25.69																																																
Reproducibilidad	0.0000000	0.00																																																
Operadores	0.0000000	0.00																																																
Parte a parte	0.0059282	74.31																																																
Variación total	0.0079782	100.00																																																
Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. (%VE)																																															
Gage R&R total	0.0452762	0.271657	50.69																																															
Repetibilidad	0.0452762	0.271657	50.69																																															
Reproducibilidad	0.0000000	0.000000	0.00																																															
Operadores	0.0000000	0.000000	0.00																																															
Parte a parte	0.0769949	0.461970	86.20																																															
Variación total	0.0893205	0.535923	100.00																																															

CONTINÚA



Gráficas del estudio R&R:

Soporte Minitab, (s. f.) indica la interpretación de las gráficas mostradas en el estudio R&R de la siguiente forma:

1. Componentes de variación: indica si la variación más grande se refiere a la variación entre las partes, buscando que, en un sistema de medición aceptable, este componente sea el más grande en las variaciones dadas.
2. Gráfica R por operadores: indica si hay puntos por sobre el límite de control superior (LCS).
3. Gráfica Xbarra por operadores: indica si la mayoría de los puntos se encuentran fuera de los límites de control, las partes elegidas para el estudio R&R deberían representar la variabilidad típica entre las partes, por ende, es de esperar más variación entre los promedios de las partes, mostrando la gráfica la mayoría de puntos fuera de los límites de control.
4. Medidas por partes: indica si las mediciones de cada parte son valores cercanos entre sí; en caso que exista poca variación se reflejará en la cercanía entre mediciones.
5. Medida por operadores: indica si las diferencias entre los operadores son pequeñas, si la línea horizontal trazada entre los operadores es recta esto indica que las mediciones entre los operadores son similares.
6. Interacción partes*operadores: esta gráfica demuestra una interacción dada cuando el efecto de un factor depende de un segundo factor, también se muestran las interacciones entre operadores.

Fuente: soporte Minitab (s.f.)

6.1.8.3.AJUSTE, CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE FLUJÓMETROS.

Actualmente, conforme los resultados obtenidos, se evidenció que el flujómetro del mixer 3 tiene un margen de error de hasta $\pm 0.2\%$, para realizar la verificación de flujómetros se propone lo siguiente:

Tabla 26. Actividades y responsables para la verificación de flujómetros

Actividad	Responsable
Contratar una empresa externa certificada en la revisión y calibración de flujómetros	Director de tecnología
Realizar los ajustes necesarios para garantizar el correcto funcionamiento y medición de los flujómetros.	Empresa certificada bajo la supervisión del supervisor de producción y jefe de calidad.

Posteriormente, la empresa XYZ debe realizar sus propias verificaciones para garantizar el correcto funcionamiento de los flujómetros, para ello se deben programar diferentes volúmenes a dispensar y comparar con los resultados obtenidos.

Tabla 27. Mediciones de prueba en flujómetros

N. Flujómetro	Cantidad programada (L)	Cantidad dispensada (L)	Diferencia de medición (Cantidad programada – cantidad dispensada)
#1	100		
	200		
	300		
	500		
	700		
	1000		

Fuente: elaboración propia

Si se observa una diferencia de volumen mayor al rango de tolerancia permitido, se debe revisar y realizar los ajustes correspondientes.

6.1.8.5.PRESUPUESTO

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
1. Excentricidad y Linealidad de basculas.	1 por mes x 8 basculas	150.00	1200
2. Reemplazo de equipos de medición por incumplimiento de los test de calibración.	1	1100	1100
3. Pesas estándar para verificación de calibraciones.	1 (50 Kg)	30	30
4. Linealidad en flujómetros			
Horas de paro del mixer (7 Mixer).	1 hora x 3 operadores x 7 mixer	1.8	38
Horas del Supervisor de producción (7 Mixer).	1 hora x 7 mixer	3.24	22.68
Horas del auditor de proceso (7 Mixer).	1 hora x 7 mixer	1.94	13.62
Horas del jefe de laboratorio (7 Mixer)	1 hora X 7 mixer	4.86	34.02
5. Estudio R&R			
Software estadístico Minitab	1	1800	1800
Horas Supervisor de producción	2 horas x 3 días x 8 basculas	1.8	86.4
Horas del operador	2 horas x 3 días x 8 basculas	3.24	155.52
Total			4480.24

Fuente: elaboración propia

6.1.9. CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 28. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 1

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI	
Título de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías/ Metodologías de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos Propuesta
Propuesta de mejora en los procesos de formulación de químicos de la empresa XYZ	Elaborar una propuesta de mejora para poder reducir el porcentaje de productos no conformes en el proceso de formulación de químicos de la empresa XYZ mediante la aplicación de la metodología de mejora denominada TQM.	1. Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.	Norma ISO 9001:2015 Metodología TQM	Materia prima	Población 1: cantidad de lotes producidos en el período de julio a octubre de 2024.	Historial de análisis de materias primas.	El análisis causa raíz indico que esta variable es muy poco representativa en los motivos que generan productos no conformes siendo tan solo de 1%.	Implementación de métodos de metrología y control de instrumentos para la optimización de la precisión y exactitud en la formulación química	Reducir la variabilidad en los parámetros críticos del proceso de producción de químicos de la empresa XYZ mediante la implementación de un método de metrología en las mediciones de peso y volumen, reduciendo la variabilidad en los parámetros críticos del proceso.
		2. Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el		Mano de Obra	Población 2: cantidad de lotes producidos en el período de noviembre 2024 a febrero 2025.	Formulario de conocimiento técnico.	Se identificó desconocimiento en conceptos clave de la operación actual, específicamente en parámetros de control y POE.		

CONTINÚA

Continuación de Tabla 27. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 1

		porcentaje de productos no conformes.							
		3.Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.		POE		Check list de verificar el cumplimiento del POE.	Se evidenció que el personal no ha sido capacitado en los POE existentes, además de no tener completo todos los POE para las actividades de la producción.		
				Equipos de Medición		Registro de validaciones diarias. Historial de registró de calibración y verificación	Se identificó deficiencia en la metodología para verificar la calibración diaria, además de identificar que equipos como los flujómetros presentan errores de hasta 1.77% lo que es representativo para formular un producto químico con calidad.		

Fuente: elaboración propia

6.1.10. VIABILIDAD

Esta propuesta consiste en la implementación de métodos de metrología y control de los equipos de medición, por lo que se enfoca primero en corregir todos los errores asociados a los equipos de medición, los factores por los que se considera que esta propuesta es viable son:

- A. Existe un inventario claro de instrumentos de medición.
- B. Se cuenta con un proveedor externo que se encarga de dar servicio de calibración misma que cuenta con el equipo, conocimiento y experiencia necesaria para poder implementar las técnicas de metrología necesarias.
- C. Actualmente ya se cuenta con una revisión diaria de los equipos por lo que esta propuesta vendría a fortalecer y mejorar el proceso de verificación de dichos equipos.
- D. La implementación de esta propuesta aportaría beneficios al proceso reduciendo los reprocesos debido a fallas por los equipos.

Sin embargo, también es necesario enfatizar las condiciones que deben cumplirse para que esta propuesta cumpla con sus objetivos, estas son:

- A. Compromiso de los líderes de las áreas de producción, calidad y mantenimiento.
- B. Fomentar una cultura donde la precisión y exactitud sean parte del estándar de trabajo.

Al tomar en cuenta estas consideraciones la presente propuesta es viable y recomendable para la reducción de productos no conformes reduciendo el error por parte de los equipos de medición.

6.2. PROPUESTA 2

NOMBRE DE LA PROPUESTA: ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR.

La propuesta número uno tiene como objetivo la idoneidad de los equipos de medición. En la presente propuesta el enfoque es la estandarización de los procedimientos operativas en las unidades productivas donde previamente se hayan validado los sistemas de medición. A continuación, se expone el enfoque de esta propuesta.

6.2.1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA:

Conforme a los resultados cualitativos observados específicamente en la aplicación de la evaluación de conocimientos técnicos (4.1.3) y en la auditoria de procesos (4.1.4), se evidenció la necesidad de definir procedimientos y estandarizarlos, con el objetivo prevenir un reproceso de una formula química debido a un mal procedimiento.

6.2.2. ALCANCE DE LA PROPUESTA:

El alcance de esta propuesta son los procedimientos para ejecutar las recetas es decir para la respectiva formulación de cada uno de los productos y aquellos procedimientos relacionados a todas las operaciones unitarias que deben ser ejecutadas para ejecutar la receta de dichos productos.

6.2.3. OBJETIVO GENERAL:

Definir y estandarizar el 100% de los procedimientos necesarios que son pertinentes al proceso de formulación de químicos antes del cierre segundo trimestre del año 2025, mediante la documentación y validación de métodos con el equipo de calidad y producción.

6.2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar los procesos dentro del proceso de producción de químicos que requieren mediciones críticas.
2. Definir la mejor manera de ejecutar las mediciones críticas y documentarlo en un procedimiento que se integre al sistema de gestión de la organización.

3. Comunicar los procedimientos y definir auditorias de procesos para validar el cumplimiento de estos.
4. Estructurar indicadores que evidencien el desempeño de los procedimientos estandarizados.

6.2.5. CONSIDERACIONES PREVIAS:

1. Perfil del capacitador:

Se definirá la persona apta para la capacitación al personal que tenga el conocimiento y experiencia necesaria en los productos químicos fabricados por la empresa. Basados en los perfiles profesionales de los diferentes cargos de la empresa se considera que las personas aptas para facilitar esta capacitación son el personal de laboratorio de desarrollo de químicos, por los siguientes motivos:

- a. Personal formado profesionalmente como Lic. En química industrial, por lo que comprenden y saben profundizar en términos técnicos.
- b. Son los responsables de la formulación de los productos químicos por lo tanto conocen el comportamiento de las materias primas al ser mezcladas.
- c. Al ser el personal clave para formular el producto químico son responsables del procedimiento que debe llevarse a cabo para ejecutar una receta en planta.

2. Personal de Apoyo:

Al ser un proceso de formación se debe tomar en cuenta que, al tener un sistema de gestión de integrado, y este un proyecto que aporta al proceso de mejora del sistema se debe contar con el apoyo y aprobación del proceso de capacitación de los siguientes lideres:

- a. Director de Tecnología
- b. Coordinador del Sistema de Gestión Integrado
- c. Coordinador de Mejora Continua
- d. Jefe de Producción
- e. Supervisor de Producción

3. Logística y Materiales:

Dentro del proceso de capacitación se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Material de capacitación: (reactivos, tiras de pH, utensilios de laboratorio, entre otros materiales necesarios para que cada tema quede lo más claro posible).
- b. Sala de capacitación: La organización cuenta con una sala que cumple el objetivo de comedor y sala de capacitación, se debe considerar ese día apartar esta sala para capacitación y comunicar a las diferentes áreas que hacen uso de la sala.
- c. Horas de capacitación: de acuerdo con los temas seleccionados se considera que el tiempo necesario para la capacitación sea de 4 horas ya que son temas teóricos/prácticos.

6.2.6. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

6.2.6.1. DESCRIPCIÓN

Utilizando como herramienta el mapeo de procesos (4.1.1), se identificó necesidad de estandarizar procesos y definir capacitaciones internas del personal.

Capacitaciones Internas:

De acuerdo con el análisis de resultados obtenidos en la sección 4.1.3 una de las oportunidades encontradas en los operadores es el reforzamiento en conocimientos básicos asociados a sus procesos diarios.

Dentro de los temas de capacitación que se considera necesario realizar basados en los resultados de la evaluación son los siguientes:

1. Fundamentos de materias primas: donde se considere características clave de las materias primas y funciones principales por familia de materias primas como ser, ácidos, bases, siliconas, grasas, dispersantes, humectantes, enzimas, tensoactivos, entre otros.

2. Parámetros de control de calidad internos: bajo este tema se deben definir los parámetros de control interno como ser pH, °Brix y %m/v, y las metodologías para ser medidos.
3. Procedimientos operativos estándar: Definir el concepto de procedimiento operativo estándar, como están estructurados, cual es la función, donde se encuentran y cuál es la importancia de seguirlos.

Procedimientos Operativos Estándar

Dentro de los procesos que se evidenció en la sección 4.1.4. la necesidad de estandarización se muestran los siguientes:

- a. Procedimiento para pesaje de materia prima.
- b. Procedimiento para pesar y embalar producto terminado.
- c. Procedimiento para el lavado de maxi cubos.
- d. Procedimiento para la toma de muestra.
- e. Procedimientos para la ejecución de la receta de cada producto químico.

Consideraciones Previas:

1. Responsables de crear los procedimientos:
 - a. Documentación del procedimiento: la persona que documentara cada procedimiento debe tener un amplio conocimiento sobre la gestión de la documentación de procedimientos e instructivos dentro del sistema de gestión de la empresa. Debe conocer a profundidad el procedimiento interno para la creación de procedimientos internos de la organización (SR-PRO-001, Anexo 6). Además de contar con conocimientos en el manejo de herramientas como SAP, ya que los procedimientos para ejecutar la receta serán agregados a la orden de producción de la receta.

Validando los perfiles profesionales que cuenten con este conocimiento previo, la coordinadora de mejora continua es el perfil más adecuado para ejercer esta función para orientar sobre cualquier tema de índole administrativo del sistema.

- b. Descripción del procedimiento: la persona que describirá el paso a paso como ejecutar cada receta existente actualmente debe conocer a profundidad el proceso operativo, incluyendo las condiciones de los equipos y de seguridad ocupacional que enfrentan los operadores.

El supervisor de producción, junto a los operadores técnicos de mayor experiencia serán quienes describan el estado actual de los procedimientos de los productos existentes.

- c. Revisión del procedimiento: la revisión del procedimiento debe ser ejecutado por personas expertas y que conozcan el producto químico y su desarrollo, por lo tanto, el laboratorista asignado a formulación, el jefe de laboratorio de desarrollo o el director de tecnología serán las personas que revisen si el proceso que se documento es el adecuado considerando la seguridad del operador, las condiciones de los equipos y la calidad del producto final.
- d. Aprobación del documento: siguiendo el procedimiento interno para la creación de procedimientos, cada documento debe ser aprobado y archivado por la coordinadora del sistema de gestión.

6.2.7. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO

Para el desarrollo de esta propuesta se deben tomar en cuenta las siguientes actividades:

6.2.7.1. CAPACITACIONES:

- a. El contenido que de la capacitación debe abarcar como mínimo los temas y conceptos que se encuentran en el anexo 7.
- b. Planificar con el área de producción el tiempo necesario para llevar a cabo la capacitación con fecha y hora.

6.2.7.2.PROCEDIMIENTOS DE RECETA DE PRODUCTO

TERMINADO:

- a. Listar el total de productos químicos que deben de contar con procedimientos en un documento como se presenta a continuación:

Tabla 29. Estado de avance de los procedimientos

Nombre del producto	Estado del Procedimiento
AA	Socializado
BB	Aprobado
CC	En revisión
DD	En Creación
EE	No iniciado

Fuente: elaboración propia

- Graficar el avance de los procedimientos:

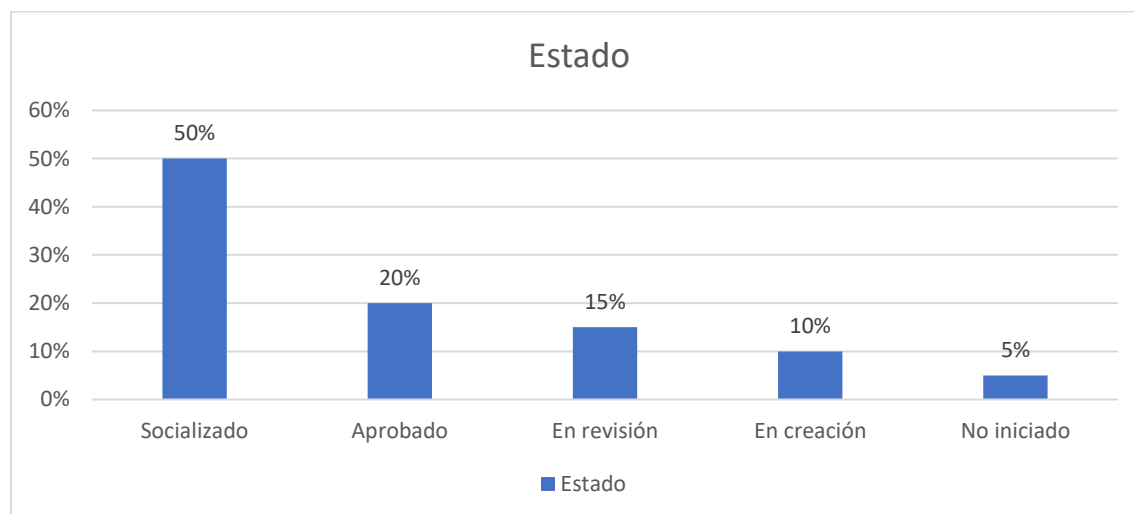


Figura 71. seguimiento de los POE

Fuente: elaboración propia

- b. Programar entrevistas con los operadores para que describan el proceso actual en que se está ejecutando la receta.
- c. Documentar el paso a paso del operador.

