

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Título de la investigación**

**“Diseño de un sistema integral de procesos para medición de productividad y eficacia  
laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa”**

**Nombre de la estudiante:**

Nicole Andrea Cordero Martínez

**Tutor:**

Ing. Allan Maroto Coto

**Sede Aranjuez**

**Abril, 2026**

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo final de graduación tiene como objetivo diseñar un sistema integral de medición de la productividad y la eficacia laboral en el Departamento de Producción de la empresa Tés Mondaisa; una organización costarricense dedicada a la elaboración de productos naturales derivados del té, ubicada en San Antonio de Escazú, San José.

La investigación surge ante la necesidad de la empresa de contar con una herramienta estructurada, confiable y ordenada que permita evaluar el desempeño de sus procesos productivos y del personal operativo. Actualmente, Tés Mondaisa carece de un sistema formal de medición que facilite la captura, análisis y seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPI), lo que limita significativamente la toma de decisiones basadas en datos objetivos y oportunos.

El Departamento de Producción opera bajo un esquema continuo distribuido en tres turnos diarios, con un equipo de 24 colaboradores operativos que trabajan en cinco líneas de producción especializadas: tés puros, mezclas aromáticas, tés funcionales, infusiones frías y productos especiales. La capacidad instalada permite procesar aproximadamente 12,500 unidades por turno; sin embargo, se evidencia una marcada variabilidad en el rendimiento real, oscilando entre 8,200 y 11,800 unidades debido a factores como la disponibilidad de insumos, el estado de la maquinaria y la ausencia de procesos estandarizados de medición.

El diagnóstico realizado mediante herramientas de ingeniería industrial reconocidas internacionalmente —incluyendo análisis SIPOC, diagramas de flujo, mapas de procesos, técnicas de medición de tiempos, análisis Lean (Muda, Mura y Muri), diagramas de Ishikawa, análisis de Pareto y la técnica de los 5 por qué— reveló que aproximadamente el 75% de los procesos operativos carecen de indicadores claros y estandarizados. Esta situación genera una gestión basada en percepciones subjetivas más que en datos cuantificables, afectando directamente la capacidad competitiva de la empresa en el sector alimentario costarricense.

Las consecuencias identificadas son multifacéticas y abarcan cuatro dimensiones principales: financieras, operativas, legales y administrativas. Desde el punto de vista económico, se estima una pérdida del 12-18% del presupuesto operativo anual debido a ineficiencias no detectadas, desperdicios ocultos, tiempos muertos no registrados y capacidad instalada subutilizada. A nivel operativo, la falta de métricas claras impide responder ágilmente a las demandas del mercado y mantener estándares de calidad consistentes, erosionando la confianza de clientes y distribuidores.

Además, la ausencia de retroalimentación objetiva sobre el desempeño genera incertidumbre en el equipo de trabajo, afectando negativamente la moral y motivación de los colaboradores.

Las causas raíz del problema responden a una combinación compleja de factores organizacionales, técnicos y culturales, destacando la falta de metodologías formales de medición, recursos tecnológicos limitados para recolección y análisis de datos, ausencia de capacitación en herramientas de gestión de operaciones, así como una cultura organizacional que históricamente no ha priorizado la medición sistemática del desempeño.

Ante esta problemática, se propone el diseño de un sistema integral de medición estructurado en cinco niveles jerárquicos interconectados: (1) Nivel de Captura de Datos, mediante estaciones de registro digital, sensores automáticos y formatos de registro manual; (2) Nivel de Procesamiento y Validación, que incluye validación automática, consolidación de fuentes y almacenamiento estructurado; (3) Nivel de Análisis e Indicadores, que define 13 indicadores clave de desempeño (KPI) alineados con los objetivos estratégicos de la empresa; (4) Nivel de Visualización y Reportes, que genera *dashboards* en tiempo real y reportes automatizados en diferentes frecuencias; y (5) Nivel de Toma de Decisiones y Mejora Continua, que establece comités de seguimiento, ciclos de revisión y planes de acción correctiva.

El sistema propuesto integra herramientas reconocidas de ingeniería industrial como el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), metodologías de gestión de calidad total (TQM), mapeo del flujo de valor (VSM), análisis ABC de inventarios, balance de líneas de producción, estudio de tiempos y movimientos, junto con tecnologías de monitoreo industrial (IoT/SCADA) y la métrica de Eficiencia Global del Equipo (OEE). Esta integración garantiza un enfoque holístico que considera tanto aspectos técnicos como humanos del proceso productivo.

Los beneficios esperados de la implementación se clasifican en cuatro categorías principales:

**Beneficios administrativos:** mejora en la planificación estratégica mediante información histórica consistente y análisis de tendencias, información de gestión integral a través de indicadores clave en tiempo real y comunicación organizacional efectiva mediante informes estándar que promueven la coherencia entre departamentos.

**Beneficios económicos:** ahorro de costos significativo mediante la identificación de actividades que no agregan valor, con una reducción esperada del 10-15% en gastos operativos durante el primer año; aumento significativo de beneficios al optimizar la relación entrada-salida; gestión de

inventario sofisticada que minimiza costos de almacenamiento y obsolescencia; aumento de la productividad laboral del 15-25%; y mejora en la competitividad de costos que permite mantener o aumentar márgenes de rentabilidad.

Beneficios legales: cumplimiento sólido con las leyes laborales costarricenses; documentación extensa lista para auditorías de organismos reguladores como SENASA y el Ministerio de Salud; trazabilidad completa del producto desde la materia prima hasta el producto final; reducción significativa de riesgos legales mediante notificaciones preventivas de desviaciones procedimentales y cumplimiento de regulaciones ambientales.

Beneficios operativos: estandarización completa de procesos que elimina la variación excesiva; mejora continua sistemática basada en el modelo PDCA; erradicación de tiempo de inactividad con reducción esperada del 20-30% durante el primer año; optimización del uso de recursos materiales y humanos, además, fortalecimiento de la cultura organizacional orientada a la excelencia.

Para asegurar una implementación exitosa y sostenible, se establecen mecanismos de control y retroalimentación que incluyen la creación de un Comité de Seguimiento Interdisciplinario, definición de indicadores clave específicos, implementación en fases controladas iniciando con un proyecto piloto, capacitación continua del personal, adecuación tecnológica progresiva y rutinas de revisión periódica. El análisis económico confirma la viabilidad financiera del proyecto mediante el cálculo del retorno de inversión y el análisis costo-beneficio.

El estudio se fundamenta en una metodología de investigación aplicada con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), utilizando técnicas de recolección de datos como observación directa, entrevistas semiestructuradas, análisis documental y mediciones de campo. Por su parte, la población objetivo comprende los 24 operarios del Departamento de Producción, los tres supervisores de turno y el gerente de producción.

Las conclusiones del estudio confirman que la ausencia de un sistema estructurado de medición genera consecuencias críticas en la eficiencia operativa, la calidad del producto, la satisfacción laboral y la competitividad de la empresa. El sistema propuesto constituye una respuesta estratégica sólida que, de ser implementado, permitirá a Tés Mondaisa superar sus brechas operativas y fortalecer su posición competitiva mediante la transformación de datos en decisiones informadas, la optimización del uso de recursos y el fortalecimiento del desarrollo profesional de sus colaboradores.

Las recomendaciones se organizan en horizontes temporales (corto, mediano y largo plazo) y abordan aspectos técnicos, operativos y culturales. En el corto plazo (0-3 meses), se sugiere implementar un diagnóstico inicial exhaustivo, diseñar un plan de comunicación interna, establecer líneas base de medición y constituir el Comité de Seguimiento. En el mediano plazo (3-9 meses), se recomienda documentar de forma estandarizada todos los procesos productivos, realizar talleres de capacitación integral, implementar un proyecto piloto y adquirir progresivamente las herramientas tecnológicas necesarias. En el largo plazo (9+ meses), se enfatiza la necesidad de fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos, consolidando el sistema como parte integral de la gestión del departamento.

Este Trabajo Final de Graduación se enmarca en la línea de investigación *Diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas productivos o de servicios*, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión operativa de Tés Mondaisa y al desarrollo de soluciones aplicadas propias de la ingeniería industrial. La propuesta presentada no solo resuelve las necesidades inmediatas de la empresa, sino que establece las bases para una transformación sostenible hacia la excelencia operativa y la competitividad en el mercado nacional e internacional del té.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
DECLARACIÓN JURADA .....	3
CARTA DE RESOLUCIÓN DEL TUTOR DEL TFG.....	4
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR.....	12
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA .....	13
CARTA DE INCORPORACIÓN DE MODIFICACIONES AL TFG .....	14
RESUMEN EJECUTIVO .....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	28
Generalidades de la Empresa .....	29
Planteamiento del Problema.....	31
Objetivos .....	33
Objetivo general .....	33
Objetivos específicos.....	33
Justificación.....	34
<b>Beneficios administrativos</b> .....	34
<b>Beneficios económicos</b> .....	35
<b>Beneficios legales</b> .....	36
<b>Beneficios operativos</b> .....	37
Antecedentes .....	39
Proyecciones.....	43
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	46
Conceptos Generales .....	46

	20
Definiciones relacionadas al tema TFG .....	46
Medición del Rendimiento .....	47
Conceptos propios de la Industria .....	48
Indicadores relacionados con el tema TFG .....	50
Herramientas para la recolección de datos .....	54
Cuestionario .....	55
Entrevista.....	55
Fichas de observación .....	56
Herramientas de estadística.....	56
Estadística descriptiva.....	57
Estadística inferencial .....	59
Herramientas para Describir el Problema .....	61
Herramientas para Medir las Consecuencias.....	64
Herramientas .....	65
Tipos de Consecuencias .....	68
Herramientas para Analizar las Causas .....	70
Pasos generales para el análisis de causas.....	70
Principales Herramientas Aplicadas.....	71
Herramientas para el Diseño .....	76
Herramientas para el Control de la Implementación del Diseño.....	80
Pasos del proceso de control .....	81
Análisis económico .....	82
Diagrama de Gantt .....	83
Resumen de herramientas.....	83

	21
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....	84
Enfoque .....	84
Alcance.....	86
Diseño.....	86
Variables .....	88
Muestra.....	92
Instrumentos .....	94
Recolección de Datos .....	95
Método de Análisis.....	98
Cronograma.....	100
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	103
Descripción del Problema .....	103
Caracterización del Problema por la Línea de Producción .....	111
Medición de las Consecuencias.....	116
Análisis de las Causas .....	138
CAPÍTULO V DISEÑO.....	151
Diseño.....	151
Plan de Capacitación del Personal .....	171
Cronograma de Capacitación .....	172
Presupuesto del Programa de Capacitación.....	172
Observaciones .....	173
Control de la implementación .....	173
Implicaciones .....	174
Factores de implementación.....	175

Gestión de Riesgos .....	175
Indicadores del cumplimiento .....	178
Indicadores de calidad.....	179
Indicadores de riesgo.....	180
Métricas de éxito y Go/No-Go .....	181
Análisis Económico.....	181
Explicación de la inversión .....	182
Análisis Financiero.....	182
Desempeño Operativo Actual del Departamento .....	182
Proyección Esperada de la Mejora .....	183
Presupuesto de Implementación.....	183
VAN, TIR y Periodo de Recuperación .....	184
Flujo de Caja del Proyecto .....	184
Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	186
Período de Recuperación.....	186
Relación Costo-Beneficio (C/B) .....	186
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	187
Conclusiones .....	187
Recomendaciones.....	189
<b>Corto Plazo (0-3 meses)</b> .....	189
<b>Mediano plazo (3-9 meses)</b> .....	190
<b>Largo plazo (9+ meses)</b> .....	191
APÉNDICES .....	192
Apéndice I .....	192

Fichas Técnicas de Indicadores de Productividad y Eficacia.....	192
Indicador 1: Eficiencia Operativa Global.....	192
Indicador 2: Productividad por Operario .....	192
Indicador 3: Tiempo de Ciclo Promedio .....	193
Indicador 4: Porcentaje de Desperdicio .....	193
Indicador 5: Índice de Calidad .....	194
Indicador 6: Disponibilidad de Maquinaria .....	195
Indicador 7: Cumplimiento del Plan de Producción .....	195
Indicador 8: Tiempo de Preparación (Setup Time) .....	196
Indicador 9: Tasa de Ausentismo.....	196
Indicador 10: Capacidad Utilizada.....	197
Indicador 11: Costo de Producción por Unidad .....	197
Indicador 12: Índice de Rotación de Inventario .....	198
Indicador 13: Satisfacción del Personal Operativo .....	198
Apéndice II.....	199
Instrumentos de Recolección de Datos .....	199
Instrumento 1: Guía de Entrevista Semiestructurada para Personal Supervisorio .....	199
Apéndice III.....	200
Formatos y Plantillas del Sistema de Medición .....	200
Formato 1: Registro Diario de Producción por Turno.....	200
Concepto.....	200
Valor .....	200
Observaciones .....	200
Hora de inicio .....	200

Hora de finalización .....	200
Número de operarios .....	200
Unidades producidas .....	200
Unidades defectuosas .....	200
Tiempo de paros (min) .....	200
Materia prima utilizada (kg).....	200
Eficiencia calculada (%)......	200
Apéndice IV .....	200
Cronograma de Implementación Detallado.....	200
Apéndice V .....	202
Manual de Procedimientos del Sistema Integral .....	202
Procedimiento 1: Registro Diario de Datos de Producción.....	202
REFERENCIAS .....	204
Artículos Científicos.....	204
Páginas Web .....	206
Libros.....	207
Tesis.....	208
Normas .....	209

## **TABLAS**

Tabla 1 Tipos de consecuencias.....	68
Tabla 2 Variables .....	89
Tabla 3 Muestra.....	92
Tabla 4 Instrumentos .....	94

Tabla 5 Recolección de Datos .....	96
Tabla 6 Método de Análisis .....	98
Tabla 7 Análisis del problema mediante la herramienta 5W-2H.....	104
Tabla 8 Análisis SIPOC del proceso productivo de Tés Mondaisa .....	106
Tabla 9 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción .....	109
Tabla 10 Caracterización del Problema por la Línea de Producción .....	111
Tabla 11 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas.....	114
Tabla 12 Clasificación de las consecuencias del problema .....	117
Tabla 13 Análisis de desperdicios de materia prima (promedio mensual) .....	118
Tabla 14 Costos mensuales por reprocesos y productos no conformes .....	121
Tabla 15 Análisis de horas improductivas mensuales .....	122
Tabla 16 Resumen de consecuencias financieras del problema .....	123
Tabla 17 Variables capturadas en el nivel operativo del sistema.....	153
Tabla 18 Reglas de validación de datos del sistema.....	154
Tabla 19 Sistema de indicadores clave de desempeño (KPI) propuesto .....	155
Tabla 20 El sistema genera reportes automatizados en diferentes frecuencias .....	160
Tabla 21 Reporte semanal de indicadores de producción laboral .....	161
Tabla 22 Indicador Semana actual Meta Variación versus meta Tendencia*Semana anterior.....	161
Tabla 23 Análisis líneas de producción .....	161
Tabla 24 Especificaciones de hardware requerido .....	165
Tabla 25 Software y licencias requeridas .....	165
Tabla 26 Programa de capacitación por niveles .....	171
Tabla 27 Distribución del personal a capacitar .....	172
Tabla 28 Detalle de costos del programa de capacitación.....	172

Tabla 29 Cálculo de cargas sociales (Costa Rica).....	173
Tabla 30 Plan de mitigación para la gestión de riesgos en la implementación del sistema integral .....	175
Tabla 31 Fases de implementación del sistema.....	176
Tabla 32 Indicadores de cumplimiento .....	179
Tabla 33 Indicadores de calidad .....	179
Tabla 34 Indicadores de riesgo .....	180
Tabla 35 Métricas de éxito .....	181
Tabla 36 Rendimiento actual del departamento .....	182
Tabla 37 Proyección esperada.....	183
Tabla 38 Presupuesto detallado de implementación.....	183
Tabla 39 Flujo de caja del proyecto (horizonte 1 año).....	185
Tabla 40 Resultados del análisis financiero .....	185

## **FIGURAS**

Figura 1 Organigrama .....	30
Figura 2 Eficacia Operativa.....	51
Figura 3 Eficiencia Operativa.....	52
Figura 4 Índice de Calidad .....	52
Figura 5 Tasa de Desperdicio .....	53
Figura 6 Tiempo de Ciclo.....	54
Figura 7 Distribución de frecuencias.....	57
Figura 8 Medidas de tendencia central.....	57
Figura 9 Medidas de variabilidad.....	58
Figura 10 Pruebas de hipótesis.....	59
Figura 11 Coeficiente de correlación .....	60

Figura 12 ANOVA.....	60
Figura 13 Porcentaje acumulado .....	63
Figura 14 Overall Equipment Effectiveness .....	64
Figura 15 Número de Prioridad de Riesgo .....	65
Figura 16 Overall Equipment Effectiveness .....	79
Figura 17 Fórmula VAN.....	82
Figura 18 Fórmula TIR.....	82
Figura 19 Fórmula Análisis Costo Beneficio .....	82
Figura 20 Cronograma .....	100
Figura 21 Diagrama Gantt.....	101
Figura 22 Mapa de procesos del Departamento de Producción de Tés Mondaisa.....	107
Figura 23 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción .....	108
Figura 24 Análisis comparativo de líneas de producción.....	112
Figura 25 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas.....	115
Figura 26 Análisis de consecuencias financieras .....	119
Figura 27 Arquitectura del sistema.....	151
Figura 28 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).....	178

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente trabajo final de graduación tiene como objetivo el diseño de un sistema integral de medición de la productividad y la eficacia laboral en el Departamento de Producción de la empresa Tés Mondaisa. Este proyecto surge a partir de la necesidad de la organización de contar con una herramienta clara, ordenada y confiable que permita evaluar el desempeño de sus procesos productivos y del personal que participa en ellos. Actualmente, la empresa no dispone de un sistema estructurado que facilite la medición continua de estos aspectos, lo que limita la toma de decisiones basadas en datos reales y oportunos.

El proyecto consiste en analizar la situación actual del área de producción, identificar las principales debilidades relacionadas con la medición de la productividad y la eficacia laboral, así como proponer un sistema integral que permita registrar, analizar y dar seguimiento a indicadores clave de desempeño. Dicho sistema busca brindar información útil para mejorar la gestión operativa, optimizar el uso de los recursos y fortalecer el desempeño del personal, contribuyendo así al logro de los objetivos organizacionales de la empresa.

La importancia de este proyecto radica en que la productividad y la eficacia laboral son factores determinantes para la competitividad de cualquier empresa industrial, especialmente en el sector alimentario. En el caso de Tés Mondaisa, contar con un sistema de medición adecuado permitirá identificar oportunidades de mejora, reducir desperdicios, optimizar tiempos de producción y mejorar la calidad de los productos. Asimismo, el sistema facilitará una gestión más ordenada y transparente, al permitir evaluar el rendimiento de los procesos y del personal de manera objetiva.

Desde el punto de vista de la viabilidad, el proyecto es factible tanto a nivel técnico como organizacional. La empresa cuenta con la información necesaria, acceso a los procesos productivos y disposición del personal para colaborar con el desarrollo del estudio. Además, el diseño del sistema propuesto no requiere inversiones excesivas ni tecnologías complejas, ya que se basa en herramientas de medición y análisis propias de la ingeniería industrial, lo que facilita su implementación y sostenibilidad en el tiempo.