- d. Revisar junto a laboratorio que el proceso este correcto y que el orden de la receta concuerde con el procedimiento escrito.

**6.2.7.3.PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS CON LAS
ACTIVIDADES DE LA PLANTA PARA EJECUTAR LAS
RECETAS:**

- a. Hacer una visita en planta donde se observe la operación.
- b. Documentar las observaciones.
- c. Validar la mejor forma de hacerlo.
- d. Redactar el procedimiento.
- e. Comunicar el procedimiento.
- f. Entrenar al personal en la ejecución del procedimiento.

6.2.7.4.SOCIALIZACIÓN DE POE:

- a. Aprovechando las actividades que se realizan como parte del sistema de gestión de la organización, se considerara de forma oportuna socializar los procedimientos durante las reuniones matutinas donde está presente todo el personal.
- b. El supervisor de producción deberá de acompañar al personal en la ejecución de los procedimientos para abordar cualquier duda o inconveniente.

6.2.7.5.VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE POE

Para validar que se está cumpliendo con los procedimientos, se deben establecer inspecciones con frecuencia semanal, para ello se realizara un check list, donde se pretende validar que el proceso se lleve a cabo como se estipuló en el procedimiento, tal como se muestra en el siguiente formato:

Tabla 30. Check List de cumplimiento de POE

Criterio Evaluado	Cumple	No cumple	Observaciones
¿El operador tiene acceso al POE para su procedimiento?			
¿Se han realizado actualizaciones recientes en el POE?			
¿Se sigue el orden de adición de materias primas según la receta?			
¿Se encontró el registro del día de la verificación de básculas?			
¿Se registran los valores de pesaje en la orden de fabricación?			
¿Se siguen los tiempos y velocidades de mezcla indicados en el POE?			
¿Se actualiza el registro del volumen de agua programado vrs lo dispensado?			
¿Se verifica visualmente el producto terminado y embalaje según los criterios establecidos?			
¿Se registran las no conformidades del proceso? Ultimo registro.			
¿Se generan planes de acción para la gestión de no conformidades?			

Fuente: elaboración propia

6.2.7.6.PRESUPUESTO

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
Horas de paro del mixer	1 hora x 12 operadores x 8 días	1.8	172.8
Horas del Supervisor de producción	8 hora x 30 días	3.24	777.6
Horas del auditor de proceso	8 horas x 30 días	1.94	465.6
Horas del jefe de laboratorio	1 hora x 7 días	4.86	34.02
Coordinador de Mejora Continua	8 horas x 30 días	4.05	972
Horas de laboratorista de formulación	4 horas	3.24	12.96
Merienda de capacitación	30 unidades	5	150
Total			2584.98

6.2.8. CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 31. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 2

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI	
Título de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías/ Metodologías de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos Propuesta
Propuesta de mejora en los procesos de formulación de químicos de la empresa XYZ	Elaborar una propuesta de mejora para poder reducir el porcentaje de productos no conformes en el proceso de formulación de químicos de la empresa XYZ mediante la aplicación de la metodología de mejora denominada TQM.	1. Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.	Norma ISO 9001:2015 Metodología TQM	Materia prima	Población 1: cantidad de lotes producidos en el período de julio a octubre de 2024.	Historial de análisis de materias primas.	El análisis causa raíz indicó que esta variable es muy poco representativa en los motivos que generan productos no conformes siendo tan solo de 1%.	Estandarización y mejora de Procedimientos Operativos Estándar.	Definir los procedimientos necesarios y estandarizar los métodos que son pertinentes al proceso de formulación de químicos.
		2. Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el porcentaje		Mano de Obra	Población 2: cantidad de lotes producidos en el período de noviembre 2024 a febrero 2025.	Formulario de conocimiento técnico.	Se identificó desconocimiento en conceptos clave de la operación actual, específicamente en parámetros de control y POE.		

CONTINÚA

Continuación de Tabla 30. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 1

		de productos no conformes.							
		3.Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.		POE		Check list de verificar el cumplimiento del POE.	Se evidenció que el personal no ha sido capacitado en los POE existentes, además de no tener completo todos los POE para las actividades de la producción.		
				Equipos de Medición		Registro de validaciones diarias. Historial de registró de calibración y verificación	Se identificó deficiencia en la metodología para verificar la calibración diaria, además de identificar que equipos como los flujómetros presentan errores de hasta 1.77% lo que es representativo para formular un producto químico con calidad.		

Fuente: elaboración propia

6.2.9. VIABILIDAD

El objetivo de esta propuesta es reducir la variabilidad en la formulación de productos químicos, mejorar la eficiencia operativa y minimizar errores en la ejecución de procedimientos. La propuesta uno aborda la idoneidad de los equipos de medición, esta segunda iniciativa se centra en la formalización y estandarización de los procedimientos, actualmente la organización ya cuenta con los siguientes puntos a favor:

- A. Ya se cuenta con un sistema de gestión integrado, por lo que estandarizar los procesos es un factor clave para sostener el sistema.
- B. Preliminarmente se cuenta con algunos procesos estandarizados.
- C. El personal operador técnico se encuentra motivado en implementar las mejoras debido a un bono de incentivo que depende de la calidad con la que ejecute su trabajo.
- D. La alta dirección está comprometida con el sistema de gestión integrado y está en la disposición de brindar los recursos necesarios para implementar estas mejoras.

Sin embargo, también hay puntos que deben ser considerados para lograr el objetivo de esta propuesta estas condiciones son:

- A. En primer lugar, se debe validar y corregir los sistemas de medición previamente. Esto garantizará que la variabilidad observada en el proceso no se deba a errores de medición.
- B. En segundo lugar, se requiere el compromiso de la dirección y personal de planta. La estandarización de procesos requiere la participación del personal y los líderes de área.
- C. En tercer lugar, la correcta implementación de los POE dependerá de haber recibido una capacitación efectiva y una retroalimentación frecuente.
- D. En cuarto lugar, los POE deben estar estructurados de una forma clara, manual y visible para facilitar su aplicación.
- E. En quinto lugar, se debe monitorear continuamente el cumplimiento de los POE por lo que el éxito de esta propuesta dependerá de la disciplina del operador y del auditor de proceso para ejecutar las auditorias.

Los puntos abordados en esta sección son claves para el éxito de la presente propuesta por lo que en resumen se puede advertir que el compromiso y la disciplina son esenciales para alcanzar el objetivo de la estandarización de procedimientos.

6.3. PROPUESTA 3

NOMBRE DE LA PROPUESTA: OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE PARAMETROS CRÍTICOS MEDIANTE CONTROL ESTADÍSTICO

Con los resultados obtenidos en las metodologías cuantitativas se considera necesario implementar control estadístico de parámetros críticos, propuesta que se expone a continuación:

6.3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se justifica en la variabilidad encontrada en los parámetros críticos pH y concentración (°Brix y %m/v). Por lo que se considera que un control estadístico actuaría como sistema de alarma para el seguimiento de los lotes procesados y su tendencia, de esta manera al observar el comportamiento de los datos se toman decisiones fundamentadas y que ataquen directamente la causa raíz.

6.3.2. ALCANCE DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se implementará en el área de formulación química dentro de la planta de producción. Se aplicará a los parámetros críticos identificados como principales como ser pH y concentración (°Brix y %m/v).

Esta propuesta se enfocará en aplicar control estadístico en dos niveles:

1. Producción: con la finalidad de monitorear y controlar en tiempo real comportamiento y variaciones en parámetros críticos.
2. Laboratorio de desarrollo: con la finalidad de analizar la estabilidad del producto formulado.

La implementación inicial se enfocará en los productos de mayor producción y los lotes con más historial de no conformidades.

6.3.3. OBJETIVO GENERAL:

Implementar e un plazo de 3 meses un sistema de control estadístico enfocado en la aplicación de análisis de capacidad del proceso y la aplicación de cartas de control de parámetros para el 100% de los productos terminados para reducir la variabilidad en los parámetros críticos de formulación química, validando que las mediciones se mantengan dentro de los rangos de tolerancia y mejorando la estabilidad del producto final.

6.3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar una revisión de los datos recolectados de los parámetros de control actuales que realiza el departamento de calidad.
2. Validar la relevancia y calidad de los datos disponibles, identificando los datos que contribuyen al desarrollo de indicadores clave de control estadístico, además de determinar la necesidad de incluir datos adicionales para un mejor desempeño del indicador.
3. Definir mediante una herramienta de gestión de la información los indicadores alimentados en tiempo real para seguimiento.
4. Definir planes de seguimiento de indicadores y el personal que debe estar involucrado en el seguimiento.

6.3.5. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO

Esta propuesta consiste en la implementación de un sistema de control estadístico enfocado en el seguimiento a los parámetros de control críticos por producto formulado, utilizando como herramientas estadísticas cartas de control y los indicadores de capacidad de proceso. Esto con el objetivo de dar seguimiento a la tendencia de los datos y tomar decisiones fundamentadas en el historial de datos recopilados atacando la causa raíz del problema.

Esta propuesta se enfocará en 4 fases:

Fase 1: Diagnóstico inicial.

Esta etapa se refiere a una evaluación previa con el objetivo de realizar una recopilación de información que defina las condiciones actuales en las que se encuentra XYZ. Para la ejecución de esta etapa se enumeran las siguientes actividades:

1. Revisión del proceso productivo enfocando las etapas en las que se requiere hacer mediciones.
2. Revisión de datos recopilados con personal de producción y control de calidad.
3. Validar si los datos existentes son los suficientes para la estructuración de indicadores.
4. En caso de no ser suficientes se realizarán las herramientas necesarias para la obtención de los datos requeridos.

6.3.5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS:

- a. La información mínima con la que se debe contar debe ser la siguiente:
 - ✚ Mediciones de parámetros de calidad de los lotes procesados.
 - ✚ Registro de los lotes rechazados por incumplimiento con los parámetros de calidad.
 - ✚ Registro de causas de los rechazos de lotes.
 - ✚ Registros de parámetros de los lotes de materia prima tanto aprobados como rechazados.
- b. Para la visualización inmediata de la información se debe utilizar el forms de office 365 el cual permite tener la información en tiempo real y con alcance inmediato, esta aplicación consiste en la creación de formularios que generan documentos en formato de Microsoft Excel, de esta forma será más fácil de conectar los datos con el programa Power BI (versión 2.138.1452.0 64-bit) para modelar los datos en gráficos que muestren tendencias y ayuden a la toma de decisiones.
- c. Las personas que deben involucrarse en esta etapa son las siguientes:
 - a. Asesor de la propuesta: responsable de revisar el proceso e identificar la necesidad de indicadores con los que debe de contar la organización.
 - b. Jefe de laboratorio: persona responsable de coordinar la recolección de datos.
 - c. Jefe de producción: persona responsable de facilitar la información.

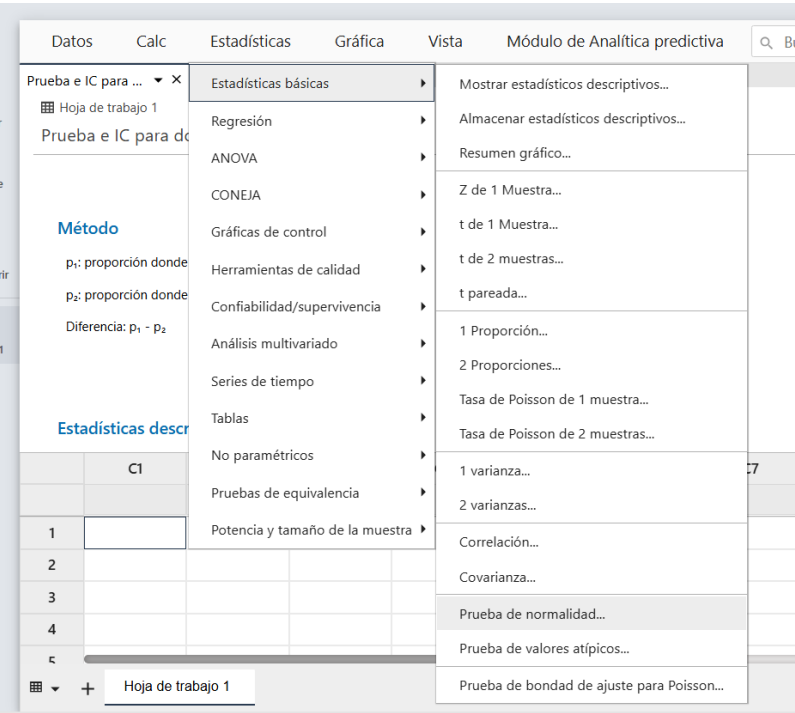
Fase 2: Estructuración de las visualizaciones.

Esta etapa consiste en la creación de los dashboard (herramienta visual para análisis de datos) necesarios con la información recolectada.

Actividades:

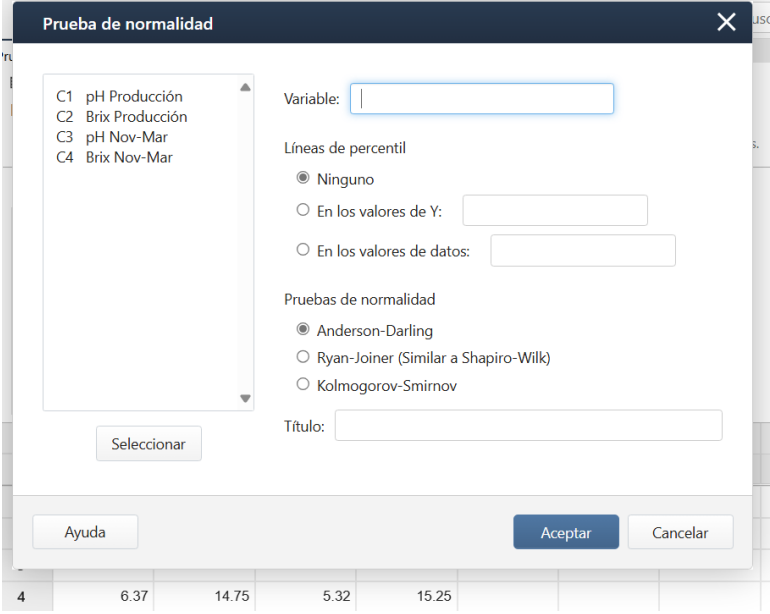
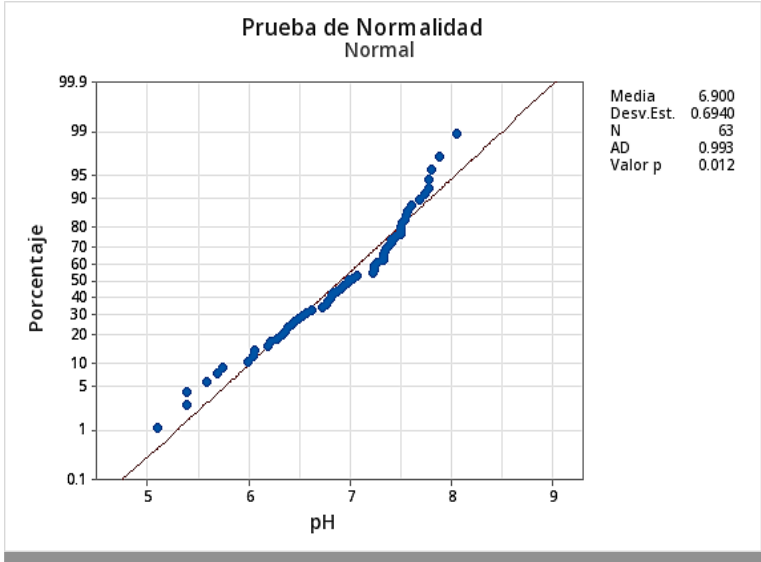
1. Con los datos recopilados las herramientas para estructurar los indicadores deben ser: Excel (versión 2502), Minitab (versión 19.1.1.0), POWER BI (versión 2.138.1452.0 64-bit).
2. Estructurar cartas de control y análisis de capacidad de proceso de la siguiente manera:

Tabla 32. Pasos para realizar el análisis de capacidad de proceso

N.	Imagen	Descripción de pasos
1		<p>Paso 1. Ingresar a Minitab versión 19.1.1.0</p> <p>Paso 2. Dar click en opción “Estadísticas”.</p> <p>Paso 3. Dar click en opción “Estadísticas Básicas”.</p> <p>Paso 4. Dar click en opción “Prueba de normalidad”.</p>

CONTINÚA

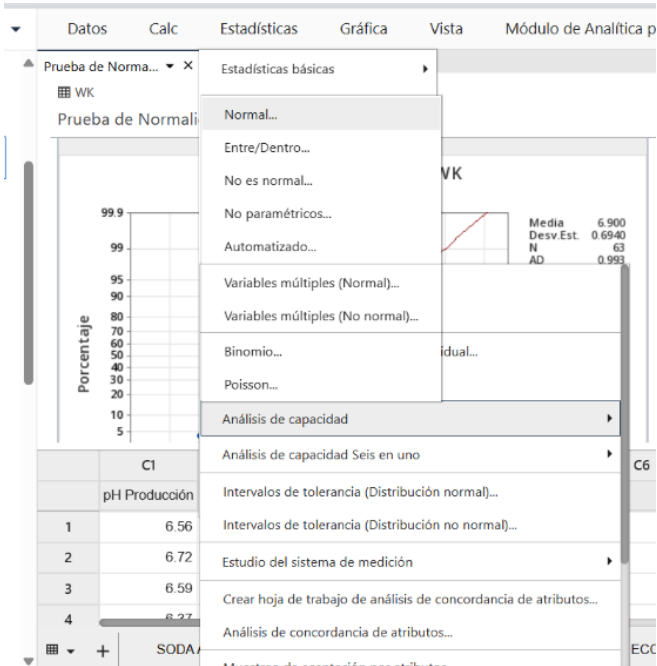
Continuación de Tabla 31. Pasos para realizar el análisis de capacidad de proceso

2		<p>Paso 5. Ingresar la información de la variable que se desea analizar y dar click en aceptar.</p>										
3	 <table border="1" data-bbox="922 1012 1058 1108"><tr><td>Media</td><td>6.900</td></tr><tr><td>Desv.Est.</td><td>0.6940</td></tr><tr><td>N</td><td>63</td></tr><tr><td>AD</td><td>0.993</td></tr><tr><td>Valor p</td><td>0.012</td></tr></table>	Media	6.900	Desv.Est.	0.6940	N	63	AD	0.993	Valor p	0.012	<p>Paso 6. Se obtiene el gráfico de dispersión de los valores con el valor p que debe ser mayor a 0.05 para asumir normalidad.</p>
Media	6.900											
Desv.Est.	0.6940											
N	63											
AD	0.993											
Valor p	0.012											

CONTINÚA

Continuación de Tabla 31. Pasos para realizar el análisis de capacidad de proceso

4.