Este trabajo se estructura en seis capítulos, los cuales permiten desarrollar el proyecto de forma ordenada y coherente. El Capítulo I, correspondiente a la introducción, presenta una visión general del proyecto, el contexto de la empresa, el planteamiento del problema, los objetivos, la

justificación y los antecedentes que fundamentan la investigación. Este capítulo permite al lector comprender la razón de ser del estudio y su relevancia para la empresa.

El Capítulo II, denominado Marco Teórico, expone los principales conceptos, definiciones y enfoques teóricos relacionados con la productividad, la eficacia laboral, la medición del desempeño y la mejora continua. Asimismo, se incluyen herramientas y modelos utilizados en la ingeniería industrial que sirven de base para el diseño del sistema propuesto.

El Capítulo III, correspondiente al Marco Metodológico, describe el enfoque de la investigación, el tipo y alcance del estudio, la población y muestra seleccionada, así como los instrumentos y técnicas utilizadas para la recolección y análisis de datos. Este capítulo explica de manera clara cómo se desarrolla la investigación y cómo se obtienen los datos necesarios para cumplir los objetivos planteados.

El Capítulo IV presenta el Análisis de la Situación Actual del Departamento de Producción de Tés Mondaisa. En este apartado, se describen las condiciones actuales, se analizan las consecuencias de la falta de un sistema de medición y se identifican las causas principales que afectan la productividad y la eficacia laboral.

El Capítulo V desarrolla el Diseño del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral. En este capítulo, se presentan los indicadores seleccionados, las herramientas de control, el modelo de implementación y los mecanismos de seguimiento propuestos para mejorar la gestión operativa del Departamento de Producción. Finalmente, el Capítulo VI expone las Conclusiones y recomendaciones del estudio, donde se resumen los principales hallazgos de la investigación y se proponen acciones concretas para la implementación y mejora continua del sistema diseñado.

Este trabajo final de graduación se enmarca en la línea de investigación denominada *Diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas productivos o de servicios*, ya que propone el diseño de un sistema que busca mejorar los procesos productivos de una empresa mediante la medición y análisis de la productividad y la eficacia laboral. De esta manera, el proyecto contribuye al fortalecimiento de la gestión operativa de Tés Mondaisa y al desarrollo de soluciones aplicadas propias de la ingeniería industrial.

## **Generalidades de la Empresa**

Para abordar los orígenes de la empresa Tés Mondaisa, de acuerdo con lo mencionado, se busca investigar el año en que inició sus operaciones o en el que se consolidó como la organización reconocida que es en la actualidad. Mondaisa comenzó en 1985 como una pequeña finca dedicada a la siembra de hierbas orgánicas, ubicada en las faldas del volcán Poás, en la provincia de Alajuela, la cual abastecía la demanda de especias locales en San José, Costa Rica (Mondaisa, 2024).

En sus primeros años, la empresa incursionó en el mercado nacional lanzando condimentos e infusiones de zacate de limón, menta y diversos compuestos a base de plantas medicinales, ampliando posteriormente su oferta con una variedad de infusiones naturales (Mondaisa, 2024).

La misión de Tés Mondaisa consiste en ofrecer a los clientes una amplia gama de productos naturales elaborados bajo los más altos estándares de calidad, con el propósito de promover el bienestar y la salud de los consumidores en todos los mercados donde participa. Asimismo, su visión es consolidarse como una empresa reconocida por la diversificación de sus productos naturales a nivel nacional e internacional (Mondaisa, 2024).

A continuación, en la Figura 1 se muestra el organigrama de la empresa.

*Figura 1 Organigrama*



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La empresa Tés Mondaisa se localiza 200 metros al norte y 100 metros al este de la Iglesia católica de San Antonio de Escazú, en San José, Costa Rica (Mondaisa, 2024). Desde sus inicios, ha integrado la responsabilidad social como un pilar fundamental de su cultura empresarial, esforzándose constantemente por construir un mundo mejor. La compañía mantiene un firme compromiso con el medio ambiente y desarrolla diversas iniciativas que contribuyen al bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Entre sus acciones más destacadas, se encuentra la instalación de paneles solares en la planta de producción y las oficinas, lo que permite reducir aproximadamente 2,2 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Además, las bolsitas de té están elaboradas con papel filtro compostable, capaz de transformarse en abono orgánico, mientras que otros materiales, como el hilo de algodón y las tintas utilizadas, son completamente biodegradables.

Los empaques también se diseñan con materiales reciclables, como cajas de cartón y envolturas de papel, complementados con un manejo responsable de los desechos dentro de la empresa. En línea con este compromiso, Mondaisa participa activamente en el programa Bandera Azul Ecológica, implementando buenas prácticas ambientales que reducen su impacto ecológico y contribuyen a mitigar el cambio climático.

Durante 2020 y 2021, la compañía logró disminuir significativamente el consumo de papel gracias a la digitalización de registros y al reciclaje del material existente, lo que permitió rescatar el equivalente a 1,96 árboles. Asimismo, sus colaboradores promueven una conducción responsable, planificando rutas y aplicando técnicas de manejo eficiente que reducen el consumo de combustible, las emisiones de gases de efecto invernadero y los riesgos viales.

Finalmente, Mondaisa mantiene una política de manejo responsable de residuos en conjunto con sus proveedores, quienes colaboran devolviendo los desechos generados por los materiales utilizados en la planta de producción. De esta manera, la empresa reafirma su compromiso con la sostenibilidad y el respeto por el planeta

### **Planteamiento del Problema**

La problemática central radica en la falta de un sistema integral y cohesionado que permita medir con precisión la productividad y la eficacia laboral dentro del Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Esta carencia no es un detalle administrativo; afecta directamente la capacidad de la empresa para diagnosticar con claridad las áreas que demandan mejoras urgentes o estratégicas.

Sin una herramienta robusta que capture y traduzca el desempeño real, el proceso de optimización se vuelve complejo, dificultando la toma de decisiones fundamentadas y eficaces.

Además, la ausencia de este sistema estructurado impacta en la habilidad de la organización para competir en mercados cada vez más exigentes y dinámicos. La productividad y la eficacia laboral son indicadores esenciales que deben ser monitoreados cuidadosamente, si se aspira a mantener estándares elevados y sostenibles. Cuando estas métricas no se controlan ni analizan adecuadamente, la empresa incurre no solo en pérdidas potenciales de eficiencia, sino también en el riesgo de quedar rezagada respecto a sus competidores, que sí cuentan con sistemas de gestión modernos y precisos.

Otro aspecto relevante es la limitación que esta carencia impone sobre la gestión de recursos humanos y materiales. En ausencia de datos claros y fiables, la asignación de tareas, el diseño de planes de mejora y la detección de cuellos de botella se convierten en procesos intuitivos o reactivos, en lugar de estratégicos y proactivos. Esto genera no solo desperdicio de tiempo y esfuerzo, sino también un desgaste en la motivación y compromiso del equipo, que pierde la referencia necesaria para evaluar su propio desempeño de forma objetiva y constructiva.

Asimismo, esta problemática refleja un vacío en la cultura organizacional relacionada con la mejora continua y la excelencia operativa. Sin un sistema que brinde seguimiento detallado y constante, la organización no puede fomentar eficazmente hábitos de evaluación crítica ni establecer metas claras, alcanzables y medibles. En consecuencia, el desarrollo profesional y operativo se ve limitado, y la empresa afronta la difícil tarea de mantener estándares altos sin contar con el soporte estructural necesario para evidenciar avances reales y sostenidos.

Finalmente, esta situación encierra un reto mayor, pues afecta la capacidad de Tés Mondaisa no solo para gestionar el presente, sino también para proyectar su crecimiento y adaptación futura. Un sistema integral de medición es mucho más que una herramienta administrativa; es un motor que impulsa la transformación, permitiendo identificar oportunidades, anticipar riesgos y consolidar una ventaja competitiva basada en la eficiencia y el compromiso laboral. La ausencia de este genera, por tanto, un vacío que limita el potencial total de la empresa y su evolución en un entorno cada vez más demandante y en constante cambio.

Problemáticas secundarias:

- Falta de indicadores claros y confiables que reflejen el rendimiento real del personal y de los procesos productivos.
- Deficiencias en la gestión interna que impiden una adecuada asignación y optimización de recursos humanos y materiales.
- Insuficiente integración de datos cualitativos y cuantitativos que permitan una evaluación completa del desempeño diario.
- Ausencia de un sistema que fomente una cultura organizacional orientada a la mejora continua y a la excelencia operativa.

<b>Problemática</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores Principales</b>
<b>Falta de indicadores</b>	<b>Indicadores</b>	Productividad, eficiencia, calidad
<b>Deficiencias en gestión</b>	<b>Procesos</b>	Utilización recursos, desperdicio
<b>Insuficiente integración</b>	<b>Desempeño Personal</b>	Volumen trabajo, competencias
<b>Ausencia cultura mejora</b>	<b>Cultura Organizacional</b>	Iniciativas, satisfacción, tendencias

### **Objetivos**

A continuación, se presentan los objetivos del proyecto:

#### **Objetivo general**

Diseñar un sistema integral de procesos que permita medir la productividad y la eficacia laboral en el área de producción de Tés Mondaisa, con el fin de optimizar la gestión operativa y fortalecer la eficiencia de los colaboradores durante el primer cuatrimestre del 2026.

#### **Objetivos específicos**

- Describir la problemática asociada a la falta de un sistema integral de medición del desempeño laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa.
- Analizar el impacto de la falta de un sistema integral de medición en la eficiencia operativa del Departamento de Producción.
- Determinar las causas que originan la falta de un sistema integral de medición en el área de producción.

- Diseñar un sistema integral y metodológico que facilite la recolección, el análisis y el seguimiento de los datos relacionados con la productividad y el rendimiento laboral.
- Establecer mecanismos de control y retroalimentación que garanticen la implementación efectiva del sistema propuesto y promuevan una cultura de mejora continua en el Departamento de Producción.