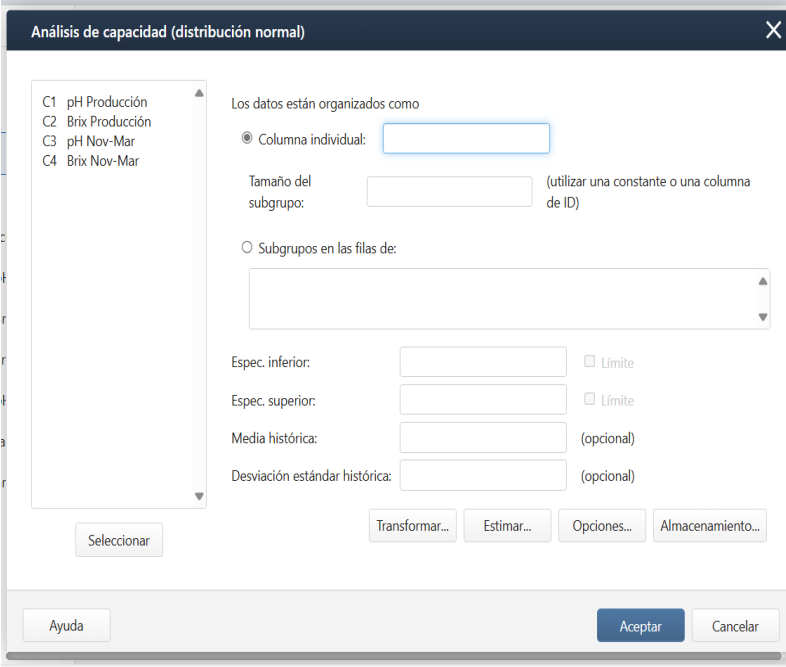
	C1
	pH Producción
1	6.56
2	6.72
3	6.59
4	6.27

Prueba de Normalidad

- Estadísticas básicas
 - Normal...
 - Entre/Dentro...
 - No es normal...
 - No paramétricos...
 - Automatizado...
 - Variables múltiples (Normal)...
 - Variables múltiples (No normal)...
 - Binomio...
 - Poisson...
 - Análisis de capacidad**
 - Análisis de capacidad Seis en uno
 - Intervalos de tolerancia (Distribución normal)...
 - Intervalos de tolerancia (Distribución no normal)...
 - Estudio del sistema de medición
 - Crear hoja de trabajo de análisis de concordancia de atributos...
 - Análisis de concordancia de atributos...
 - Muestras de concordancia por atributos

Paso 7.
Ingresar a estadísticas luego a herramientas de calidad y seleccionar análisis de capacidad, seleccionar normal.

5.



Análisis de capacidad (distribución normal)

Los datos están organizados como

Columna individual:

Tamaño del subgrupo: (utilizar una constante o una columna de ID)

Subgrupos en las filas de:

Espec. inferior: Límite

Espec. superior: Límite

Media histórica: (opcional)

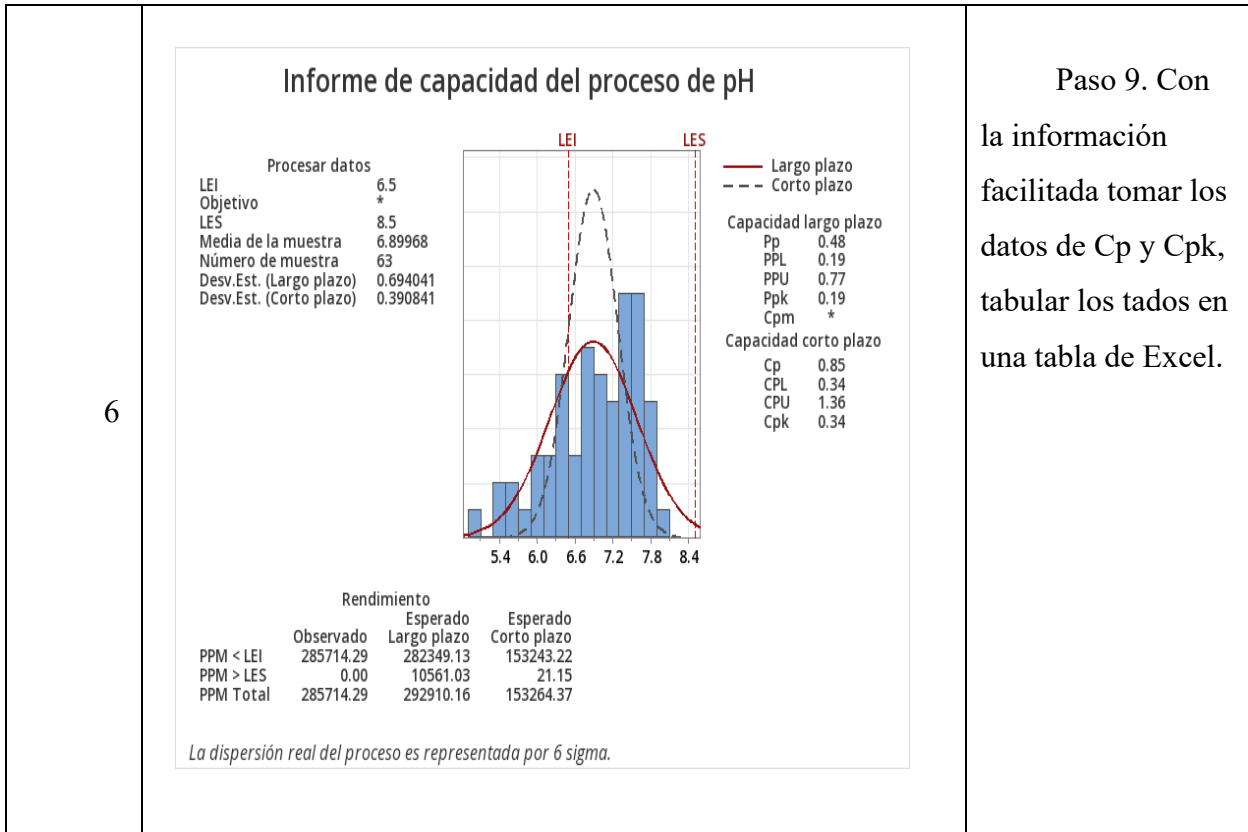
Desviación estándar histórica: (opcional)

Botones: Seleccionar, Transformar..., Estimar..., Opciones..., Almacenamiento..., Ayuda, Aceptar, Cancelar

Paso 8.
Seleccionar la columna de la variable a analizar en columna individual. El tamaño del subgrupo es 2 y dar click en aceptar.

CONTINÚA

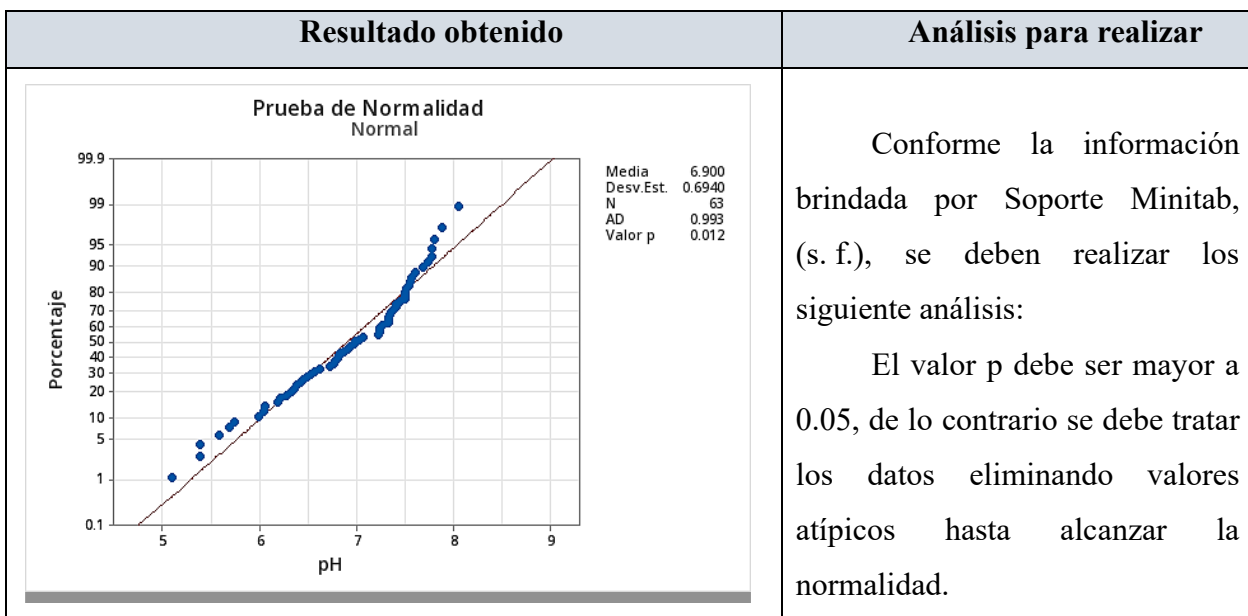
Continuación de Tabla 31. Pasos para realizar el análisis de capacidad de proceso



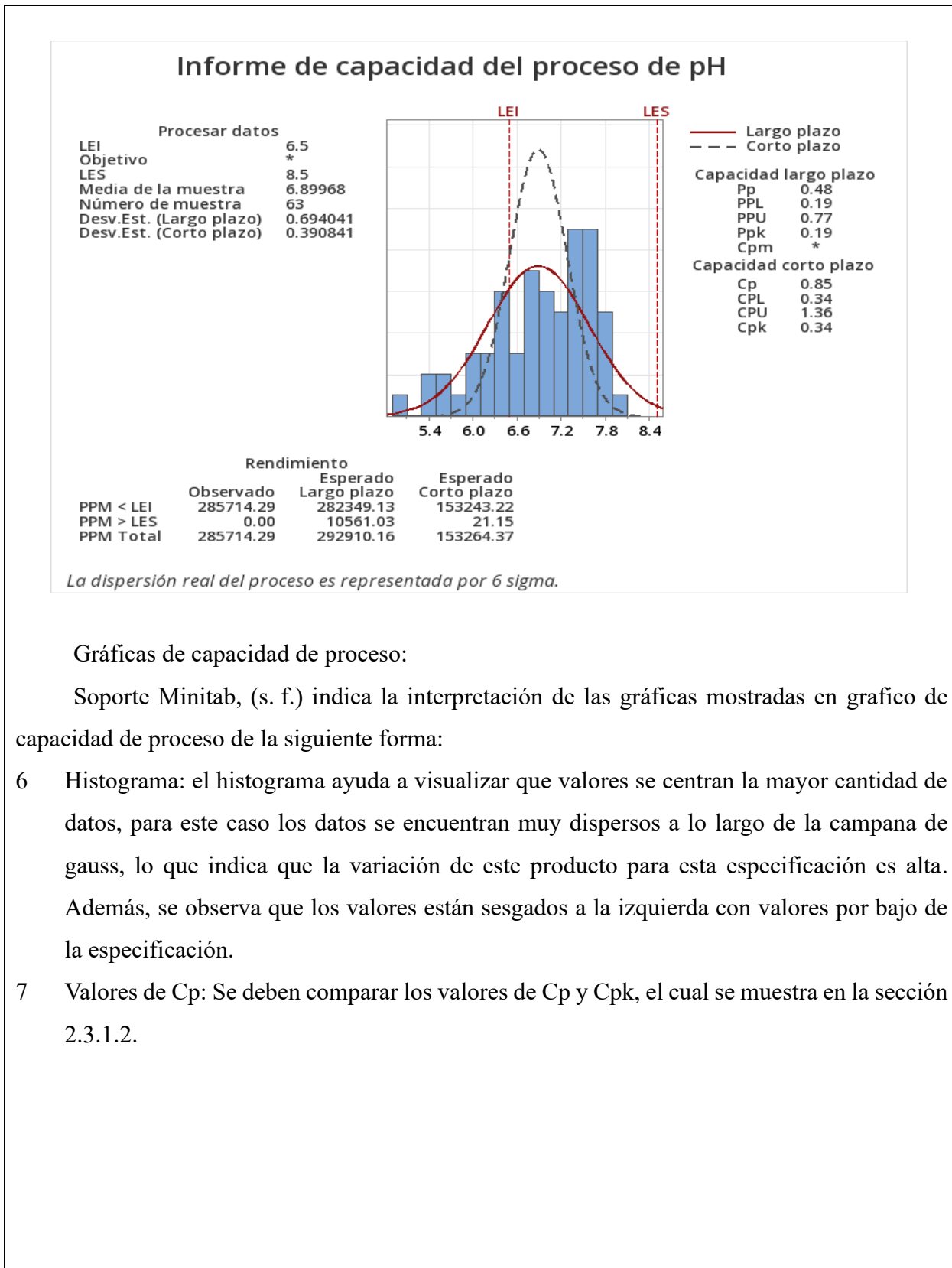
Fuente: elaboración propia

- Posteriormente, se obtendrán los datos y gráficas sobre los cuales se debe realizar el análisis pertinente. Entre dicha información se debe analizar los siguientes aspectos:

Tabla 33. Análisis de resultados obtenidos de capacidad de proceso

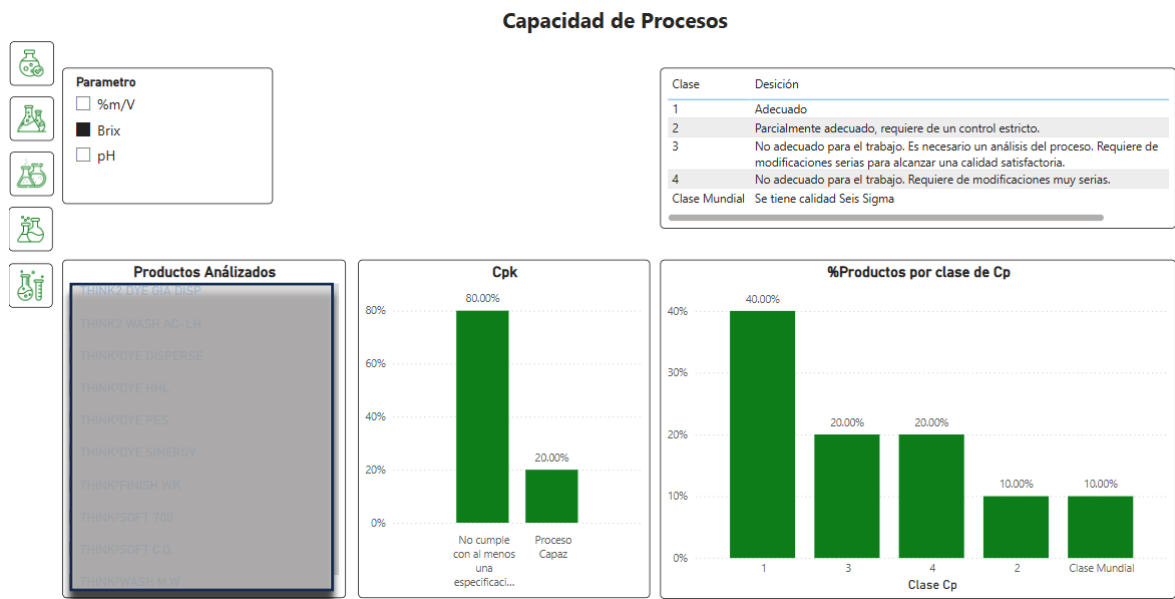


CONTINÚA



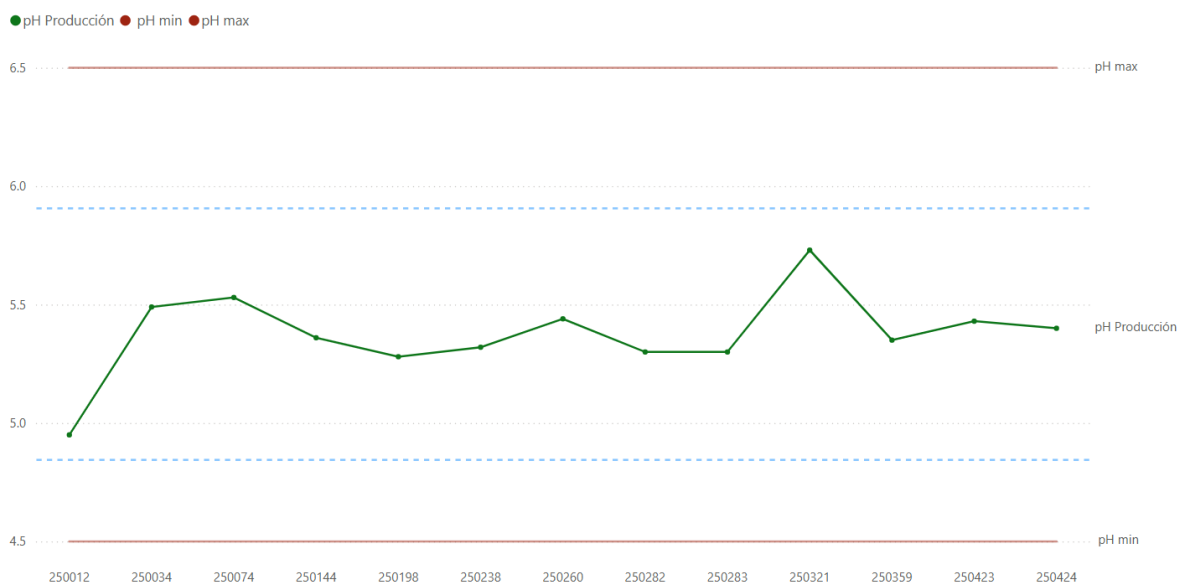
Continuación de Tabla 32. Análisis de resultados obtenidos de capacidad de proceso

8 Se tabulan los resultados en un cuadro de Excel y se conecta con POWER BI para la presentación de la información como el siguiente esquema:



CARTAS DE CONTROL

Para el desarrollo de las cartas de control se conectarán los datos al POWER BI y se modelaran para obtener la informacion de limites reales del proceso y tener una visualización como a continuación:



Fuente: elaboración propia

Conociendo el comportamiento del proceso se establecerán los siguientes indicadores:

Indicador	Ecuación	Meta
%Cumplimiento de clase mundial en el Cp.	$\% \text{Productos CM} = \frac{\text{Total de Productos obtenidos en clase mundial}}{\text{Total de productos evaluados}} * 100$ CM= clase mundial	90% de cumplimiento
%Cumplimiento de Cpk	$\% \text{Cumplimiento de Cpk} = \frac{\text{Total de productos evaluados con Cpk} > 1.25}{\text{Total de productos evaluados}}$	90% de Cumplimiento

Fuente: elaboración propia

Fase 3: Análisis de Resultados y Optimización de las herramientas.

La fase 1 y 2 consiste en la identificación de la información clave para estructurar los indicadores de capacidad de proceso y de cartas de control, la fase 3 consiste en optimizar el uso de los indicadores establecidos para la toma de decisiones en el día a día.

Tabla 34. Actividades para seguimiento de indicadores de control de proceso

Actividad	Responsable	Frecuencia
Revisión del Indicador %Cumplimiento clase mundial en el Cp y %Cumplimiento de Cpk.	Alta Gerencia / Lideres de área	Mensual
Revisión del Indicador %Cumplimiento clase mundial en el Cp, %Cumplimiento de Cpk y cartas de control.	Lideres de área / Personal de área	Semanal
Generación de planes de acción para mejorar el indicador.	Líder de área / Alta gerencia / Personal Técnico	Cada 3 semanas

Fuente: elaboración propia

Procedimiento para generar planes de acción:

1. Identificar los productos que no cumplen con la meta de Cp y Cpk.
2. Validar el comportamiento del producto mediante las cartas de control de los parámetros del producto.
3. Realizar un análisis causa raíz con la metodología de ISHIKAWA donde se presenten las posibles causas que están impactando en el comportamiento del producto. Utilizar el formato estándar de la compañía para el análisis causa raíz (SR-DOC-025, ver Anexo 8).

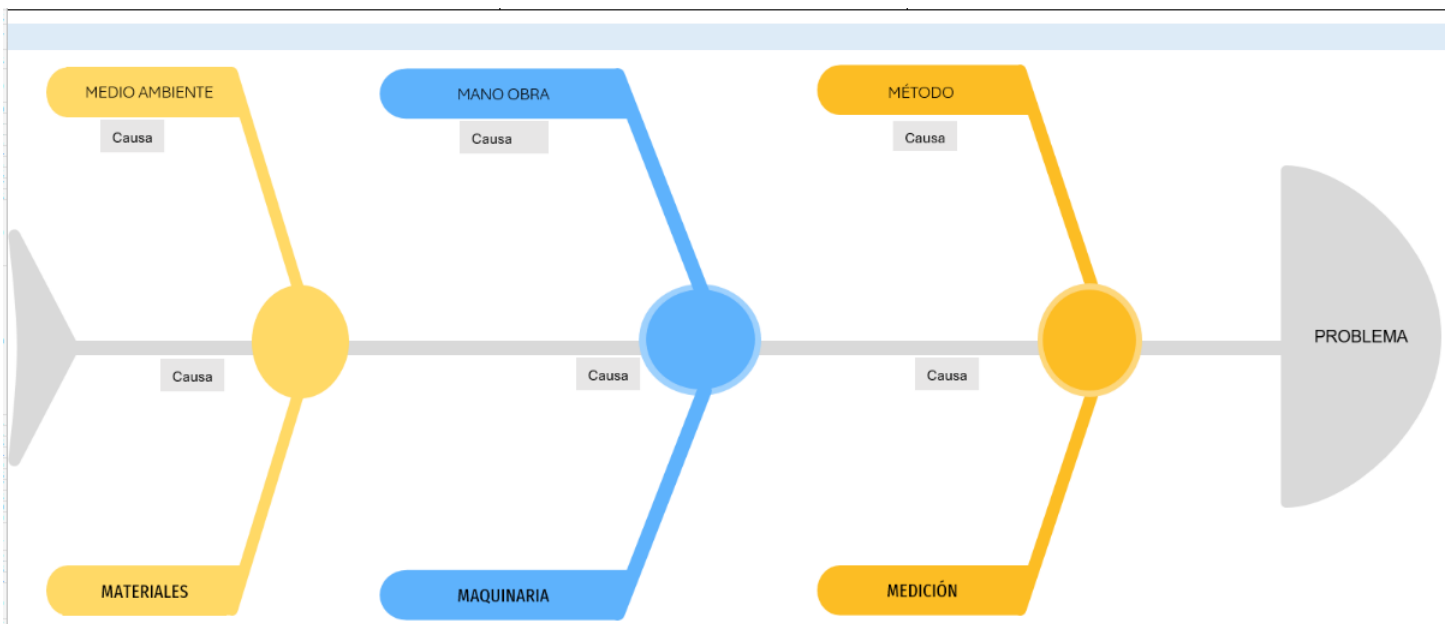


Figura 72. formato de diagrama de Ishikawa

Fuente: empresa XYZ

4. Con las causas identificadas, generar los planes de acción asignando los responsables y las fechas de cumplimiento para cada actividad, en la plataforma de planificación PLANNER de office 365, en el planner denominado “Plan de gestión y seguimiento de no conformidades”.

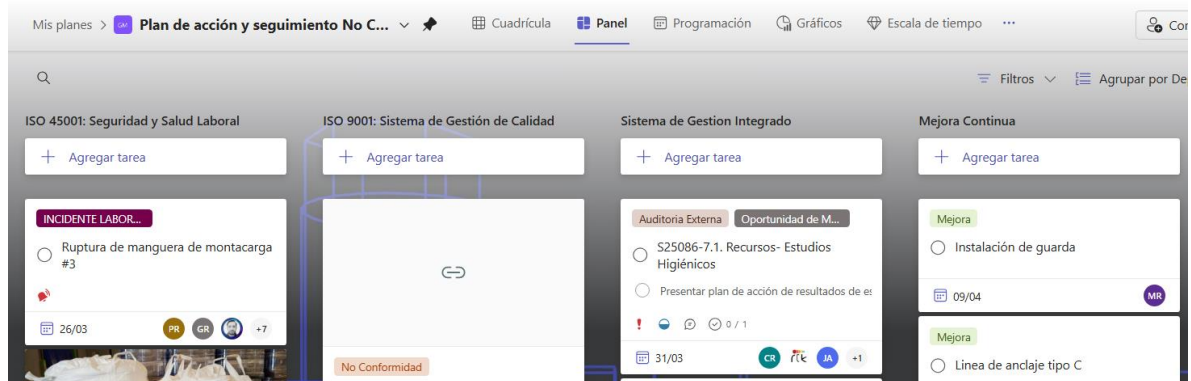


Figura 73. Interfaz de plataforma Planner
Fuente: empresa XYZ

Fase 4: Integración del control estadístico al sistema de gestión integrado.

Esta fase consiste en enlazar las actividades propuestas al sistema de gestión integrado de la organización mediante las siguientes actividades:

Actividad	Responsable
Integrar los indicadores planteados en la propuesta al cuadro de mando integral de la organización, para concordar el objetivo del sistema al que aportará medición y el principio de la política por el que estará sustentado con base al sistema de gestión de calidad con el que ya cuenta la empresa.	Coordinadora del SGI
Definir el espacio del sistema de gestión integrado donde se encontrarán estos indicadores.	Coordinadora de mejora continua
Establecer un procedimiento para documentar indicadores de parámetros críticos de proceso.	Coordinadora del SGI

6.3.5.2.PRESUPUESTO

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
1. Licencia de Minitab.	1 grupal anual	1800	1800
2. Licencia de POWER BI.	3 x mes	60	180
3. Horas de reunión personal técnico.	3.5 horas x 3 personas x mes	2.5	26.25
4. Horas de reunión personal líder.	4.5 horas x 5 personas x mes	4.86	109.35
5. Horas de reunión de alta gerencia.	2 hora x 3 personas x mes	25	150
6. Horas de capacitación del personal.	2 horas x 5 personas	4.86	12.15
Total			2277.75

Fuente: elaboración propia

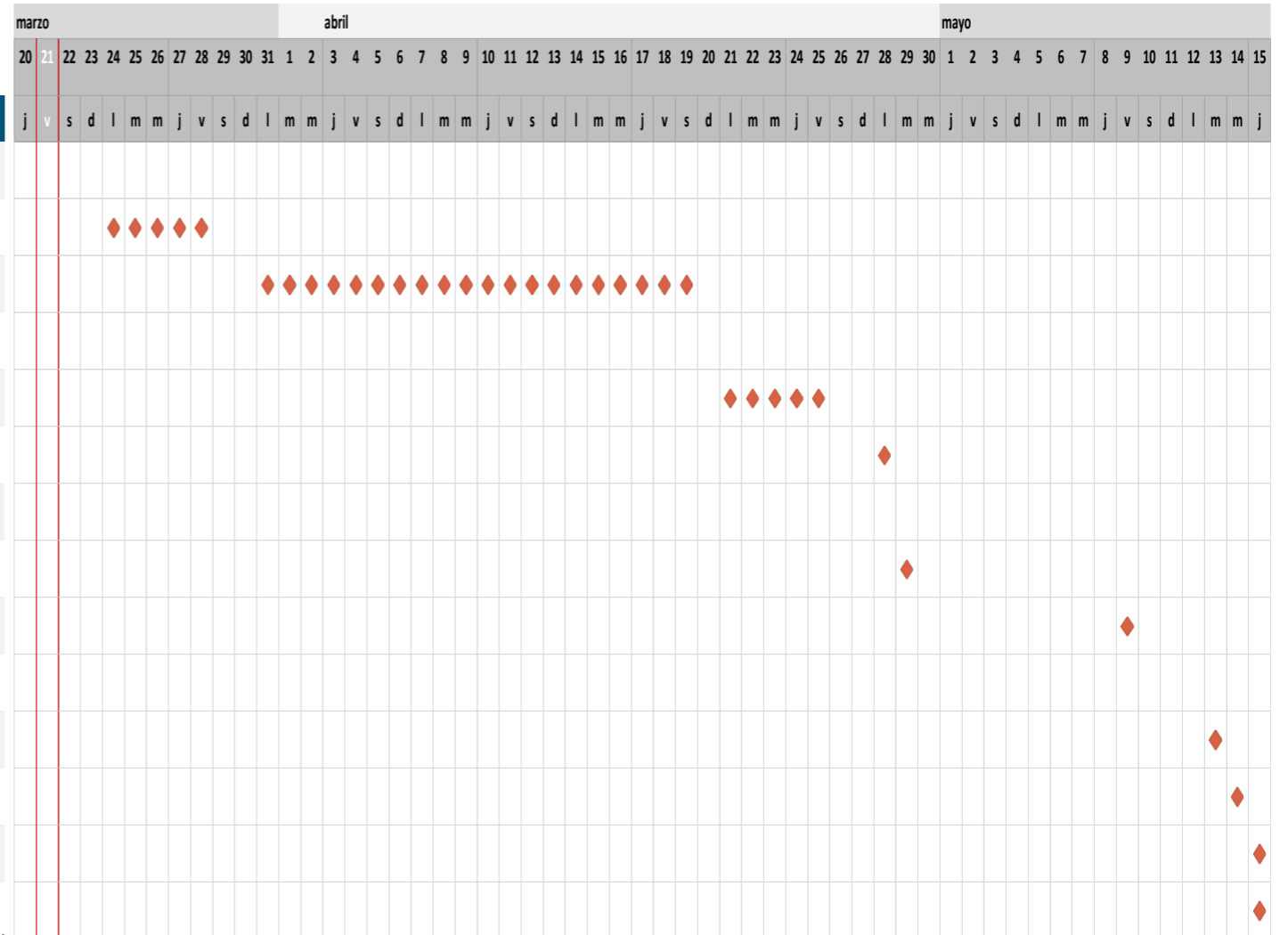
6.3.5.3. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE PARAMETROS CRÍTICOS MEDIANTE CONTROL ESTADÍSTICO

Nombre de la empresa: XYZ
 Responsable del proyecto:
 Fecha de inicio del proyecto: 19/3/2025
 Incremento de desplazamiento: 1

Leyenda: Según lo previsto Riesgo bajo Riesgo medio Riesgo alto Sin asignar

Descripción del hito	Categoría	Asignado a	Progreso	Inicio	Días
Fase 1: Diagnostico Inicial.					
1. Revisión de datos recopilados.	Objetivo	Asesor	0%	24/3/2025	5
2. Levantamiento de datos faltantes.	Objetivo	Asesor	0%	31/3/2025	20
Fase 2: Implementación del sistema de control estadístico.					
1. Estructurar cartas de control y análisis de capacidad de proceso para seguimiento.	Objetivo	Asesor	0%	21/4/2025	5
2. Capacitación del personal en interpretación de gráficos y toma de decisiones basadas en datos.	Objetivo	Asesor	0%	28/4/2025	1
Fase 3: Análisis de Resultados y Optimización de las herramientas.					
1. Planificar seguimiento de los indicadores y definir el personal involucrado	Objetivo	Asesor	0%	29/4/2025	1
2. Verificar el impacto de este seguimiento en la reducción del indicador de productos no conformes.	Objetivo	Asesor	0%	9/5/2025	1
Fase 4: Integración del control estadístico al sistema de gestión integrado.					
1. Integración del indicador al cuadro de mando integral.	Objetivo	Asesor	0%	13/5/2025	1
2. Definición del espacio para visualizar el indicador.	Objetivo	Asesor	0%	14/5/2025	1
3. Establecer un procedimiento para documentar indicadores de parámetros críticos de proceso.	Objetivo	Asesor	0%	15/5/2025	1
4. Implementar un sistema de seguimiento continuo con revisiones periódicas.	Objetivo	Asesor	0%	15/5/2025	1



6.3.6. CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 35. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 3

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI	
Título de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías/ Metodologías de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivos Propuesta
Propuesta de mejora en los procesos de formulación de químicos de la empresa XYZ	Elaborar una propuesta de mejora para poder reducir el porcentaje de productos no conformes en el proceso de formulación de químicos de la empresa XYZ mediante la aplicación de la metodología de mejora denominada TQM.	1. Identificar los factores críticos dentro del proceso de formulación de productos químicos que contribuyen al alto porcentaje de no conformidades en los lotes de producto terminado.	Norma ISO 9001:2015 Metodología TQM	Materia prima	Población 1: cantidad de lotes producidos en el período de julio a octubre de 2024.	Historial de análisis de materias primas.	El análisis causa raíz indico que esta variable es muy poco representativa en los motivos que generan productos no conformes siendo tan solo de 1%.	Optimización del control de parámetros críticos mediante control estadístico.	Implementar un sistema de control estadístico enfocado en la aplicación de análisis de capacidad del proceso y la aplicación de cartas de control de parámetros para reducir la variabilidad en los parámetros críticos de formulación química, validando que las mediciones se mantengan dentro de los rangos de tolerancia y mejorando la estabilidad del producto final.
		2. Determinar las acciones de mejora más adecuadas para aplicar en los procesos de formulación de la empresa XYZ con el fin de reducir el porcentaje de productos no conformes.		Mano de Obra		Población 2: cantidad de lotes producidos en el período de noviembre 2024 a febrero 2025.	Formulario de conocimiento técnico.		
		3. Evaluar el impacto de las herramientas propuestas de		POE		Check list de verificar el	Se evidenció que el personal no ha sido		

CONTINÚA

Continuación de Tabla 34. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta 3

		la metodología TQM en la reducción del porcentaje de productos no conformes en los lotes de producto terminado de la empresa XYZ.				cumplimiento del POE.	capacitado en los POE existentes, además de no tener completo todos los POE para las actividades de la producción.		
				Equipos de Medición		Registro de validaciones diarias. Historial de registró de calibración y verificación	Se identificó deficiencia en la metodología para verificar la calibración diaria, además de identificar que equipos como los flujómetros presentan errores de hasta 1.77% lo que es representativo para formular un producto químico con calidad.		

Fuente: elaboración propia

6.3.7. VIABILIDAD

La presente propuesta en secuencia con la propuesta 1 y 2 tiene el enfoque de controlar, es decir se espera que al aplicar la propuesta 1 donde se mejore el sistema de medición, la propuesta 2 donde se estandarice el proceso operativo, la propuesta 3 viene a ser un complemento de implementación de controles para asegurar el éxito de las propuestas 1 y 2. Esta propuesta se considera viable por las siguientes razones:

- A. La organización ya cuenta con un historial de datos recolectados. Por lo que, si se requiere información adicional, esta sería mínima.
- B. El personal técnico encargado de las mediciones ya cuenta con conocimientos previos, por lo que si hacen falta capacitaciones estas irán enfocadas en buenas prácticas para el uso correcto de instrumentos.
- C. La alta dirección ha priorizado enfocar los esfuerzos de la organización en la reducción de desperdicios, por lo que se cuenta con el apoyo en cualquier cambio o implementación que se requiera.
- D. Ya existe un sistema de gestión integrado, esto facilita la incorporación de procedimientos de calibración, verificación y mantenimiento.

Sin embargo, dicho lo anterior también hay condiciones para que esta propuesta se aplique con éxito y cumple con los objetivos propuestos se debe considerar los siguientes aspectos:

- A. Contar con las herramientas necesarias como ser Minitab (Versión 19.1.1.0) y POWER BI (versión 2.138.1452.0 64-bit).
- B. Contar con personal capacitado para la utilización de estas herramientas.
- C. Compromiso de los colaboradores.
- D. Disciplina para gestionar las revisiones, planes de acción y reuniones necesarias.

Considerando estos requisitos, se espera que esta propuesta tenga un impacto positivo en el personal creando una cultura para tomar decisiones basadas en datos estadístico.

6.4. SOCIALIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS

Con el objetivo de realizar una socialización de las propuestas de forma efectiva estas se llevarán a cabo siguiendo la siguiente matriz de comunicación:

Tabla 36. Matriz de comunicación para socialización de las propuestas

¿Quién?	¿Qué?	¿A quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Asesores	Propuestas planteadas	Alta dirección	Al culminar el desarrollo de las propuestas.	Reunión
Alta dirección	La aprobación de las propuestas	Lideres de procesos	Al aprobar las propuestas	Reunión
Asesores	El plan de acción de la propuesta con responsables.	Lideres de procesos	Al planificar las actividades de la propuesta.	Reunión
Lideres de Procesos	Actividades asignadas al departamento.	A colaboradores	Al ser asignadas las actividades.	Reunión
Lideres de Procesos	Avance de las actividades asignadas. Comportamiento de indicadores al implementar las mejoras.	Alta dirección	Seguimiento mensual.	Reunión

CONTINÚA

Continuación de Tabla 35. Matriz de comunicación para socialización de las propuestas

¿Quién?	¿Qué?	¿A quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Coordinador de Mejora continua	Comportamiento de indicadores al implementar las mejoras	Personal operativo	Revisión semanal	Reuniones matutinas
Auditor de procesos y supervisor de producción.	Estandarización de procedimientos	Coordinador de mejora continua	Al culminar cada procedimiento.	Vía correo
Auditor de procesos y supervisor de producción.	Estandarización de procedimientos	Personal operativo	Al culminar cada procedimiento.	Reuniones matutinas

Fuente: elaboración propia

6.5 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LAS PROPUESTAS

Tabla 37. Análisis de rentabilidad de las propuestas

Propuesta	Inversión	Tiempo	
Propuesta 1	\$4,480.2	3 meses	
Propuesta 2	\$2,585.0	3 meses	
Propuesta 3	\$2,277.8	3 meses	
Total Inversión	\$9,343.0		
Perdidas por rechazo	\$64,500.00		
Escenarios de Retorno de Inversión			
Escenario	Perdida Generada	Perdida Evitada	%ROI
El proyecto reduce en un 30% el porcentaje de rechazo de productos no conformes.	\$45,150.00	\$19,350.00	107.11%
El proyecto reduce en un 52.12% el porcentaje de rechazo de productos no conformes.	\$31,463.10	\$33,036.90	253.60%
El proyecto reduce en un 70% el porcentaje de rechazo de productos no conformes.	\$19,350.00	\$45,150.00	383.25%

Este análisis indica que aún con una reducción de un 30% las propuestas son rentables ya que por cada dólar invertido se recupera 1.07\$. Para el caso actual con las acciones implementadas se logró una reducción de un 52.12% por lo tanto el %ROI fue de 253.60% es decir por cada dólar invertido se tiene un retorno de \$25.36.

6.6 PLAN POST IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS

Para garantizar el seguimiento de la mejora con las propuestas post implementadas se tomarán las acciones y documentación necesaria para el sostenimiento de la mejora:

6.6.1. MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Se establecerá el monitoreo y seguimiento de cada una de las propuestas conforme la frecuencia de revisión establecida en la siguiente matriz de seguimiento de KPIS.

Tabla 38. Plan de monitoreo y seguimiento

Propuesta	Objetivo	Indicador	Herramientas de Control	Frecuencia de Revisión	Responsable de Seguimiento	Plan de Sostenimiento	Responsable de Plan de Sostenimiento	Capacitaciones y Soporte Necesario	Fecha de Revisión Post Implementación	Lecciones Aprendidas
IMPLEMENTACION DE MÉTODOS DE METROLOGÍA Y CONTROL DE INSTRUMENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD EN LA FORMULACIÓN QUÍMICA	Reducir la variabilidad en los parámetros críticos del proceso de producción de químicos de la empresa XYZ en un 50% en un plazo de 3 meses mediante la implementación de un método de metrología en las mediciones de peso y volumen, reduciendo la variabilidad en los parámetros críticos del proceso.	%Cumplimiento de Linealidad	Gráfico lineal de cumplimiento.	Semanalmente	Supervisor de Producción	1. Revisión de Informes de calibración. 2. Inspecciones de verificación de cumplimiento de procedimiento de calibración	Jefe de Laboratorio	Capacitación en conceptos básicos de metrología y su efecto sobre la calidad del producto terminado.	3/7/2025	
		%Cumplimiento de Excentricidad		Semanalmente	Supervisor de Producción					

Continuación de Tabla 37. Plan de monitoreo y seguimiento

<p>ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR.</p>	<p>Definir y estandarizar el 100% de los procedimientos necesarios que son pertinentes al proceso de formulación de químicos antes del cierre segundo trimestre del año 2025, mediante la documentación y validación de métodos con el equipo de calidad y producción.</p>	<p>% Avance de Procedimientos</p>	<p>Gráfico de barras para estratificar en procedimientos no iniciado, en creación, en revisión, aprobado y socializado.</p>	<p>Mensual</p>	<p>Supervisor de Producción</p>	<p>Inspecciones semanales de cumplimiento de procedimientos.</p>	<p>Auditor de Proceso</p>	<p>Capacitación en control de materias primas, POE y parametros de control interno.</p>	<p>3/7/2025</p>	
---	--	-----------------------------------	---	----------------	---------------------------------	--	---------------------------	---	-----------------	--

Continuación de Tabla 37. Plan de monitoreo y seguimiento

<p>OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE PARAMETROS CRÍTICOS MEDIANTE CONTROL ESTADISTICO</p>	<p>Implementar e un plazo de 3 meses un sistema de control estadístico enfocado en la aplicación de análisis de capacidad del proceso y la aplicación de cartas de control de parámetros para el 100% de los productos terminados para reducir la variabilidad en los parámetros críticos de formulación química, validando que las mediciones se mantengan dentro de los rangos de tolerancia y mejorando la estabilidad del producto final.</p>	<p>Cp Cpk Cartas de Control</p>	<p>Graficos lineales que muestren la tendencia de proceso en el tiempo.</p>	<p>Mensual</p>	<p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Reuniones semanales con personal operativo y reuniones cada 3 semanas con lideres de proceso</p>	<p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Capacitación en Six Sigma con uso de Minitab.</p>	<p>3/7/2025</p>	
--	---	---	---	----------------	----------------------------	---	----------------------------	--	-----------------	--

6.6.2 Verificación de resultados

La verificación de resultados se realizará mediante auditorías de proceso internas y la reunión de seguimiento del indicador interno de la organización denominado “%Ajustes”, en esta reunión se revisarán los siguientes puntos:

- a. El estado del indicador actual vrs el mes anterior.
- b. El estado de las acciones propuestas.
- c. Nuevas acciones para mejorar el desempeño del indicador.
- d. Documentación de las desviaciones y lecciones aprendidas.

6.6.3 Control y sostenimiento

Para el seguimiento de acciones que y planificación de acciones que resulten de las reuniones se plasmaran en el planificador de Microsoft Office 365 interno de la organización denominado “Plan de Gestión de No conformidades y Acciones Correctivas”. Aquí se asignarán los responsables de que cada actividad se ejecute según lo establecido.

6.6.4 Gestión del cambio

Para garantizar que la gestión del cambio sea efectiva se hará uso del modelo ADKAR (awareness, desire, knowledge, ability and reinforcement), en cumplimiento a este modelo para los 3 proyectos de mejora se procederá de la siguiente forma:

Tabla 39 Actividades por etapas para la gestión efectiva del cambio.

Etapa	Acciones	Indicadores
Awareness (Conciencia)	Comunicar la necesidad de las nuevas acciones como las auditorias de proceso, nuevos métodos de calibración, nuevos procedimientos, etc.	%Colaboradores informados.
Desire (Deseo)	Involucrar al personal operativo en las acciones con ideas de mejora.	Numero de ideas de mejora proporcionadas por los colaboradores.
Knowledge (Conocimiento)	Capacitación sobre procedimientos nuevos y herramientas de gestión.	%Colaboradores capacitados en los nuevos procedimientos y herramientas.
Ability (Habilidad)	Acompañamiento al equipo con soporte durante el tiempo de implementación.	Nota de cumplimiento de nuevos POE mediante auditoria interna.
Reinforcement (Refuerzo)	Reconocer y reforzar el cumplimiento mediante retroalimentación y seguimiento de KPIS.	Número de meses de con la mejora sostenida.

6.7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

A continuación, se presenta la matriz de riesgos correspondiente a la implementación de las propuestas.

Tabla 40 Matriz de riesgos para la implementación de las propuestas.

Nombre del Riesgo	Descripción	Causas	Efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Control	Responsable	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
Incompatibilidad de las herramientas	Integración de Minitab como analisis estadistico de capacidad de proceso.	No se tienen indicadores actualizados y dependen de una persona para actualizarse.	Se toman desiciones erroneas como modificar una formula o invertir en equipo.	Alta	Mayor	Extremo	Seguimiento de cartas de control en PBI.	Jefe de Laboratorio	Alta	Menor	Tolerable
Efectos no deseados en el proyecto.	Sobrecarga de trabajo en el personal existente.	No contar con suficiente personal para implementar y ejecutar las actividades.	Bajo desempeño en el personal	Alta	Mayor	Extremo	Asignar una persona como auditor de proceso.	Alta dirección	Media	Moderada	Tolerable
Efectos no deseados en el proyecto.	Variables del proceso no se mantienen dentro de las tolerancia tras el cambio.	Implementación incorrecta del proyecto de mejora.	El personal puede estar siguiendo los protocolos pero estos no estan bien orientados.	Alta	Maxima	Extremo	Consulta con asesor externo de la organización acerca del plan de mejora.	Jefe de Laboratorio	Baja	Moderada	Tolerable
Resistencia al cambio	Personal que no adopta las nuevas practicas propuestas.	Falta de motivación y concientizacion del personal.	Aunque el proyecto se ejecute a nivel de documentos no se observa mejora porque el personal hace caso omiso a los cambios.	Media	Maxima	Extremo	Integrar los indicadores del proyecto a los indicadores de bonificacion de calidad del personal.	Coordinador de mejora continua	Baja	Menor	Aceptable
Falta de capacitación o comprensión.	El personal no recibe la formación adecuada o no comprende la razon del cambio.	No se planificaron las capacitaciones adecuadas.	Personal tiene voluntad de colaborar con el cambio pero no sabe como hacerlo.	Alta	Maxima	Extremo	Consulta con asesor externo la planificacion de las capacitaciones mas adecuadas para ejecutar con el personal.	Coordinador de mejora continua	Baja	Menor	Aceptable
Perdida de conocimiento.	Rotación del personal	Contratacion de nuevos integrantes y movilizacion de puestos en el personal existente.	Esto no poermittira que las personas se hagan expertas en el area ya que estan en rotación constante.	Alta	Maxima	Extremo	Nuevas contrataciones se ubiquen en puestos de menor responsabilidad.	Jefe de Producción	Baja	Moderada	Tolerable
Retrasos en el cronograma	Falta de recursos	Proceso de compras tercerizado	El proceso es lento.	Media	Moderada	Tolerable	Comenzar las practicas con lo que actualmente se tiene y posteriormente ir cambiando a los recursos solicitados.	Jefe de Laboratorio	Media	Menor	Tolerable
Falta de compromiso de áreas clave	Lideres de proceso no se comprometen con el proyecto.	Falta de reconocimiento	El proyecto puede no ser implementado	Media	Mayor	Alto	Programa de reconocimientos del personal.	Coordinador de mejora continua	Baja	Menor	Aceptable
Incumplimiento de normativas.	Los cambios incurren en el incumplimiento de estandares de calidad.	Fallas en la comunicación con el cliente.	Inconformidad del cliente.	Alta	Maxima	Extremo	Proceso de control de cambios estructurado con todas las pruebas posibles que demuestren que el cambio no afectara el proceso del cliente.	Jefe de Laboratorio	Media	Minima	Aceptable

6.8 APOORTE DE LAS PROPUESTAS AL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO DE XYZ

A continuación se expone como cada una de las propuestas aporta beneficios a los tres ámbitos de gestión del sistema de gestión existente en XYZ:

Tabla 41 Aporte de las propuestas al sistema de gestión integrada de XYZ.

Propuesta de Mejora	Objetivo de la Propuesta	Beneficio en Calidad	Beneficio en Seguridad y Salud Ocupacional	Beneficio Ambiental
IMPLEMENTACION DE MÉTODOS DE METROLOGÍA Y CONTROL DE INSTRUMENTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD EN LA FORMULACIÓN QÍMICA	Reducir la variabilidad en los parámetros críticos del proceso de producción de químicos de la empresa XYZ en un 50% en un plazo de 3 meses mediante la implementación de un método de metrología en las mediciones de peso y volumen, reduciendo la variabilidad en los parámetros críticos del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> -Menor tiempo de producción. -Menor desgaste de equipos de laboratorio y producción. -Garantizar la conformidad de los productos. -Satisfacción cliente interno y externo. -Flujos de procesos más eficientes. -Cumplimiento con el plan de producción. 	-Al controlar los equipos los mantenimientos serán controlados, previniendo accidentes como derrames debido a fallas en los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción de consumo de energía. -Mejor control de inventarios de materias primas. -Menor consumo de repuestos por fallas en los mantenimientos. -Menor consumo de vapor. -Menor consumo de agua.
ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR.	Definir y estandarizar el 100% de los procedimientos necesarios que son pertinentes al proceso de formulación de químicos antes del	<ul style="list-style-type: none"> -Procesos uniformes. -Capacitación y entrenamiento de nuevos conocimientos al personal. 	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción del estrés del personal por no tener instrucciones claras. -Motivación del personal por la participación en el proyecto. 	-Reducir el consumo de recursos como agua, energía, vapor, materias primas, a causa de reprocesos.