### **Justificación**

La implementación de un sistema de medición de alta productividad y eficiencia en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa está justificada por varios motivos que abarcan diferentes ámbitos y afectan directa e indirectamente la competitividad y solvencia de la empresa.

En el mercado global actual, donde la industria del té siempre se enfrenta al reto de encontrar mejores soluciones económicas y de calidad (rentabilidad), la inexistencia de un sistema de medición fiable se ha convertido en una de las preocupaciones más pronunciadas. El sector de procesamiento de alimentos en Costa Rica, específicamente la industria de procesamiento de té, está bajo una presión creciente para optimizar sus recursos, cumplir con los estándares internacionales de calidad y demostrar su nivel de eficiencia operativa tanto a los interesados internos como externos.

Debido a la ubicación de Tés Mondaisa, esta industria necesita una forma de medición que no solo le permita saber cómo se encuentra actualmente para observar desviaciones, sino también cómo debería continuar mejorando su posición y desempeño en el valle y la región.

### **Beneficios administrativos**

La aplicación del sistema integrado de medición ofrecerá ventajas administrativas rudimentarias que revolucionarán la gestión del Departamento de Producción de Tés Mondaisa:

Mejora de las decisiones estratégicas: al permitir el acceso a datos confiables y oportunos del rendimiento del Departamento de Producción, puede contrarrestar gesticulaciones subjetivas en lugar de otras obsoletas. Los gerentes y empleados de fábrica tendrán el respaldo de datos sólidos para tomar decisiones, avanzando para evitar problemas de seguridad o defectos en los productos.

Optimización de la Gestión de Recursos Humanos: gracias a la medición sistemática del rendimiento de individuos y grupos, se proporcionará una detección automática de necesidades de

capacitación particulares, la redistribución de personal más adecuada según habilidades y cargas de trabajo mantenidas, así como el reconocimiento objetivo de los empleados de alto rendimiento. Esto permitirá implementar programas de desarrollo profesional dirigidos y llevar a cabo la planificación de sucesión basada en criterios medibles.

Mejora de la planificación estratégica: la existencia de información histórica consistente y el análisis de tendencias facilitarán una planificación más segura tanto a mediano como a largo plazo. Los administradores pueden establecer objetivos significativos y estimar el volumen de recursos necesarios, así como los posibles desafíos operativos, para los patrones formados por las tendencias de desempeño histórico.

Información de gestión integral: esta información detallada puede ser monitoreada a nivel resumido; también beneficia al monitoreo integral de sus indicadores clave de rendimiento (KPI) y mostrarlo gráficamente, de manera que la información esté disponible en su sala de control a tiempo para evitar que los problemas se conviertan en desastres. Esto incluye controlar la efectividad de las líneas de producción, el funcionamiento de la maquinaria y la calidad del producto. Además, realizar otras tareas asignadas por la Gerencia de la empresa.

Comunicación organizacional efectiva: el sistema creará informes estándar y personalizados para varios niveles de jerarquía, mejorando así la comunicación vertical y horizontal en la organización. Esto promoverá la coherencia en los objetivos de los departamentos y la transparencia sobre la efectividad de la empresa.

### **Beneficios económicos**

El retorno tangible y medible de este proyecto es lo que se gana financieramente al utilizar el sistema:

Ahorro de costos dramático: identificará y facilitará las actividades que no agregan valor al proceso de producción, lo que llevará a una reducción del desperdicio de tiempo, materiales y energía. Al examinar cuidadosamente el sistema del molino, se pueden descubrir costos ocultos que actualmente son ineficiencias. Se espera una reducción del 10 al 15% en gastos operativos durante el primer año de implementación.

Aumento significativo de beneficios: optimizar la relación entre entrada y salida puede llevar directamente a un aumento de la rentabilidad. Al mejorar la utilización de las materias primas y

reducir el desperdicio, mejorará el beneficio económico por cada kilogramo de té procesado. Esto es de particular importancia, ya que el costo de la materia prima representa alrededor del 40-50% del costo total de producción para la industria del té.

Gestión de inventario sofisticada: el sistema proporcionará la capacidad para una mejor gestión de inventarios de materias primas, WIP y FG. Con esto, los costos de almacenamiento en exceso, la obsolescencia del producto, así como el daño al producto serán minimizados. El sistema también minimizará el nivel de *stock*, liberando capital de trabajo para que sea invertido en actividades generadoras de valor.

Aumento de la productividad laboral: cuando se mide el rendimiento y se realizan cambios basados en evidencia, hay un claro aumento en la productividad laboral. Se puede anticipar un aumento del 15-25% en la productividad total del departamento, lo que contribuirá directamente al aumento de la producción sin costos fijos adicionales.

ROI medible: la solución será capaz de proporcionar métricas específicas para medir el ROI de cada iniciativa de mejora implementada. Esto permitiría asignar futuras inversiones para priorizar aquellas con mayor retorno económico, maximizando la cantidad de recursos financieros que la empresa posee.

Competitividad de costos: una mayor eficiencia permite a Tés Mondaisa presentar una oferta comercial más alta en el mercado, con la cual puede mantener o aumentar su margen. Esto es particularmente importante en el mercado actual, que está bajo severas presiones de precios, pero también es cada vez más exigente desde una perspectiva reguladora de calidad.

### **Beneficios legales**

La adopción del sistema de medición integrado ofrece beneficios legales esenciales para la empresa, tanto para protegerla como para habilitar el cumplimiento normativo:

Sólido cumplimiento con las leyes laborales:

El programa está comprometido con el estricto cumplimiento de las leyes laborales de Costa Rica, incluyendo el Código de Trabajo, las regulaciones del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y los estándares de salud ocupacional. Por lo tanto, el registro constante de horarios, cargas de trabajo y condiciones laborales servirá como prueba objetiva del cumplimiento de los derechos laborales, evitando posibles disputas legales y sanciones administrativas para la empresa.

Documentación extensa lista para auditorías: la solución producirá automáticamente documentación enfocada y estructurada de cada proceso de producción, proporcionando un rastro de evidencia que hará mucho más fáciles las auditorías internas y externas. Este registro será requerido como parte del expediente para obtener el cumplimiento de los protocolos establecidos por los organismos reguladores, como el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), el Ministerio de Salud y agencias de certificación internacional.

Trazabilidad completa del producto: el proyecto busca asegurar que el nuevo sistema permita una trazabilidad completa tal como lo requiere la Ley de Bienestar y Salud Animal y en línea con estándares internacionales de seguridad alimentaria. Cada lote de producción será trazable desde la materia prima hasta el producto final, permitiendo una respuesta inmediata a cualquier posible solicitud por parte de las autoridades sanitarias o para cualquier retiro de producto.

Reducción significativa de riesgos legales: la sistematización de la medición y documentación reduce considerablemente el riesgo de deficiencias regulatorias no detectadas. El programa notificará con antelación sobre desviaciones procedimentales que llevarían a la no conformidad regulatoria, proporcionando acciones correctivas preventivas antes de que se conviertan en problemas legales.

Cumplimiento de regulaciones ambientales: el consumo de energía, agua y recursos, así como la generación de residuos también facilitará la comparabilidad con las regulaciones ambientales existentes en Costa Rica, como la Ley de Gestión Integral de Residuos, y regulaciones del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). También protegerá a la empresa de sanciones ambientales y ayudará a cumplir sus metas de sostenibilidad.

### **Beneficios operativos**

Desde el punto de vista práctico, las ganancias operativas son la razón básica para la reestructuración de la productividad en Mondaisa Tés:

Estandarización completa de procesos: el sistema definirá procesos estándar para todas las tareas realizadas en el Departamento de Producción, eliminando la variación excesiva que actualmente afecta la calidad y el esfuerzo. Esta estandarización abarcará procedimientos de trabajo, procesos temporales, factores de calidad y procedimientos de mantenimiento. Además, la estandarización de métodos reducirá el tiempo que los nuevos empleados necesitan para superar la curva de aprendizaje y disminuirá los errores operativos.

Mejora continua sistemática: al analizar los datos de rendimiento, el sistema asegura que las áreas potenciales de mejoras puedan ser identificadas constantemente. Se seguirá un ciclo formal de práctica de mejora basado en el modelo de PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), lo que en la práctica significa que cada mejora realizada será medida y probada primero antes de hacerse permanente. Esto desarrollará una cultura organizacional de mejora continua.

Erradicación de tiempo de inactividad: basándose en la observación en tiempo real de la línea de producción, el sistema reconoce y elimina eficazmente interrupciones no programadas del proceso, configuraciones superfluas y esperas preventivas. Se introducirán alertas automáticas en tiempo real para rastrear los posibles impedimentos, a fin de que se puedan tomar medidas correctivas al instante. Se espera que la mejora en la eficiencia de los tiempos de inactividad disminuya entre un 20 y un 30% durante el transcurso del primer año de implementación.

Optimización del flujo productivo: la revisión paso a paso permitirá optimizar las secuencias de operaciones y equilibrar las cargas de trabajo entre estaciones, además de orquestar actividades de trabajo para mejorar el rendimiento general. Esto implicaría diseños óptimos de planta, movimientos entreplantas minimizados y mejor sincronización de los turnos de trabajo.

Control de calidad: el sistema introducirá controles de calidad en línea, los cuales previenen que los artículos que no cumplen con las especificaciones continúen, para garantizar la calidad consistente de todos los productos. Se establecerán límites estadísticos para variables de calidad críticas y se activarán intervenciones automáticas cuando la producción esté fuera de especificaciones. Esto reducirá en gran medida la variabilidad en el producto final y reducirá rechazos y retrabajos.

Gestión de recursos: el registro preciso de las materias primas consumidas, energía y otros recursos hará posible enfocarse en las oportunidades para optimización que actualmente pasan desapercibidas. Para la nueva gestión de recursos, la identificación de nuevos patrones de consumo, estrategias para la resolución y la optimización de recetas del producto será vital para usar la materia prima más eficazmente.