Continuación de Tabla 42 Aporte de las propuestas al sistema de gestión integrada de XYZ.

	<p>cierre segundo trimestre del año 2025, mediante la documentación y validación de métodos con el equipo de calidad y producción.</p>	<p>-Reducción de la probabilidad de errores humanos.</p>		<p>-Reducir la cantidad de residuos por fallas durante la operación que dañen el producto.</p>
<p>OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE PARAMETROS CRÍTICOS MEDIANTE CONTROL ESTADISTICO</p>	<p>Implementar en un plazo de 3 meses un sistema de control estadístico enfocado en la aplicación de análisis de capacidad del proceso y la aplicación de cartas de control de parámetros para el 100% de los productos terminados para reducir la variabilidad en los parámetros críticos de formulación química, validando que las mediciones se mantengan dentro de los rangos de tolerancia y mejorando la estabilidad del producto final.</p>	<p>-Control de desviaciones a tiempo. -Prevención de posibles fallas en el producto por desviaciones. -Generación de planes de acción para mejorar el desempeño de los productos. -Mayor seguimiento a posibles causas que generan no conformidades en los productos.</p>	<p>-Al reducir los reprocesos se reduce la fatiga física por sobrecarga de trabajo.</p>	<p>-Prevención del consumo innecesario de recursos como agua, energía, vapor, materias primas a causa de reprocesos.</p>

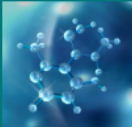
ANEXOS

Anexo 1: Bitácora de Ajuste de Producto Terminado

Bitacora de Ajuste de Producto Terminado											Codigo: QR-DOC-004	
Fecha de Elaboración: 01/30/2024				Fecha de Aprobación: 11/11/2024			Fecha de Revisión: 11/11/2024				Revisión: 00	
No	Fecha	Origen del Ajuste	Origen del Producto	Producto	Lote	Producto de ajuste	Total de Producto	%Ajuste	Cantidad (Kg)	Lider	Causa Raíz	
408	10/14/2024	PRODUCCIÓN			241774	SODA ASH 25%	14000	0.010%	1.33		Problema de receta	
409	10/14/2024	PRODUCCIÓN			241784	SODA ASH	16000	1.500%	240		Problema de Pesaje	
410	10/14/2024	PRODUCCIÓN			241784	SV-00 SUAVE	16000	0.500%	80		Problema de Pesaje	
411	10/14/2024	PRODUCCIÓN			241774	SODA ASH 25%	14000	0.004%	0.504		Problema de receta	
412	10/1/2024	PRODUCCIÓN			241728	GLUCERINA	12000	3%	384		Sistema no Flexible para manejo de Excepciones	
413	10/1/2024	PRODUCCIÓN			241728	ULTRAIR S47	12000	0.020%	2.4		Receta no actualizada	
414	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241752	ACIDO CITRICO 55%	6000	0.045%	2.7		Parametros Proveedor	
415	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241752	GLUCERINA	6000	0.650%	39		Parametros Proveedor	
416	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241798	ACIDO CITRICO 55%	1000	0.070%	0.7		Parametros Proveedor	
417	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241752	ACIDO CITRICO 55%	6000	0.025%	1.5		Parametros Proveedor	
418	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241791	SODA ASH	14000	0.045%	6.3		Problema de receta	
419	10/15/2024	PRODUCCIÓN			241791	GLUCONATO DE SODIO	14000	0.600%	84		Problema de receta	
420	10/16/2024	PRODUCCIÓN			241799	SODA ASH	16000	0.375%	60		Problema de Pesaje	
421	10/16/2024	PRODUCCIÓN			241793	ACIDO CITRICO 55%	3000	0.008%	0.24		Fuente Desconocida	
422	10/16/2024	PRODUCCIÓN			241800	SODA ASH	16000	0.500%	80		Problema de Pesaje	
423	10/16/2024	PRODUCCIÓN			241796	ACIDO CITRICO 55%	1000	0.210%	2.1		Antigüedad de Lote	
424	10/16/2024	PRODUCCIÓN			241803	SODA ASH	4000	0.010%	0.4		Problema de receta	
425	10/17/2024	PRODUCCIÓN			241802	ACIDO CITRICO 55%	30	0.010%	0.003		Muestra	
426	10/17/2024	PRODUCCIÓN			241802	ACIDO CITRICO 55%	30	0.017%	0.00501		Muestra	
427	10/17/2024	PRODUCCIÓN			241802	ACIDO CITRICO 55%	30	0.017%	0.0051		Muestra	
428	10/18/2024	PRODUCCIÓN			241811	SODA CAUSTICA	3000	0.060%	1.8		Problema de receta	
429	10/18/2024	PRODUCCIÓN			241825	SODA ASH	16000	0.500%	80		Problema de Pesaje	
430	10/18/2024	PRODUCCIÓN			241826	GLUCONATO DE SODIO	14000	0.700%	98		Problema de receta	

Fuente: empresa XYZ

Anexo 2: Evaluación “Identificación de Conocimiento Técnico en producción de



Identificación de Conocimiento Técnico en Producción de Químicos

* Obligatorio

1. Cargo: *

Operador Técnico

Ayudante General

2. Tiempo de Laborar en la empresa: *

Menos de 1 año

Entre 1 a 3 años

Más de 3 años

Siguiente

Formulación y Procesos de Producción

3. Ha recibido capacitación formal de su puesto de trabajo: *

Si

No

4. ¿Como valida que la receta que está preparando es la correcta? *

Leyendo el procedimiento operativo estandar.

Consulta al supervisor.

No estoy seguro.

5. ¿Cuáles son los principales parámetros de control de calidad de los productos que formula? Seleccione las que considere. *

pH

%Acidez

Brix

Densidad

Apariencia

Punto de Ebullición

Humedad

No sé

Figura 74 Anexo 2: Evaluación: Identificación de conocimientos técnicos en productos químicos

6. ¿Dónde puede encontrar las especificaciones del producto que está produciendo? *

- Pregunta a un compañero
- No es necesario conocerlas
- En las ordenes de producción o recetas

7. Si percibe que algo dentro del proceso no es normal ¿Que acción toma primero? *

- Continuo con el proceso y lo reporto despues.
- Informo al supervisor antes de continuar.
- Ajusto la receta a mi criterio.

Procedimientos Operativos Estándar (POE)

8. ¿Con que frecuencia consulta los POE antes de iniciar una formulación? *

- Siempre
- A veces
- Nunca

9. ¿Sabe dónde encontrar los procedimientos operativos estándar actualizados en su área de trabajo? *

- Si
- No

10. ¿A participado en la creación, actualización o mejora de un procedimiento operativo estándar? *

- Si
- No

Uso de Equipos y Herramientas

11. ¿Como verifica que su equipo de trabajo está en buenas condiciones antes de iniciar la producción? *

- Haciendo una inspección visual
- Pruebas de verificación
- Reviso si funciona al encenderlo
- No hago revisiones

12. ¿Cuándo fue la última vez que recibió capacitación en el uso de equipos? *

- Últimos 6 meses
- Último año
- Más de 1 año
- Nunca

13. Si un equipo presenta fallas durante la producción, ¿Que acción debe tomar primero? *

- Intentar repararlo sin reportarlo
- Detener la producción y notificar a mantenimiento.
- Continuar usando el equipo hasta terminar la producción.

Buenas Prácticas en Calidad

14. Si un producto no cumple con los estándares de calidad, ¿Que procedimiento sigue? *

- Informo al supervisor
- Sigo las indicaciones de laboratorio
- Ajusto la formulación a mi criterio

15. ¿Cuál es la función del etiquetado en los productos químicos? *

- Identificación del producto y trazabilidad
- Mejorar la imagen del producto
- No tiene una función crítica en producción

16. ¿Qué hace si detecta que un lote tiene etiquetas incorrectas? *

- Continuar con la producción y reportarlo después.
- Informar al supervisor y cambiar la etiqueta.
- Corregir la etiqueta manualmente sin reportarlo.

17. ¿Por qué es importante limpiar los equipos después de cada lote? *

- Es un requisito para auditoria.
- No es necesaria si se usan los mismos ingredientes en la siguiente producción.
- Evitar la contaminación del siguiente lote.

18. ¿Qué productos o procedimientos se usan para la limpieza de los equipos de su área? *

- Agua y detergente
- Alcohol
- No conozco los procedimientos de limpieza
- Otros

19. ¿Cuál es la frecuencia con la que realiza la limpieza de los equipos y áreas de producción? *

- Cuando hay auditorias
- Despues de cada lote producido
- Una vez por semana
- Otro

* Obligatorio

Percepción y Necesidades de Capacitación

20. ¿Como calificaría su nivel de conocimiento sobre los procesos de formulación? *

- Alto
- Medio
- Bajo

21. ¿En qué temas le gustaría recibir capacitación? *

- Formulación y recetas
- Control de calidad y parámetros de medición
- Uso de equipos y herramientas
- Buenas Prácticas de Manufactura
- Etiquetado y Trazabilidad
- Limpieza y mantenimiento de equipos
- Manejo de químicos
- Otros

22. ¿Que otro tema le interesaría?

Escriba su respuesta

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: Check list “Auditoria de Procesos en Campo”

AUDITORIA DE PROCESOS EN CAMPO

Hola, Laboratorio. Cuando envíe este formulario, el propietario verá su nombre y dirección de correo electrónico.

1. Equipo Auditado

- Equipo #1
- Equipo #2
- Equipo #3

2. Mixer de Trabajo:

Escriba su respuesta

3. Producto que está formulando:

Escriba su respuesta

4. ¿El área de producción esta limpia y ordenada? (3 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

5. ¿No hay derrames de productos químicos en el suelo o en los equipos? (4 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

6. ¿Los materiales y herramientas están almacenados correctamente? (4 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

7. ¿Se aplican 5S en la organización del área? (4 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

9. ¿Los equipos están en condiciones operativas óptimas? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

10. ¿Se realizan inspecciones de los equipos antes de iniciar la producción? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

11. ¿No hay equipos en mal estado o con fallas visibles sin reportar? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

12. Observaciones:

Escriba su respuesta

USO DE MATERIAS PRIMAS Y FORMULACIÓN

13. ¿Las materias primas utilizadas coinciden con las especificadas en las receta? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

14. ¿Los productos están correctamente etiquetados y almacenados? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

15. ¿Se verifica la calidad de las materias primas antes de su uso? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

16. ¿Se siguen las instrucciones del POE para la preparación de las formulaciones? (5 puntos)

- Sí
- No
- Parcialmente

17. Observaciones:

Escriba su respuesta

AUDITORIA DE PROCESOS EN CAMPO

CONTROL DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

18. ¿Se cumplen los procedimientos establecidos en la fabricación de cada lote? (5 puntos)

- Sí
- No
- Parcialmente

19. ¿Los ajustes de formulación se hacen según los procedimientos establecidos? (5 puntos)

- Sí
- No
- Parcialmente

20. ¿Se lleva un registro adecuado de cada etapa del proceso? (5 puntos)

- Sí
- No
- Parcialmente

21. Observaciones:

Escriba su respuesta

AUDITORIA DE PROCESOS EN CAMPO

CUMPLIMIENTO DE PROCESOS OPERATIVOS ESTANDAR

22. ¿Los operadores conocen y saben dónde encontrar los POE en sus funciones diarias? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

23. ¿Se conocen los protocolos en caso de productos fuera de especificación? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

24. ¿Se actualizan y documentan los cambios en los POE cuando es necesario? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

25. Observaciones:

Escriba su respuesta

AUDITORIA DE PROCESOS EN CAMPO

IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

26. ¿Se pueden rastrear los lotes de materias primas utilizadas en cada producción? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

GESTION DE NO CONFORMIDADES Y MEJORA CONTINUA

27. Se identifican y reportan las desviaciones en el proceso productivo: (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

28. ¿Se toman acciones correctivas sobre hallazgos previos? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

29. ¿Los operadores proponen mejoras en los procesos cuando identifican oportunidades? (5 puntos)

- Si
- No
- Parcialmente

30. Observaciones:

Escriba su respuesta

Atrás

Enviar

Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Evaluación de control de calidad (Personal de laboratorio).

QR-DOC-007 Evaluación Control de Calidad Versión 01

En cumplimiento con el procedimiento QR-PRO-012

* Obligatorio

1. Nombre *

Jorge García

2. Laboratorio: *

- Aplicación Textil
- Desarrollo, Investigación & Calidad

3. ¿Cual es la importancia de tener un sistema de gestión de calidad? (5 puntos) *

- El control de calidad se enfoca en encontrar defectos.
- Un sistema de control de calidad mejora la calidad del producto, reduce costos, aumenta la eficiencia, garantiza el cumplimiento normativo, fortalece la confianza del cliente y mejora la competitividad. En resumen, beneficia tanto a la empresa como a los clientes.
- El control de calidad es responsabilidad del departamento de calidad.
- El control de calidad solo se aplica a la producción.

4. ¿Cuantos Productos terminados tenemos en control de calidad? (6 puntos) *

- 70
- 47
- 65
- 52

5. Equipo que no forman parte del control de calidad: (5 puntos) *

- pH metro
- Turbidímetro
- Refractómetro
- Densímetro

6. Las siguientes son características fisicoquímicas que se analizan en los productos terminados: (5 puntos) *

- pH, turbidez, viscosidad, densidad
- pH, brix, densidad, viscosidad
- pH, brix, punto de fusión, densidad
- pH, brix, punto de ebullición, densidad

7. El método de medición de brix se basa en el siguiente principio: (7 puntos) *

- El método de medición de Brix se basa en la absorción de luz por parte de la solución de sacarosa.
- Principio de incertidumbre: aprovecha el cambio en la temperatura cuando la luz pasa de un medio a otro.
- Principio de la refractometría: se mide la cantidad de desviación que sufre la luz al pasar a través de una solución en comparación con el agua pura.

8. El método de medición de pH se basa en lo siguiente: (7 puntos) *

- Se basa en la identificación de iones de carbonato en la solución.
- Se basa en la propiedad de ciertas sustancias, como los indicadores o los electrodos, de cambiar su comportamiento en respuesta a la acidez o alcalinidad de una solución.
- Se basa en la medición de la capacidad de una sustancia para contener sólidos totales disueltos.

9. Usted tiene una muestra desconocida, y su primer análisis es hacer la medición de pH, obteniendo un resultado de pH de 23.12, su conclusión es: (7 puntos) *

- La muestra está muy alcalina por lo que se debe tener cuidado ya que probablemente sea muy corrosiva.
- Hay un error en la medición o en el equipo utilizado. El pH es una escala que va desde 0 hasta 14, donde valores por encima de 14 o por debajo de 0 no son posibles en condiciones normales de laboratorio.
- El resultado de pH de 23.12 indica que la muestra es altamente ácida, lo cual es poco probable pero podría ocurrir en casos extremadamente raros de soluciones altamente concentradas de ácido clorhídrico.

10. Usted analiza una muestra cuyo STD es de pH= 4.0 - 6.0, el resultado obtenido es de pH=9.5, que acción toma: (5 puntos) *

- Ajustar el pH con un ácido.
- Ajustar el pH con un alcali
- Agregar agua para diluir el producto y así bajar el pH.

11. Laboratorio Textil le reporta resultados comparativos del lote 240819 de RTH y obtiene un DA= 1.51, DB= 0.4, DL= 1.10, Fuerza= 86.4. Cuales de las siguientes afirmaciones son correctas: (10 puntos) *

- DA = 1.51 indica que el colorante se encuentra fuera del STD de rojo.
- El colorante se rechaza ya que no cumple con los criterios de calidad.
- El colorante pasa porque el DB = 0.4 se encuentra dentro del STD de calidad.
- DL = 1.10 indica que el colorante se encuentra muy concentrado por lo que debe agregarse a la formulación.

12. Selecciona aquellas sustancias que presenten características alcalinas o básicas: (20 puntos) *

- Acido Acetico
- Soda Caustica
- Carbonato de Sodio
- Acido Clorhidrico
- Acido Sulfurico
- Jabon
- Lejía o Hipoclorito de Sodio

13. Uno de los siguientes aspectos no se verifica en la inspección de Maxicubo: (5 puntos) *

- Valvulas
- Rejilla
- Etiqueta
- Manhole
- Producto

14. Tenemos un pedido de emergencia que el cliente tiene prisa por recibir, ya que es tarde para la entrega y necesita entregar a su cliente lo programado.

sin embargo, cuando estaba evaluando los maxicubo en la expedición, encontré una contaminación en el producto. Una pequeña mosca entró en el producto, y para arreglar este producto, necesita 1 hora, y retrasará aún más al cliente. ¿Qué haces?