Aumento de la flexibilidad operativa: la solución permitirá la visibilidad necesaria para ajustar rápidamente la producción en función de los cambios en la oferta y demanda, la disponibilidad de materias primas y las solicitudes especiales de los clientes. Esta flexibilidad será esencial para asegurar que los clientes sean bien atendidos y obtener una buena satisfacción por parte de ellos,

además que los recursos productivos se maximicen y que su distribución en los distintos comercios llegue a los clientes de la mejor manera.

### **Antecedentes**

A continuación, se describen los antecedentes considerados para el desarrollo del proyecto:

López y Zeledón (2016) realizaron una investigación aplicada a la empresa FERROMAX, en Matagalpa, Nicaragua, en la que utilizaron herramientas de ingeniería de métodos para analizar y optimizar los sistemas de organización, gestión y producción. Su estudio se centró en diagnosticar las ineficiencias operativas de los procesos productivos, proponiendo prácticas adecuadas para la mejora continua y el establecimiento de especificaciones técnicas. La metodología empleada incluyó la observación directa de las operaciones, la medición de tiempos estándar y el análisis de movimientos, con el fin de identificar los puntos críticos que afectaban la productividad general de la planta.

Como resultado, los autores lograron definir procedimientos más eficientes, así como indicadores técnicos y organizacionales que permiten cuantificar el desempeño y apoyar la toma de decisiones gerenciales (p.59). Su propuesta constituye un referente metodológico aplicable a la industria del té, ya que demuestra la importancia de vincular la ingeniería de métodos con la gestión de indicadores de rendimiento, garantizando la alineación entre la eficiencia operativa y los objetivos estratégicos de la empresa.

Hernández (2017) en su artículo titulado: *Sistemas de control de gestión y de mediación del desempeño: conceptos básicos como marco para la investigación*, publicado en la revista Ciencia y Sociedad, desarrolló un modelo teórico centrado en la gestión del desempeño organizacional a través de sistemas de control. El estudio abordó los fundamentos conceptuales de la medición del rendimiento en entornos laborales (p.120), destacando la necesidad de establecer indicadores específicos, definir frecuencias de evaluación y crear mecanismos efectivos de retroalimentación. Además, el autor analizó cómo la mediación del desempeño puede influir en la productividad organizacional y en la capacidad de las empresas para responder a entornos cambiantes.

Como resultado, Hernández formuló un marco conceptual que integra dimensiones cuantitativas y cualitativas del desempeño, proponiendo un modelo de control adaptable a distintas estructuras empresariales. Su propuesta destaca la importancia de vincular la información generada por los indicadores con la toma de decisiones estratégicas, lo que permite desarrollar sistemas más precisos

y dinámicos de evaluación. Este aporte resulta especialmente relevante para organizaciones que buscan implementar sistemas de medición integral orientados a la mejora continua y a la gestión eficiente del talento humano.

Por su parte, Grados y Obregón (2018), en su investigación: *Implementación del ciclo de mejora continua Deming para mejorar la productividad en el área de logística de la empresa de confecciones KUYU S.A.C. Lima-2016*, publicada en la revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, aplicaron la metodología PDCA (Plan-Do-Check-Act) como herramienta para incrementar la eficiencia operativa en procesos logísticos. Los autores realizaron un diagnóstico detallado de los flujos de trabajo, tiempos de proceso y uso de recursos, complementado con observaciones y registros empíricos. La metodología permitió estructurar acciones de mejora, seguimiento de resultados y ajustes basados en evidencia, alineando las metas operativas con los objetivos de productividad (p.33).

Los resultados obtenidos evidenciaron aumentos significativos en la productividad del área de logística y una reducción de los tiempos de ciclo, demostrando la efectividad del ciclo Deming para promover la mejora continua. Asimismo, el estudio confirmó que la aplicación de metodologías estructuradas de medición y control contribuye a fortalecer la toma de decisiones, optimizar recursos y consolidar una cultura organizacional orientada a la eficiencia y al aprendizaje constante.

Duran, Serna y Montañez (2018) desarrollaron un sistema integrado de gestión en la Fundación Universitaria Horizonte de Bogotá, combinando los estándares ISO 9001:2015 y OHSAS 18001:2007. La investigación se orientó a establecer una estructura de gestión que unificara los procesos de calidad y seguridad ocupacional bajo una misma plataforma metodológica. Para ello, aplicaron un enfoque basado en auditorías internas, análisis de riesgos, definición de procedimientos normalizados y desarrollo de indicadores de gestión.

Los resultados obtenidos demostraron que la integración de sistemas de calidad y seguridad genera mejoras significativas en la eficiencia, la productividad y el clima organizacional. Además, los autores evidenciaron que las metodologías estandarizadas y los indicadores de desempeño constituyen herramientas clave para la toma de decisiones informadas. Este aporte respalda la necesidad de que Tés Mondaisa implemente un sistema integral de medición alineado con estándares internacionales que permitan optimizar procesos y elevar su competitividad industrial.

Por su lado, Meza (2018) diseñó un modelo de Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) orientado a mejorar la productividad laboral en una empresa del sector químico-industrial en Lima. Su investigación integró herramientas de gestión preventiva, control de riesgos y análisis de condiciones laborales, utilizando observaciones en campo, entrevistas y encuestas de satisfacción. El estudio abordó la relación entre la salud ocupacional, el bienestar de los colaboradores y el rendimiento operativo de la organización.

Los resultados alcanzados confirmaron una relación directa entre la gestión de la seguridad laboral y el aumento de la productividad (p.118), evidenciando que las condiciones de trabajo seguras influyen positivamente en el desempeño del personal. Además, Meza identificó indicadores de medición útiles para monitorear el progreso en materia de seguridad, eficiencia y rendimiento, planteando un modelo adaptable a industrias como la alimentaria, donde las condiciones laborales impactan directamente en la calidad y la efectividad de la producción.

Así mismo, Veliz (2018) implementó un sistema de gestión integrado en el Matadero Municipal del distrito de Tumbes, Perú, con el objetivo de mejorar la eficacia del servicio mediante la integración de los procesos operativos y administrativos. Su investigación aplicó métodos de análisis organizacional, evaluación de calidad y medición de la eficiencia de los servicios prestados. Para ello, se utilizaron indicadores de control y herramientas metodológicas para analizar la relación entre factores operativos, características de calidad y satisfacción de los usuarios (p.331).

Como resultado, el autor demostró que los sistemas integrados de gestión permiten evaluar simultáneamente variables de eficiencia, calidad y servicio. Además, propuso un modelo de medición estructuralmente adaptable a distintos contextos productivos, destacando que las métricas de productividad deben considerar no solo la cantidad producida, sino también la calidad, el tiempo de ejecución y la satisfacción del cliente. Este enfoque integral aporta una visión complementaria al diseño de sistemas de medición en la industria del té, donde la calidad del producto depende de una gestión eficiente y coordinada.

Mora (2019) llevó a cabo un estudio sobre la producción de té a partir de subproductos del café en una finca cafetalera de Mataquescuintla, Guatemala. La investigación se centró en el aprovechamiento de la pulpa residual del café como materia prima alternativa, con el propósito de promover prácticas sostenibles y reducir el desperdicio de recursos. Se analizaron las etapas de

secado, fermentación y empaque, aplicando parámetros de control para determinar la eficiencia energética y el aprovechamiento de insumos.

Los resultados obtenidos evidenciaron la viabilidad técnica y económica del uso de subproductos del café para elaborar té, además de identificar factores de eficiencia asociados a la gestión de recursos y la sostenibilidad del proceso (p.115). Mora concluyó que la aplicación de indicadores de eficiencia y sostenibilidad es esencial para monitorear la productividad en la industria del té. Su propuesta ofrece una base metodológica para Tés Mondaisa, al demostrar cómo la integración de variables ambientales y productivas puede mejorar el rendimiento y la responsabilidad social empresarial.

Castillo y Carreño (2020), en su artículo *Diseño metodológico para la caracterización de procesos: caso empresas metalmecánicas del departamento de Boyacá*, publicado en la revista INGE CUC, desarrollaron una metodología orientada a la documentación, análisis y estandarización de procesos industriales. La investigación aplicó herramientas de ingeniería de procesos y levantamiento técnico de información para identificar actividades críticas, flujos de trabajo, recursos y tiempos asociados a las operaciones productivas (p.250). Esta caracterización permitió comprender de manera integral el comportamiento de los procesos y sus interdependencias, proporcionando una base sólida para la mejora de la eficiencia.

Como resultado, los autores establecieron una guía metodológica que facilita la comprensión y optimización de los procesos productivos, la cual puede ser adaptada a diferentes sectores manufactureros. Su estudio resalta la importancia de definir indicadores de desempeño y criterios de medición objetivos que permitan comparar resultados, establecer estándares y diseñar sistemas de control adecuados. Este modelo constituye una referencia relevante para el diseño de sistemas de medición de productividad aplicables a contextos industriales como el de Tés Mondaisa.

Por otra parte, Muñoz et al. (2021), en su artículo *Propuesta metodológica para diseñar productos más sostenibles en la etapa de producción*, publicado en la Revista RedCA, desarrollaron un enfoque metodológico enfocado en la integración de la sostenibilidad en los sistemas productivos. La investigación incorporó herramientas de análisis energético, evaluación del ciclo de vida y diseño sostenible para examinar la eficiencia de los procesos de manufactura. Los autores destacaron la relevancia de incluir criterios ambientales en la toma de decisiones, proponiendo una

estructura metodológica que evalúa el impacto de los materiales, los recursos y la energía utilizada en la producción.

Los resultados obtenidos demostraron que la inclusión de indicadores ambientales en los sistemas de medición favorece la eficiencia operativa y la responsabilidad social empresarial (p.114). Además, el estudio evidenció que la sostenibilidad puede convertirse en un componente estratégico dentro de los modelos de productividad, al contribuir a la reducción de costos y a la mejora del posicionamiento competitivo. Este enfoque resulta especialmente pertinente para industrias agroalimentarias, como Tés Mondaisa, donde el equilibrio entre productividad, eficiencia energética y sostenibilidad es fundamental.

Páez y Sama (2023), en su artículo *Modelo de aseguramiento de procesos: aplicación en la planta de yogur Paraíso*, publicado en la revista Ingeniería Industrial, propusieron un modelo integral de aseguramiento de procesos enfocado en la productividad, la trazabilidad y la gestión de calidad en la industria alimentaria. La metodología combinó el control de mantenimiento preventivo, el monitoreo de indicadores de desempeño y la evaluación de la eficiencia operativa en distintos puntos del proceso productivo. Los autores recopilieron datos sobre el comportamiento de la maquinaria, el rendimiento del personal y la consistencia de la producción (p.19).

Los resultados alcanzados reflejaron una mejora sustancial en la estandarización de los procesos, la reducción de fallas técnicas y el fortalecimiento del control de calidad. El estudio concluyó que los sistemas de medición integrales permiten mejorar la trazabilidad y la toma de decisiones en entornos productivos complejos. Este modelo evidencia la viabilidad y los beneficios de implementar un sistema de medición integral en plantas de producción, lo que guarda una estrecha relación con el objetivo de Tés Mondaisa de fortalecer su competitividad y eficiencia operativa a través de herramientas tecnológicas y metodológicas alineadas con los principios de la Industria 4.0.

### **Proyecciones**

El ingreso operativo constituye el motor esencial que impulsa la necesidad urgente de reestructurar y optimizar la productividad en Tés Mondaisa. No se trata únicamente de un indicador financiero; es una expresión palpable del desempeño integral de la empresa que refleja cómo sus procesos, recursos y talentos se conjugan para generar resultados económicos sostenibles. Esta fuente de

ingresos pone en evidencia las áreas donde el potencial productivo está desaprovechado y desde donde se pueden trazar rutas claras para la transformación efectiva.

En primer lugar, se espera contar con un diagnóstico exhaustivo y documentado del sistema actual de medición en el área de producción, que permita mostrar, de manera objetiva y medible, las brechas que obstaculizan el adecuado flujo operativo. Este análisis no solo contempla los métodos y registros existentes, sino que también se adentra en la funcionalidad de los controles de calidad y la capacidad tecnológica disponible. Con esta base tangible, la empresa podrá tener una visión realista del contexto sobre el que se apoya su operación y cómo el ingreso operativo sufre directamente por estas carencias.

Por otro lado, la cuantificación precisa y rigurosa de las consecuencias derivadas de la falta de integración en los sistemas de medición es vital para comprender la magnitud del impacto en las finanzas y la operación. La pérdida de tiempo, la inconsistencia en el rendimiento, el desperdicio de materia prima, así como las ineficiencias en maquinaria y coordinación no son solo cifras abstractas, sino factores que minan el ingreso operativo. Este escenario confirma que el estancamiento productivo se traduce en ingresos comprometidos y subraya la necesidad imperiosa de un cambio estructurado.

Además, profundizar en las causas que originan estas deficiencias revela un entramado complejo de factores tecnológicos, organizacionales y humanos. La falta de comunicación fluida entre áreas, responsabilidades mal definidas, recursos tecnológicos insuficientes y niveles dispares de capacitación conforman un mosaico de obstáculos que penalizan la producción y, en consecuencia, erosionan el ingreso operativo. Reconocer estas causas permite diseñar intervenciones concretas y priorizadas que no solo solucionan síntomas, sino que también atacan raíces estructurales del problema.

En este marco, la propuesta del diseño de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral emerge como una respuesta estratégica sólida y visionaria. Este diseño sistemático, basado en indicadores clave tanto cuantitativos como cualitativos, además de herramientas automatizadas y mecanismos de control, se proyecta como el catalizador para alinear las operaciones con los objetivos financieros y estratégicos de la empresa. Esta reestructuración tiene como finalidad recuperar y potenciar el ingreso operativo mediante la estandarización, monitoreo en tiempo real y optimización de los procesos.

Posteriormente, la implementación de un plan piloto permitirá validar la efectividad del sistema diseñado, generando datos y experiencias que reafirmen el impacto positivo esperado sobre la eficiencia y productividad. Este paso asegura que la propuesta no quede en teoría, sino que sea un modelo con resultados tangibles que mejore el ingreso operativo de manera medible y replicable. Los beneficios anticipados, como la reducción significativa de la variabilidad productiva y el aumento en la eficiencia, son manifestaciones concretas del impulso que esta reestructuración brindará al resultado final.

Para este punto, la relación directa entre el ingreso operativo y la reestructuración productiva en Tés Mondaisa subraya que la búsqueda de la mejora no es un fin aislado, sino un proceso esencial para sostener y fortalecer la empresa en un mercado competitivo. Cada mejora en medición, control y optimización se traduce en un impacto positivo en el flujo económico que impulsa la organización, configurando un círculo virtuoso donde la productividad y la rentabilidad se alimentan mutuamente, asegurando un futuro sólido y prometedor.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El presente capítulo desarrolla los fundamentos teóricos, conceptuales y metodológicos que sustentan el diseño del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Se abordan los conceptos esenciales de productividad, calidad, eficiencia, mejora continua, control estadístico y gestión del talento humano, integrados dentro del marco de la Industria 4.0. Asimismo, se analizan herramientas modernas como Lean Manufacturing, DMAIC, OEE, TQM y Kaizen, cuya aplicación permite elevar el desempeño productivo y humano de las organizaciones.

### Conceptos Generales

En el marco de esta investigación, los conceptos generales constituyen los fundamentos teóricos esenciales que permiten comprender de forma integral y contextual el objeto de estudio. Estos conceptos sirven como base para sustentar el desarrollo del análisis y orientar la aplicación metodológica del proyecto. En este sentido, abarcan definiciones clave vinculadas con las metodologías ágiles, los procesos de desarrollo de *software* y la transformación digital, los cuales proporcionan el soporte conceptual necesario para la interpretación y articulación de los componentes teóricos y prácticos de la investigación.

### Definiciones relacionadas al tema TFG

Para comprender de manera integral el alcance de esta investigación, es necesario definir una serie de conceptos clave que sustentan teóricamente el Trabajo Final de Graduación. Estos conceptos constituyen la base fundamental para el análisis y desarrollo del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, permitiendo una interpretación clara y precisa de los elementos que conforman el estudio.

Las definiciones seleccionadas están relacionadas con aspectos esenciales como la productividad laboral, la eficacia operativa, la gestión de la calidad, la optimización de procesos y la medición del desempeño industrial. Su incorporación busca establecer un lenguaje técnico coherente que oriente la comprensión del lector y facilite la conexión entre los objetivos del proyecto y la propuesta metodológica. De esta manera, se garantiza que la investigación mantenga una estructura conceptual sólida, coherente con los principios de la ingeniería industrial moderna y alineada con las exigencias de la mejora continua y la eficiencia productiva en la industria manufacturera.

La productividad se define como la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados en un proceso. Según Slack et al. (2020), representa un indicador fundamental para evaluar la eficiencia operativa de una organización (p 57).

En cuanto a la logística y la gestión de producción, estas disciplinas garantizan la disponibilidad y flujo adecuado de materias primas, recursos y productos terminados a lo largo de la cadena de suministro (Rodríguez y Pérez, 2021). La sincronización entre aprovisionamiento, manufactura y distribución constituye un indicador directo de eficiencia global (p. 112).

La eficacia laboral complementa este concepto, refiriéndose al grado en que los trabajadores alcanzan los objetivos establecidos dentro del marco estratégico de la empresa, según Chiavenato (2021). Un sistema integral de medición debe, por tanto, valorar tanto el rendimiento técnico como el humano, reconociendo la interdependencia entre desempeño, motivación y calidad (p. 89).

La calidad, por su parte, se entiende como el cumplimiento sistemático de los estándares y especificaciones del producto. El enfoque actual de Control de Calidad Total (TQM) promueve la participación de todos los colaboradores en la mejora continua (Gutiérrez, 2018, p. 34).

La Industria 4.0 introduce un paradigma de producción inteligente, basado en digitalización, análisis de datos e interconectividad. En este contexto, la medición de la productividad adquiere una dimensión dinámica sustentada en sensores, sistemas SCADA y *software* MES (Kagermann et al. 2020, p. 22)

Por consiguiente, un sistema de medición maduro debe incorporar mecanismos que no solo registren datos, sino que también faciliten la interpretación de la productividad laboral en relación con el desempeño, la calidad y la eficiencia con que se alcanzan los objetivos organizacionales. En esencia, se trata de ejecutar correctamente las tareas y obtener los resultados esperados conforme a las normas y estándares establecidos por la empresa.

### **Medición del Rendimiento**

La organización que gestiona sus sistemas y procesos de manera integrada se basa en la implementación de un sistema de gestión empresarial que combina múltiples estándares y modelos en un solo marco operativo. Este sistema de gestión integrado permite alinear los objetivos estratégicos con los procesos internos, promoviendo la eficiencia y la coherencia organizacional. Según Johnsen (2024), este enfoque constituye un método de mejora continua que proporciona una

dirección más efectiva para la administración global de la organización, favoreciendo la evolución sostenida de los procesos de producción mediante la adopción de métodos y prácticas estandarizadas a nivel internacional (p. 45).

### **Caracterización del Proceso**

La caracterización del proceso consiste en el análisis sistemático de los elementos esenciales que lo conforman, con el propósito de identificar y especificar sus entradas, actividades, salidas y los recursos requeridos para su correcta ejecución. Según Johnsen (2024), esta práctica permite comprender de manera integral el funcionamiento del proceso y constituye un elemento clave para su control, optimización y mejora continua dentro del sistema organizacional (p. 63).