(5 puntos) *

- Para no retrasar la entrega y los pedidos de los clientes, se libera el envío para enviar todos los productos y el cliente para retirar la mosca.
- Tú, para el envío, retiras el producto contaminado para ordenar y entregar calidad, pero retrasará la entrega del cliente y sus pedidos, y puedes perder a este cliente.
- Finge que no lo viste y deja que algo suceda para actuar.
- Si ninguna alternativa es la correcta, ¿qué harías?

Fuente: elaboración propia

Anexo 5: Procedimiento interno para la gestión de no conformidades y acciones correctivas/preventivas

Módulo: Sistema de Gestión Integrado			
Título del Procedimiento: No Conformidades y Acciones Correctivas/Preventivas			Código: SR-PRO-023
Fecha Aprobación: 29/04/2021	Fecha de Revisión: 20/09/2024	Page 1 of 9	Revisión: 02

1. Introducción

En la búsqueda constante por mantener y mejorar la calidad de nuestros productos, es esencial contar con un proceso estructurado para la identificación, análisis y resolución de las no conformidades. Este procedimiento tiene como finalidad establecer un marco claro y consistente para abordar las no conformidades de manera eficiente, asegurando que se tomen las acciones correctivas y preventivas necesarias para evitar su recurrencia.

2. Objetivos

Identificar, registrar, evaluar y gestionar de manera eficaz las no conformidades relacionadas con la calidad, el ambiente, y la seguridad y salud en el trabajo, con el fin de asegurar la mejora continua del sistema de gestión integrado, prevenir la recurrencia de no conformidades y garantizar el cumplimiento con los requisitos normativos y las expectativas de las partes interesadas.

3. Alcance

Este procedimiento aplica a todas las áreas y procesos que forman parte del SGI de la empresa, abarcando las normas ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001.

4. Frecuencia de Aplicación

Se realizará este procedimiento cada vez que identifique una No conformidad en el Sistema de Gestión Integrado por devoluciones del cliente, quejas, auditorías internas y externas.

5. Documentos de Referencia

ISO 9001:2015- Artículo 10.2 "No conformidad y acción correctiva."
ISO 14001:2015
ISO 45001:2028

6. Documentos de Registro

Nombre y Código	Lugar de almacenamiento	Tiempo de retención	Ver Anexo
SR-DOC-023 "Registro de No Conformidad"	Microsoft Forms	1 año	Anexo 1
SR-DOC-025 "Registro de Análisis Causa Raíz y Comunicación de Plan de Acción al Cliente"	Formato de Excel	1 año	Anexo 2
SR-DOC-026 "Comunicación de Plan de Acción al Cliente"	Formato de Excel	1 año	Anexo 3

7. Definiciones

No Conformidad: Incumplimiento de un requisito especificado para un producto.

Acción Correctiva: Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada.

Acción Preventiva: Acción para eliminar la causa de una enfermedad potencial.

8. Responsables:

Coord. SGI: responsable de la gestión general de las no conformidades, incluyendo la coordinación de las acciones correctivas y preventivas, y la revisión periódica del estado de las no conformidades.

Área de Calidad: realiza las investigaciones y análisis de las no conformidades.

Jefe de área: responsable de implementar las acciones correctivas/preventivas que apliquen en su área.

Director Comercial: responsable de registrar en el formulario las No Conformidades detectadas, y mantener la comunicación con el cliente sobre las acciones correctivas/preventivas que se realicen.

9. Procedimiento

10.1. Detección y Registro de las No Conformidades

Detección

- No Conformidades relacionadas con proveedores, centralizados y enviados a través del proceso de compra.
- No Conformidades de los reclamos, quejas y devoluciones de los clientes.
- No Conformidades detectadas en auditoría internas y externas.
- No Conformidades Internas generadas en los procesos.

Registro

- La no conformidad debe ser registrada en el formulario de "Registro de No Conformidad" en Microsoft Forms inmediatamente después de su detección, indicando:
 1. Fecha de ocurrencia
 2. Nombre y Apellido de quien reporta
 3. Proceso donde se identifica la No Conformidad
 4. No conformidad detectada (texto breve como título)
 5. Descripción (Texto detallado de la no conformidad)
 6. Sistema de Gestión que aplica
 7. Origen de la No conformidad, la cual dependiendo del origen de NC desplegara listado de datos requeridos para llenar.
- El registro de no conformidad abrirá en automático una tarea en planner "Plan de Acción y Seguimiento Rethink" para gestionar las acciones correctivas, asignando como fecha de inicio el día que se registre la no conformidad.
- Se convocará a reunión a los responsables de las áreas implicadas en la No Conformidad reportada para realizar el análisis causa raíz.

10.2. Evaluación Inicial

- Se clasificará la No Conformidad según su severidad (mayor, menor; observación).
- Se asignará un código de acción a la No Conformidad, siguiendo el orden del número de hallazgo y la acción, de la siguiente manera:

Número de Hallazgo	Código de Acción
0032	AC0032
0033	AC0033

10.3. Investigación de la No Conformidad:

- **Análisis Causa Raíz:** se utilizará la herramienta de Diagrama de Ishikawa y 5 porqués para identificar la causa raíz de la No Conformidad.
- **Evidencia:** Se dejará registro de la evidencia del Análisis Causa Raíz realizado, y se adjuntará el archivo en la tarea creada en planner.

10.4. Desarrollo e Implementación de Plan de Acción

- El responsable del área debe proponer un Plan de Acción dentro de los 5 días hábiles siguientes a la identificación de la No Conformidad
- El plan de acción debe incluir:
 1. Causas de la No Conformidad.
 2. Acciones Correctivas.
 3. Fechas límites para la implementación
 4. Responsable de la Implementación
 5. Recursos necesarios

10.5. Revisión y Aprobación del Plan de Acción

- El coordinador del SGI revisará y aprobará el plan de acción propuesto.
- Si es necesario, se realizarán ajustes en las fechas o responsables para asegurar que el plan sea efectivo.

10.6. Seguimiento y Verificación

- Las acciones correctivas deben implementarse dentro del plazo acordado y su progreso revisado cada semana por el coordinador del SGI.
- Se realizará una verificación final para asegurar que la no conformidad ha sido resuelta y no se han producido recurrencias.

10.7. Reuniones de Seguimiento

- **Frecuencia:** las reuniones de seguimiento se llevarán a cabo cada 15 días.
- **Participantes:** Coord. SGI, Coord. Mejora Continua, Jefe de Laboratorio, Jefe de Producción, Encargado de Bodega, Alta Dirección, Técnicos Textiles.
- **Agenda de las Reuniones:**
 1. Revisión del estado de las no conformidades abiertas.
 2. Discusión sobre la implementación y efectividad de las acciones correctiva/preventivas.
 3. Análisis de nuevas no conformidades.
 4. Propuestas de mejora al proceso de gestión de No Conformidades

10.5. Cierre de la No Conformidad

- Una vez verificada la efectividad del Plan de Acción, el **Coordinador del SGI** dará por cerrada la No Conformidad en el registro.

10.6. Seguimiento y Verificación

- Las acciones correctivas deben implementarse dentro del plazo acordado y su progreso revisado cada semana por el coordinador del SGI.
- Se realizará una verificación final para asegurar que la no conformidad ha sido resuelta y no se han producido recurrencias.

10.7. Reuniones de Seguimiento

- **Frecuencia:** las reuniones de seguimiento se llevarán a cabo cada 15 días.
- **Participantes:** Coord. SGI, Coord. Mejora Continua, Jefe de Laboratorio, Jefe de Producción, Encargado de Bodega, Alta Dirección, Técnicos Textiles.
- **Agenda de las Reuniones:**
 1. Revisión del estado de las no conformidades abiertas.
 2. Discusión sobre la implementación y efectividad de las acciones correctiva/preventivas.
 3. Análisis de nuevas no conformidades.
 4. Propuestas de mejora al proceso de gestión de No Conformidades

10.5. Cierre de la No Conformidad

- Una vez verificada la efectividad del Plan de Acción, el **Coordinador del SGI** dará por cerrada la No Conformidad en el registro.

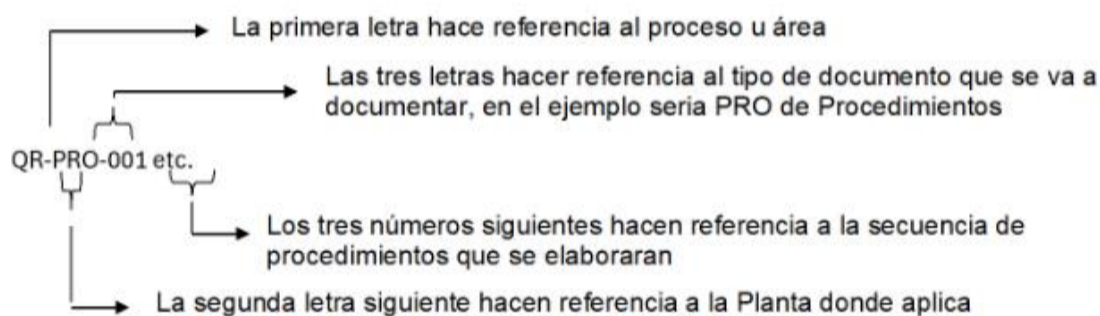
Anexo 6: Procedimiento interno para elaborar procedimientos

Título del Procedimiento: Elaboración de un Procedimiento		Código: SR-PRO-001	
Fecha Aprobación: 8/04/2024	Fecha de Revisión: 08/04/2024	Page 1 of 6	Revisión: 0

Portada

Todo procedimiento tendrá una primera parte, denominada portada, en la que aparecerán los siguientes ítems: ENCABEZADO. Aparecerá en todas las páginas del documento, en él aparecerá y se indicará:

- Logotipo de la empresa.
- Módulo: nombre del área, departamento, proceso donde se desarrollará el procedimiento.
- Número de revisión y fecha de esta.
- Fecha de aprobación: entrada en vigor del procedimiento, desde su edición inicial.
- Número de páginas: número de la página y número total de páginas
- Título del Procedimiento: nombre de la actividad a desarrollar.
- Código: codificación del procedimiento el cual también se desarrollará según la siguiente codificación



Area	Descripcion	Procedimiento	Instructivo	Registro	#Correlativo
Sistema de Gestion Integrado	SR	PRO	INS	DOC	001-etc.
Produccion	PR	PRO	INS	DOC	001-etc.
Mantenimiento	MR	PRO	INS	DOC	001-etc.
Bodega	BR	PRO	INS	DOC	001-ect
Calidad	QR	PRO	INS	DOC	001-ect
Laboratorio Textil	TR	PRO	INS	DOC	001-ect
Administración	AR	PRO	INS	DOC	001-ect
Compras	CR	PRO	INS	DOC	001-ect

Pie de Página

En el pie de página indicara lo siguiente:

- a) Elaborado por: Nombre y Apellidos de la persona Responsable del área, proceso, o departamento que elaboró el procedimiento
- b) Revisado por: Nombre y Apellidos de la persona que ha realizado la revisión del Procedimiento
- c) Aprobado por: Nombre y Apellidos de la persona que realiza la aprobación del Procedimiento, luego de ser revisado a detalle y cumple con las actividades reales en el área.

1. Introducción

Describir una reseña de la actividad o actividades que se describen en el documento.

2. Objetivo

Describir el fin a lograr o el propósito que se busca con la actividad.

3. Alcance

Aquí se delimita el ámbito de aplicación de las actividades, hacia donde o qué tiene alcance la actividad.

4. Frecuencia de Aplicación

Menciona las veces que se realizara la actividad, si es diario, mensual, anual, aleatorio o al 100%.

5. Documentos de Referencia

Se incluirá un listado con todas las normas, documentos, procedimientos u otros documentos que complementen o sean necesarios para la aplicación del procedimiento, se nombra cualquier otro documento que le sirva de soporte para la realización de la actividad

6. Documentos de Registro

Enumerar todos aquellos formatos que sirven como registro en el desarrollo de la actividad, estos pueden ser formatos en papel, una base de dato electrónica o un disco. Estos formatos deben ser codificados, se detalla donde se encuentran almacenados y cuánto será el tiempo de retención.

En el caso de que no se considere necesaria la definición de ningún término de los recogidos en el procedimiento, se podrá omitir esta cláusula eliminando este título y su numeral del conjunto del procedimiento

Nombre y Código	Lugar de almacenamiento	Tiempo de retención	Ver Anexo



7. Definiciones

Se deben incluir las definiciones de los conceptos utilizados en la redacción del documento y cuya interpretación pudiera inducir a error o que bien no sea de uso común. En el caso de que no se considere necesaria la definición de ningún término de los recogidos en el procedimiento, se podrá omitir esta cláusula eliminando este título y su numeral del conjunto del procedimiento.

8. Materiales

En él se debe mencionar todos aquellos recursos llámense: materiales, equipo, herramientas, maquinaria que se utiliza para el desarrollo de la actividad.

Nota: Este apartado aplica únicamente para los procesos operativos.


Nombre	Descripción	Uso	Imagen de Referencia
Destornillador Plano	NS-110943 Destornillador Plano	Utilizado para reactivar el sistema de la estación manual quitando el seguro con un destornillador y subiendo la perilla.	
Tablero Prensa Papel	NS-100982 Tablero Tamaño Carta	Utilizado para colocar los formatos impresos y agilizar el proceso de mantenimiento preventivo.	

9. Responsables

Aquí se recogen las responsabilidades de los distintos intervinientes en los aspectos que se contemplan en el documento. Las responsabilidades se asignan a cargos o funciones, nunca nominalmente. La de estas responsabilidades debe ser clara, concreta y sucinta (breve, concisa y precisa).

10. Seguridad

Se definen todas aquellas condiciones y acto inseguros a los que puede estar expuesta la persona que ejecuta la actividad, el equipo de protección personal con el que debe contar y el correcto uso

Nombre	Descripción del material	Uso	Imagen de Referencia
Mascarilla	NS -100423 caja de mascarilla quirúrgica de tres capas	Uso obligatorio en todo momento para reducir las probabilidades de contagio contra el COVID-19.	

Nota: Este apartado aplica únicamente para los procesos operativos.

11. Procedimiento

Aquí se describen, por orden cronológico, las etapas o pasos necesarios para realizar las actividades que son objeto del procedimiento, incluyendo, entre otros, criterios de aceptación/rechazo, medios a utilizar, calificación del personal; si procede.

Estructura para redactar el paso a paso de una actividad Quién, Qué, Cómo, Cuándo y Dónde

12. Anexos

Aquí se colocan todas aquellas imágenes que de forma visual representen algún soporte a los procedimientos las cuales pueden ser, tablas estándares, imagen de maquinaria y su descripción de partes, modelos o formatos de registro etc. Se incluirán, siempre que se considere oportuno, los diagramas de flujo que sean necesarios para realizar una descripción sinóptica del desarrollo de las actividades objeto del procedimiento.

13. Historial de Revisiones

Se indicará el número de la Revisión del Procedimiento, la fecha en la que se ha realizado u las causas del cambio y quien autoriza el cambio.

No. de revisiones	Descripción del cambio	Razón del cambio	Responsable	Fecha del cambio
0	Elaboración de Procedimiento de cómo hacer un procedimiento.	Requerimiento ISO Estandarización de procedimientos del SGI	Coord. SGI	8/04/2024

Figura 79 Anexo 6: Procedimiento interno para elaborar procedimientos

Anexo 7: Capacitación base a personal de producción

FORTALECIMIENTO DEL CONOCIMIENTO TÉCNICO Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN PRODUCCIÓN DE QUÍMICOS

Proceso Productivo

1. PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD

MODULO 1

Objetivo General:

Explicar la importancia de los parámetros de calidad en la producción de productos químicos y cómo su control garantiza la conformidad con las especificaciones del cliente.

Objetivos Específicos:

- Definir los parámetros de calidad más relevantes en la producción química.
- Capacitar en la correcta medición y verificación de estos parámetros en cada etapa de producción.
- Identificar desviaciones comunes y las acciones correctivas adecuadas.

PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD

¿Qué es un Parámetro de Calidad?

Un parámetro de calidad es una característica medible o observable que se utiliza para evaluar si un producto cumple con los estándares y especificaciones establecidas.

Estos parámetros garantizan que el producto final tenga las propiedades adecuadas para su uso y que cumpla con los requisitos del cliente y las normas de calidad.