### **Conceptos propios de la Industria**

En este apartado, se presentan los conceptos fundamentales que, según Slack et al. (2020), deben ser tomados en consideración para el desarrollo del estudio, los cuales no solo ofrecen un sustento teórico relevante, sino que también guardan una relación directa con el tema de investigación enfocado en el ámbito de la producción industrial (p. 52). Estos conceptos permiten mantener una línea de coherencia con el planteamiento del problema y contribuyen a comprender la estructura conceptual que sustenta el sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa.

De esta manera, se facilita una comprensión más profunda de los factores técnicos, humanos y organizacionales que intervienen en la eficiencia productiva, la gestión de calidad y la mejora continua dentro del entorno industrial de la empresa. Asimismo, este marco conceptual sienta las bases para el análisis posterior, garantizando que la propuesta se desarrolle de forma coherente, sustentada y alineada con los principios de la ingeniería industrial moderna y los estándares de competitividad de la Industria 4.0.

El sector industrial dedicado a la producción de infusiones naturales, como el caso de Tés Mondaisa, presenta particularidades que requieren un enfoque metodológico integral para garantizar la eficiencia productiva y la calidad del producto final. En este contexto, comprender los conceptos propios de la industria manufacturera es esencial para construir un sistema de medición que refleje con precisión la productividad y eficacia laboral. De acuerdo con Heizer y Render (2019), la productividad industrial se concibe como la relación entre los bienes o servicios

generados y los recursos utilizados en su producción; de este modo, se convierte en un indicador clave de competitividad, rentabilidad y sostenibilidad operativa (p.76).

La industria de manufactura de tés combina procesos manuales, semiautomatizados y tecnológicos, donde la sinergia entre el capital humano, las máquinas y los métodos de trabajo determinan el desempeño. Según Slack et al. (2020), las organizaciones industriales modernas requieren diseñar sus procesos bajo una visión sistémica que integre la planificación global del sistema productivo, el control y la mejora continua, considerando la variabilidad del entorno y las demandas del mercado. Este enfoque permite que los procesos no solo sean eficientes, sino también adaptables a los cambios tecnológicos y organizacionales que caracterizan a la Industria 4.0 (p.95).

En el caso de Tés Mondaisa, la eficiencia operativa depende de la estandarización de procesos, la gestión del talento humano y la reducción de variaciones no deseadas que afectan la calidad. La implementación de metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma favorece la optimización de los recursos y el control de desperdicios, conocidos en la filosofía japonesa como Muda, Muri y Mura. Estas metodologías, al centrarse en la eliminación de actividades que no generan valor, impulsan una cultura de mejora continua y aprendizaje organizacional (Gutiérrez, 2018, p. 41).

Por otra parte, la industria alimentaria, a la que pertenece la producción de tés, exige la aplicación rigurosa de sistemas de gestión de la calidad basados en normas internacionales, como la ISO 9001 o la ISO 22000, orientadas a la seguridad alimentaria. Estas normativas promueven la trazabilidad del producto y el control de cada etapa de producción, desde la selección de materias primas hasta el empaque final, asegurando que los estándares de calidad sean consistentes y verificables. La adopción de tales sistemas refuerza la eficacia laboral, ya que promueve una mayor claridad en los roles, responsabilidades y resultados esperados por parte del personal operativo.

Asimismo, la automatización y digitalización industrial, pilares de la Industria 4.0, constituyen una tendencia que redefine la gestión de la productividad en el contexto actual. Según Kagermann et al. (2020), la integración de tecnologías inteligentes, sensores y sistemas de análisis de datos en tiempo real facilita la toma de decisiones basadas en evidencia, optimizando la respuesta ante desviaciones en los procesos productivos. En el contexto de Mondaisa, la aplicación de estos principios permitiría monitorear indicadores clave de desempeño (KPI) como eficiencia, desperdicio, tiempos de ciclo, capacidad instalada y cumplimiento de metas productivas, proporcionando una visión integral del rendimiento operativo.

Comprender los conceptos propios de la industria no solo aporta fundamentos teóricos al diseño del sistema integral de medición, sino que también orienta la transformación cultural y organizacional necesaria para sostener un modelo de productividad sostenible. Tal como indica Chiavenato (2021), las organizaciones que logran integrar de manera efectiva la tecnología, el talento humano y los procesos estandarizados desarrollan ventajas competitivas basadas en la eficiencia, la innovación y la capacidad de adaptación al cambio (p.89). En consecuencia, estos principios industriales servirán como marco para el diseño de un sistema que refleje la realidad productiva de Tés Mondaisa, mejore la toma de decisiones y fortalezca su posición dentro del mercado nacional e internacional.

### **Indicadores relacionados con el tema TFG**

Los indicadores relacionados con el tema del Trabajo Final de Graduación permiten evaluar de manera objetiva y sistemática el desempeño operativo y la eficacia laboral dentro del Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Estos indicadores, como la productividad laboral, la eficiencia operativa, el índice de calidad, el porcentaje de desperdicio, el tiempo de ciclo y el nivel de cumplimiento de metas de producción, proporcionan información cuantitativa sobre el rendimiento de los procesos y la utilización de los recursos humanos y materiales.

Su análisis facilita la identificación de ineficiencias, la detección de cuellos de botella y la evaluación del impacto de las estrategias de mejora implementadas, permitiendo una visión integral del comportamiento de la planta. Además, estos indicadores funcionan como base para la toma de decisiones informadas, el seguimiento del desempeño operativo y la formulación de planes de acción orientados a la mejora continua.

El uso sistemático de estos indicadores permite a la organización medir el grado en que las operaciones cumplen con los estándares de productividad y calidad establecidos, fortaleciendo así la gestión del talento humano y el control de los procesos. En el contexto de Tés Mondaisa, su aplicación proporciona evidencia cuantificable sobre la eficacia de los métodos de trabajo, la consistencia del rendimiento del personal y la estabilidad del flujo de producción, asegurando que la empresa mantenga un nivel competitivo en el sector alimentario mediante una gestión basada en datos reales y verificables.

La eficacia laboral evalúa la capacidad del personal para alcanzar las metas establecidas dentro del tiempo y las condiciones definidas, reflejando el grado de cumplimiento de las tareas asignadas (Chiavenato, 2021, p. 89). A continuación, se explica la fórmula en la Figura 2 Eficacia Operativa.

***Figura 2 Eficacia Operativa***

$$Eficacia\ Operativa(\%) = \frac{Metas\ Cumplidas}{Metas\ Planificadas} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Un valor superior al 100% indica un desempeño por encima de lo planificado, mientras que un valor inferior señala la existencia de pérdidas o desviaciones en el proceso.

En el ámbito de la ingeniería industrial, los indicadores de productividad y eficacia laboral constituyen herramientas fundamentales para el diagnóstico, la evaluación y el control de los procesos organizacionales. Estos indicadores permiten cuantificar el desempeño de los recursos humanos, técnicos y materiales, convirtiéndose en una base sólida para la toma de decisiones estratégicas. Según Heizer et al. (2019), los indicadores son expresiones cuantitativas que permiten traducir los objetivos estratégicos en medidas operativas, garantizando la alineación entre la estrategia organizacional y los resultados obtenidos (p. 76).

En el caso particular del Departamento de Producción de Tés Mondaisa, los indicadores relacionados con la productividad y la eficacia laboral son esenciales para evaluar la eficiencia del uso de los recursos, la calidad del producto final y la estabilidad del proceso productivo.

La productividad, definida como la relación entre los bienes producidos y los insumos utilizados (Heizer et al., 2019), se convierte en un referente clave para medir el grado de aprovechamiento de la mano de obra, la maquinaria y los materiales (p.77). Estos indicadores permiten identificar desviaciones en los procesos, determinar áreas de mejora y establecer metas cuantificables orientadas a la optimización del desempeño general.

La eficiencia operativa, por su parte, mide la capacidad de transformar insumos en productos terminados con el menor desperdicio posible. Según Slack et al. (2020), la eficiencia representa la proporción entre la producción real obtenida y la producción esperada bajo condiciones normales, siendo un indicador clave del aprovechamiento de la capacidad instalada y del grado de control de los procesos (p.102). En el contexto de Tés Mondaisa, este indicador adquiere especial relevancia,

ya que el proceso de manufactura del té implica una secuencia de operaciones interdependientes, como el mezclado, secado, envasado y etiquetado, en las cuales cualquier ineficiencia puede generar pérdidas acumuladas a lo largo de la línea productiva.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 3 Eficiencia Operativa.

***Figura 3 Eficiencia Operativa***

$$\text{Eficiencia Operativa}(\%) = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estándar}} \times 100$$

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

En el ámbito organizacional, este indicador constituye una medida esencial para valorar la constancia, la responsabilidad y el compromiso del personal con el cumplimiento de los objetivos establecidos. Además, permite identificar tendencias de desempeño y mantener un control objetivo sobre los resultados obtenidos dentro del proceso productivo.

Otro indicador clave es la eficacia laboral, la cual, de acuerdo con Chiavenato (2021), se relaciona con la capacidad del personal para alcanzar los objetivos establecidos dentro del tiempo y los estándares de calidad requeridos (p.89). En este sentido, la eficacia no solo depende del rendimiento individual, sino también de factores organizacionales como la motivación, la claridad de las tareas, la disponibilidad de recursos y el liderazgo operativo. La integración de indicadores de productividad y eficacia dentro de un mismo sistema de medición permite establecer una visión equilibrada entre el rendimiento técnico y el desempeño humano.

Asimismo, los indicadores de calidad desempeñan un papel determinante en la industria de productos alimenticios como Tés Mondaisa. De acuerdo con Gutiérrez (2018), estos indicadores reflejan el grado en que los productos cumplen con las especificaciones establecidas, midiendo tasas de defectos, retrabajos o devoluciones (p.34). Un control adecuado de estos parámetros contribuye a fortalecer la imagen de marca y la confianza del consumidor, asegurando la sostenibilidad del negocio en un entorno competitivo.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 4 Índice de Calidad.