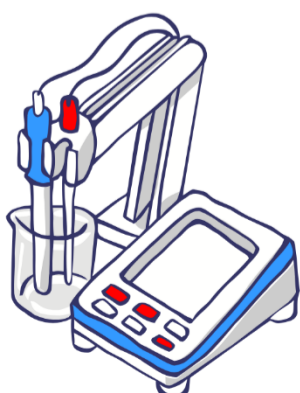
Características Parámetro de Calidad:

- ✓ Es medible u observable: Se determina a través de pruebas físicas, químicas o sensoriales.
- ✓ Tiene límites establecidos: Existen rangos aceptables dentro de los cuales el producto es considerado conforme.
- ✓ Afecta la funcionalidad del producto: Si está fuera de especificación, puede

PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD

Químicos

pHmetro



pH scale

Acidic Neutral Alkaline



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

CLASIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE QUÍMICOS



1	2	3	4
Siliconas	Dispersantes	Tensoactivos	Secuestrantes
Destinado para suavizantes. Son productos incompatibles con agua, deben ser emulsionados con tensoactivos previo al contacto con agua.	Destinados para auxiliares de teñido. Pueden ser sales o líquidos cuya función es disminuir el tamaño de las partículas y dispersarlas para un teñido uniforme.	Los tensoactivos, también conocidos como surfactantes, son sustancias que influyen en la tensión superficial entre dos fases, como líquido-líquido o líquido-sólido.	Productos utilizados para la eliminación de iones metálicos.

CLASIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE QUÍMICOS



5	7	8
Ácidos y Bases	Buffers	Sales
Productos utilizados el ajuste del pH.	Sustancia destinada a estabilizar el pH de un producto.	Por lo general se observan como polvos, granulos o cristales. Pueden tener diversas funciones dentro de los productos como ser secuestrantes, estabilizantes, aportar conductividad, entre otros.

IMPACTO DE LA CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS EN LOS PRODUCTOS TERMINADOS



Materia Prima	Impacto en producto final	Posibles problemas si esta fuera de especificación
Ácidos y Bases	Ajustan el pH de la formulación.	pH fuera de rango → inestabilidad, pérdida de efectividad.
Sales	Impactan en la concentración de °Brix	°Brix incorrecto → producto diluido o sobreconcentrado.
Dispersantes	Ayudan en la homogeneidad y apariencia del producto.	
Siliconas		Exceso → espuma no deseada, defecto → pérdida de suavidad, una mala emulsión puede provocar grumos.
Secuestrantes	Eliminan impurezas metálicas que afectan color y estabilidad.	Sin ellos → formación de precipitados.
Tensoactivos	Emulsión de productos no solubles en agua.	Separación del producto, poca resistencia del producto.

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR

MODULO 3



Objetivo General:

Explicar la importancia de los Procedimientos Operativos Estándar (POE) en la producción química, cómo consultarlos y aplicarlos correctamente para asegurar la calidad y la estandarización de los procesos.

Objetivos Específicos:

- ✓ Definir qué son los POE y su importancia en la producción.
- ✓ Explicar la estructura de un POE y cómo interpretarlo correctamente.
- ✓ Capacitar en la consulta y aplicación de los POE en la operación diaria.
- ✓ Fomentar buenas prácticas en la documentación y actualización de los procesos.

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR



¿Qué son los POE y por qué son esenciales en producción?

Definición: Un POE es un documento que describe paso a paso cómo realizar una tarea específica de manera correcta, segura y consistente.

Propósito: Asegurar que todos los operadores realicen las tareas de la misma manera, reduciendo errores y mejorando la eficiencia.

Beneficios de los POE:

- Facilitan la capacitación de nuevos empleados.
- Mejoran la calidad y reducen el porcentaje de productos no conformes.

Consecuencias de no seguir un POE:

- Variaciones en la calidad del producto.
- Errores en la dosificación o preparación de fórmulas.
- Riesgos de seguridad en la manipulación de químicos.

DESCRIPCIÓN DE LA ORDEN DE PRODUCCIÓN



Centro: [] Fecha: 31.10.2024 Página: 001

Lista de objetos Duplicado

Orden: 8011720

Material: 0100008108331

Lot: []

Clasif. Operación: 2257 Orden: PROMOTO TERMINADO

Clasif. necesidad: 015 Producto Terminado

Resp. otal. fabric.: 010 Producción Producto Terminado

Ctd.orden: 1,210,000 KG Inicio: 09.10.2024 Fin: 09.10.2024

Reserva: 0001304124 Version Fabricación: V05

Ctd.op.: 1,210,000 UM N°Mot: Status ProTbjo

KG 0002240282 IMPR LTR

TextCaract

PI 23 C

INDICE DE REFRACCION

% de Refracción

ASPECTO FISICO

Componentes de operación 0010 en sec.0:

Número mat. Ce Alm. Ctd.necesaria UM

0100008108331 1500 0000000

Figura 84 Anexo 7: Capacitación base a personal de producción

Anexo 8. Análisis causa raíz

rethink				
RETHINK				
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo				
Título del Documento: Registro de Análisis Causa Raíz Acciones C/P		Código: SR-DOC-025		
Fecha de Aprobación: 01/03/2024	Fecha de Revisión: 1/03/2024	Pag: 1/1	Revisión: 00	
Solicitante de Análisis Causa Raíz: Fecha de solicitud: Responsables:		Áreas Implicadas:		Evidencia
Descripción de la No Conformidad:				
<p>The diagram is an Ishikawa (fishbone) diagram. A central horizontal line points to a grey arrow-shaped head labeled 'PROBLEMA'. Six causes are connected to this line by diagonal lines:</p> <ul style="list-style-type: none"> MEDIO AMBIENTE (yellow box) - Causa MANO OBRA (blue box) - Causa MÉTODO (yellow box) - Causa MATERIALES (yellow box) - Causa MAQUINARIA (blue box) - Causa MEDICIÓN (yellow box) - Causa 				
PLANE DE ACCIÓN CORRECTIVAS/PREVENIVITAS				
Acciones Correctivas/Preventivas	Responsable	Fecha de Entrega	Estatus	
PARTICIPANTES DEL ANÁLISIS				
Nombre & Apellidos	Cargo Desempeñado			

Anexo 9. Constancias de Validación de instrumento de investigación.



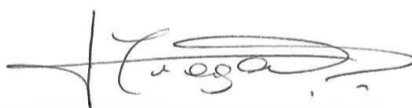
CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

Yo Jefferson Aragao Izutani, con documento de identificación No _____, de _____ profesión _____, Director de Tecnología _____, con título en Ciencias Biológicas, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento Identificación de conocimientos técnicos en producción. A efectos de aplicación en Empresa XYZ con el fin de recolectar información para la elaboración de un Trabajo de Tesis denominado “Propuesta de mejora para la formulación de químicos de la empresa XYZ”.

Luego de realizar las observaciones pertinentes, puedo estipular las siguientes valoraciones:

DESCRIPCION	EXCELENTE	BUENO	ACEPTACBLE	DEFICIENTE
Redaccion de los Items	✓			
Claridad y precision	✓			
Pertinencia	✓			
Congruencia de los Items	✓			
Coherencia de los items	✓			
Manejo de contenido	✓			

Fecha: 02/02/2024


Firma

CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

Yo Lidia Guevara, con documento de identificación No 1627 1990 00287, de Coordinadora del Sistema de Gestión profesión Lic. Química Industrial, con título en Lic. Química Industrial, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento de identificación de conocimientos técnicos en producción Empresa XYZ. A efectos de aplicación en Empresa XYZ con el fin de recolectar información para la elaboración de un Trabajo de Tesis denominado “Propuesta de mejora para la formulación de químicos de la empresa XYZ”.

Luego de realizar las observaciones pertinentes, puedo estipular las siguientes valoraciones:

DESCRIPCION	EXCELENTE	BUENO	ACEPTACBLE	DEFICIENTE
Redaccion de los Items	X			
Claridad y precision	X			
Pertinencia	X			
Congruencia de los Items	X			
Coherencia de los items	X			
Manejo de contenido	X			

Fecha: 02/02/2024



 Firma

CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo Juan Carlos Muñoz Mayes

Identidad No. 0501-1966-07607

Licenciado en Ingeniería Industrial

Maestría en Dirección empresarial con orientación a finanzas

Doctorado en No aplica

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado:

Propuesta de mejora en los procesos de formulación de químicos de la empresa XYZ.

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):

Marta Iveth Perdomo Castellanos y Nusly Nineth Galvan Amaya

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de San Pedro Sula

Departamento Cortés

Nombre Juan Carlos Muñoz Mayes

Fecha 1 de noviembre 2024 Firma: 

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Hondureña de Maquiladores (AHM). (2023, marzo 14). *LA EMPRESA RETHINK SE CERTIFICA BAJO NORMAS DE CALIDAD ISO | ZIPodemos*.
<https://www.ahm-honduras.com/zipodemos/?p=10491>
- Bogota, A. M. (2024). *Alcaldia Mayor de Bogota*. Recuperado el 2 de 11 de 2024, de
<https://www.sdp.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/accion-correctiva-1#:~:text=Conjunto%20de%20acciones%20tomadas%20para,u%20otra%20situaci%C3%B3n%20no%20deseable>
- Botero, Arbelaez y Mendoza. (2017). *MÉTODO ANOVA UTILIZADO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD*. Pereira.
- BRIDGE, D. (9 de 2023). *DATA BRIDGE*. Recuperado el 4 de 11 de 2024, de
<https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-textile-chemicals-market>
- Caballero, J. (24 de Agosto de 2011). *Control Estadístico*. Obtenido de
<http://jairocaballero.blogspot.com/2011/08/metodo-6m-o-analisis-de-dispersion.html>
- Celis, O. L. M., & Garcíaa, J. M. S. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23-43.
- Contreras, E., & Perez, R. (2021). (PDF) Priorización de problemas en talleres metalmecánicos: Dos casos de estudio en Boyacá-Colombia. *ResearchGate*.
<https://doi.org/10.54139/riiant.v7i27.161>
- Coronel-Carvajal, C. (2023). Las variables y su operacionalización. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Empresa XYZ, E. (2024). *Sistema de Gestion Integrado*.
- Eddine, A., & Abdullah, H. (2020). (PDF) Process improvement methodology selection in manufacturing: A literature review perspective. *ResearchGate*.
<https://doi.org/10.21833/ijaas.2021.03.002>

- Equipos de medición—Suministros en Metrología.* (2024, junio 7).
<https://suministrosenmetrologia.com/equipos-de-medicion/>
- Estadística, P. y. (2023, julio 18). *Metodología 5W2H: Qué es, cómo usarla, ejemplo y ventajas.* Probabilidad y Estadística. <https://www.probabilidadyestadistica.net/5w2h/>
- EURACHEM. (2011). *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement.*
https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf
- Equipos y laboratorios de Colombia. (s. f.). *QUE ES LA METROLOGIA?* (Colombia) [Text].
Equipos y laboratorio de Colombia; equiposylaboratorio.com. Recuperado 18 de marzo de 2025, de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-la-metrologia>
- FORBES, S. (11 de ENERO de 2023). La industria textil crece un 10% en 2022, hasta 6.651 millones, según Modaes.es y Cityc. Recuperado el 04 de 11 de 2024, de <https://forbes.es/ultima-hora/217841/la-industria-textil-crece-un-10-en-2022-hasta-6-651-millones-segun-modaes-es-y-cityc/>
- FORBES, S. (2023). La industria textil latinoamericana se ha recuperado entre un 2% y un 4%. Recuperado el 4 de 11 de 2024, de <https://forbes.com.mx/la-industria-textil-latinoamericana-se-ha-recuperado-entre-un-2-y-un-4/>
- Gómez et al. (2013). Incidencia de la certificación ISO 9001 en los indicadores de productividad y utilidad financiera de empresas de la zona industrial de Mamonal en Cartagena. *ELSEVIER DOYMA*. Recuperado el 2 de 11 de 2024, de <https://pdf.sciencedirectassets.com/287546/1-s2.0-S0123592313X70020/1-s2.0-S0123592313700251/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEQaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIEAVXUbmSh725UumcS%2BN2bQKAflfzHXDteD5%2FRy1czWcAiBuTIgNjCTJST4f9yZIVoJQwcRdQ12V8ZxjsC9IAGAx>
- Flintec. (2024, octubre 21). *Básculas Industriales: Resolución y linealidad.*
<https://waagenet.de/blog/industriewaagen-erklart/>
- García P., M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2014a). MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS. *Industrial Data*, 6(1), 089.
<https://doi.org/10.15381/idata.v6i1.5992>

- García P., M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2014b). MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS. *Industrial Data*, 6(1), 089. <https://doi.org/10.15381/idata.v6i1.5992>
- Grupo Elcatex. (s.f.). *RETHINK SE CERTIFICA EN NORMAS DE CALIDAD ISO – Elcatex*. <https://www.elcatex.com/es/rethink-se-certifica-en-normas-de-calidad-iso/>
- Hernández et al., R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGrawHill.
- Hérrandez, A. (2019). *Propuesta de implementación del modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones América*. Bogotá, Colombia.
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hasibuan, S., & Hardi, P. (2018). (PDF) Application of Kaizen Concept with 8 Steps PDCA to Reduce in Line Defect at Pasting Process: A Case Study in Automotive Battery. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.31695/IJASRE.2018.32800>
- Industria y Comercio Superintendencia. (2017). *Procedimiento de Calibración de Básculas. Instrumentos de Medición - ¿Qué y Cuáles son? Tipos y Lista 【 2024 】*. (s. f.). Instrumentos de Medición. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <http://instrumentosdemedicion.org/>
- Industrial Minset. (s.f.). *Insutrial Minset*. Obtenido de <https://industrialmindset.com/el-legado-de-toyota-y-la-gestion-de-calidad/>
- International Institute for Sustainable Development. (1 de 6 de 2023). *International Institute for Sustainable Development*. Recuperado el 4 de 11 de 2024, de <https://sdg.iisd.org/commentary/policy-briefs/textiles-under-a-new-global-chemicals-and-waste-framework/>
- ISO. (2024). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/20/62085.html>
- (ISO 9001), I. O. (2015). *SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD REQUISITOS*. ICONTEC.
- Jean Marie, G. S. (2004). *Formulación Presentación General*. Venezuela. Recuperado el 19 de 10 de 2024, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44627493/S011A_Formulacion-libre.pdf?1460387282=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_DE_LOS_ANDES_FORM
ULACION_Pre.pdf&Expires=1729373816&Signature=LMghrc1n3ipqYBDr71jtKi
3Guy70IWXeZcWHWhqlKXlr

Jeimy Pineda, Fabricio Linarez. (2021). *Propuesta de Mejora para el Proceso de Fabricación de Calcetas Mediante la Metodología Six Sigma*. Tesis, UNITEC.

Jaquin, C., Rozak, A., & Hardi, P. (2020). (PDF) *Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle*. ResearchGate. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.16>

La Prensa. (2024). *PIPSA PVC obtiene certificación ISO 9001-2015 y refuerza su compromiso con la calidad e innovación*. www.laprensa.hn.
<https://www.laprensa.hn/teinteresa/honduras-pipsa-obtiene-certificacion-iso-9001-2015-compromiso-calidad-innovacion-PD21114902>

Morales-Salas, R. (2024). (PDF) *Matriz de Congruencia Metodológica como herramienta para gestionar el proceso investigativo*. ResearchGate.
<https://doi.org/10.56162/transdigital337>

Pulido, H. G., & Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*.
<https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>

QAC. (2024). *Asociación Española de la Calidad*. Recuperado el 2 de 11 de 2024, de <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/indicadores/>

Render, B. H. (2021). *Principios de administración de operaciones*. (1 ed.). Pearson Education. Recuperado el 19 de 10 de 2024, de <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=4722>

Robles, B. (2019). *Población y muestra*. Lima.

Rodriguez, L. (10 de 10 de 2024). *Industria de la maquila en Honduras perdió 21,042 empleos en dos años*. *EL HERALDO*. Recuperado el 19 de 10 de 2024, de <https://www.elheraldo.hn/economia/industria-maquila-honduras-perdio-21042-empleos-en-dos-anos-JM21963695>

Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la Investigación* (4ta ed.).

- Soprote Minitab. (s. f.). *Interpretar los resultados clave para Estudio R&R expandido del sistema de medición* [Mtbtopic]. Recuperado 18 de marzo de 2025, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/how-to/gage-study/expanded-gage-r-r-study/interpret-the-results/key-results/>
- Thomas L. Wheelen, J. D. (2013). *Administración estratégica y política de negocios*. Pearson Educación. Recuperado el 2 de 11 de 2024
- Torres, P. I. M., Paz, I. K., & Salazar, I. F. G. (s. f.). *MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA UNA INVESTIGACIÓN. 03*.
- Toledo, M. (2024). *Desarrollo y producción de formulaciones exactas*. Recuperado el 2 de 11 de 2024, de https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Laboratory_weighing/formulation_development.html#:~:text=La%20formulaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,para%20crear%20un%20producto%20espec%C3%ADfico
- Vara, D. R. (2014). *Mejora Continua*. Obtenido de <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/GU%C3%8DA-MEJORA-CONTINUA.pdf>
- Vinazco Isaza, L. E. (s. f.). *Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad R&R Repeatability and Reproducibility Study of R & R*.