***Figura 4 Índice de Calidad***

$$\text{Índice de Calidad}(\%) = \frac{\text{Unidades Sin Defectos}}{\text{Total de Unidades Producidas}} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Un valor alto en este índice demuestra la estabilidad del proceso y la efectividad de las estrategias de control implementadas, mientras que valores bajos pueden reflejar fallas en la capacitación, materia prima o mantenimiento de los equipos.

Dentro del contexto de la Industria 4.0, los indicadores adquieren una dimensión digital y predictiva. Según Kagermann et al. (2020), el uso de tecnologías inteligentes, sensores y sistemas ciberfísicos permite recopilar datos en tiempo real y anticipar fallas antes de que ocurran (p.22). Esta capacidad predictiva es clave para el mantenimiento productivo total (TPM) y la optimización continua de las líneas de producción. En Tés Mondaisa, la implementación de un sistema de medición integral podría apoyarse en plataformas digitales que consoliden indicadores como el Overall Equipment Effectiveness (OEE), el Índice de Disponibilidad, el Índice de Rendimiento y el Índice de Calidad, generando reportes automáticos que faciliten la toma de decisiones basadas en evidencia.

Además, los indicadores de desperdicio y tiempos improductivos son esenciales para detectar pérdidas ocultas en la cadena de valor. Basado en la filosofía Lean Manufacturing, estos indicadores permiten identificar los siete tipos de desperdicio (muda): sobreproducción, tiempos de espera, transporte, exceso de inventario, movimiento innecesario, sobre procesamiento y defectos (Womack y Jones, 2023). Al integrarlos en el sistema de medición, Tés Mondaisa podría reducir de forma sistemática los costos asociados a la ineficiencia operativa, mejorando el flujo de trabajo y el aprovechamiento de los recursos disponibles (p.56).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 5 Tasa de Desperdicio.

***Figura 5 Tasa de Desperdicio***

$$Tasa\ de\ Desperdicio(\%) = \frac{Material\ Desperdiciado}{Material\ Total\ Utilizado} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

En una organización como Tés Mondaisa, la reducción de esta tasa no solo representa un ahorro económico significativo, sino que también contribuye a fortalecer la sostenibilidad ambiental y a optimizar la eficiencia de los procesos productivos.

Por otro lado, el tiempo de ciclo (Cycle Time) se define como el período promedio que transcurre desde el inicio hasta la finalización de un proceso productivo. De acuerdo con Heizer et al. (2019), este indicador permite evaluar la rapidez con que una organización convierte los insumos en productos terminados, constituyéndose en una medida esencial para analizar la capacidad de respuesta y la agilidad operativa del sistema de producción (p.95).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 6 Tiempo de Ciclo.

***Figura 6 Tiempo de Ciclo***

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total de Producción}}{\text{Unidades Producidas}}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Por otra parte, los indicadores de desempeño humano complementan la visión técnica al incorporar variables como el ausentismo, la rotación de personal, la puntualidad y la productividad individual por turno. Según Robbins y Judge (2019), estos factores influyen directamente en la moral organizacional y en la estabilidad del entorno laboral, aspectos que repercuten en la eficacia general del sistema productivo. En un sistema integral como el propuesto, estos indicadores servirían para correlacionar el rendimiento del capital humano con la productividad de la planta, fortaleciendo la gestión del talento y la mejora continua (p.112).

**Herramientas para la recolección de datos**

Las herramientas para la recolección de datos constituyen el conjunto de instrumentos y técnicas diseñadas para obtener información precisa, válida y confiable que permita describir, analizar y comprender un fenómeno determinado. En el ámbito de la ingeniería industrial y la gestión de la productividad, estas herramientas son esenciales para captar datos tanto cuantitativos como cualitativos que reflejen la realidad operativa de una organización. Su función principal es transformar observaciones y hechos en información medible, útil y verificable, que sirva de base para la toma de decisiones y la mejora continua de los procesos productivos.

Según Hernández et al. (2014), las herramientas de recolección de datos deben seleccionarse de acuerdo con los objetivos de la investigación y con la naturaleza de la información que se pretende obtener (p. 200). Estas pueden clasificarse en métodos directos, como la observación, las

entrevistas o los cuestionarios, e indirectos, como el uso de registros o formularios, los cuales se complementan para ofrecer una visión integral del objeto de estudio.

En el contexto del diseño del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, las herramientas de recolección de datos constituyen el eje fundamental para obtener información objetiva sobre la eficiencia de las operaciones, la utilización de los recursos, los tiempos productivos, el control de calidad y el desempeño del personal.

### **Cuestionario**

Para Ñaupas et al. (2018), citando a Jaubert y Sibaja (2021):

...el cuestionario es una modalidad de la técnica de la encuesta, que consiste en formular un conjunto sistemático de preguntas escritas, en una cédula, que están relacionadas con la hipótesis de trabajo y por ende a las variables e indicadores de investigación. (p. 69)

El cuestionario es, entonces, un instrumento estructurado que permite recopilar información de manera sistemática a partir de las respuestas de los colaboradores. Generalmente, incluye preguntas cerradas y semiabiertas orientadas a explorar variables relacionadas con la organización del trabajo, la comunicación interna, la gestión del tiempo y la percepción del desempeño individual. Este instrumento puede ser importante para la obtención de datos comparables, al permitir identificar patrones de comportamiento y analizar resultados entre distintos grupos o áreas operativas.

### **Entrevista**

En el concepto de entrevista, González et al. (2022) la describen como “La entrevista es el medio que permite examinar cómo los textos orales o escritos funcionan dentro de la práctica sociocultural.” (párr. 1); en relación con lo anterior, la entrevista también se puede definir como un intercambio de opiniones que se da por medio de una conversación entre dos o más personas.

La entrevista se considera una herramienta cualitativa que facilita la obtención de información en profundidad sobre las percepciones, actitudes y experiencias de los participantes. A través del formato semiestructurado, permite abordar temas vinculados con la dinámica de trabajo, la supervisión, la resolución de incidencias y la interacción entre los distintos niveles jerárquicos. Su

aplicación aporta una comprensión más completa de los factores humanos que influyen en la productividad y la eficacia laboral.

### **Fichas de observación**

La ficha de observación constituye un instrumento sistemático destinado al registro directo de conductas, actividades y eventos relevantes dentro del entorno productivo. Su uso, según explican Cabrera et al. (2008, p. 82), permite documentar variables como los tiempos de operación, las pausas, el flujo de materiales, los desplazamientos y las incidencias detectadas durante el proceso, garantizando una observación objetiva y estructurada.

En conjunto, las herramientas descritas para la recolección de datos permiten obtener información precisa, confiable y relevante sobre los distintos factores que inciden en la productividad y la eficacia laboral. La integración de métodos cuantitativos y cualitativos facilita un análisis más completo de los componentes técnicos y humanos del proceso productivo, constituyendo una base empírica sólida para el diseño de sistemas de medición orientados a la mejora continua, la optimización de la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la competitividad organizacional.

### **Herramientas de estadística**

Las herramientas de estadística aplicadas en esta investigación representan un pilar fundamental para el análisis riguroso de los datos recopilados en el área de producción de Tés Mondaisa. Su función principal es transformar la información obtenida mediante cuestionarios, observaciones, registros y controles de línea en resultados cuantificables y verificables. A través del uso de la estadística, se busca comprender el comportamiento de las variables operativas, medir la productividad real del personal y evaluar la eficacia de los procesos en función de los objetivos propuestos por la empresa.

Asimismo, la aplicación de métodos estadísticos permitirá identificar patrones, tendencias y posibles desviaciones dentro del sistema productivo, facilitando el desarrollo de conclusiones basadas en evidencia. Estas herramientas no solo servirán para describir los resultados observados, sino también para inferir relaciones entre variables y validar la efectividad del sistema integral de medición diseñado (Sucasaire Pilco y Ticona Vilcapaza, 2023). De esta manera, la estadística se convierte en un soporte científico que respalda la toma de decisiones estratégicas, la mejora continua y el fortalecimiento de la competitividad organizacional.

## **Estadística descriptiva**

La estadística descriptiva constituye una herramienta fundamental para resumir, organizar y presentar la información recolectada de forma clara y comprensible. Su finalidad es representar el comportamiento de las variables vinculadas con la productividad y la eficacia laboral, tales como la cantidad de unidades producidas, los tiempos de operación, los defectos por turno, la eficiencia individual y el índice de calidad. De acuerdo con Rendón et al. (2016): “La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones sobre cómo resumir la información en cuadros o tablas, gráficas o figuras.” (p. 398), proporcionando una visión general del comportamiento de los procesos productivos.

Entre las principales herramientas descriptivas aplicadas destacan:

### **Distribución de frecuencias**

Permite, según lo explica Vargas (2021), identificar la frecuencia con que se presentan determinados valores. A continuación, se explica la fórmula en la Figura 7 Distribución de frecuencias.

#### ***Figura 7 Distribución de frecuencias***

$$F_i = \frac{norte_i}{norte} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Donde,

$F_i$  = frecuencia relativa

$norte_1$  = número de observaciones por categoría

$norte$  = número total de observaciones

### **Medidas de tendencia central**

Se utilizan para determinar el comportamiento promedio del sistema productivo (UNIR, 2025).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 8 Medidas de tendencia central.

#### ***Figura 8 Medidas de tendencia central***

$$igc\acute{o}gnita = \frac{\sum inc\acute{o}gnita_i}{norte}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Donde,

*igcgnita* =media aritmdica

*igcgnita<sub>i</sub>* =valores observados

*norte* = número de datos

### **Medidas de variabilidad**

Según lo explicado por Ulloa y Jiménez (s.f.), estas medidas ayudan a analizar el grado de dispersión entre los datos obtenidos. A continuación, se explica la fórmula en la Figura 9 Medidas de variabilidad.

#### ***Figura 9 Medidas de variabilidad***

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - inc\acute{o}gnita)^2}{norte - 1}}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Donde,

*s* =desviacin estándar

*igcgnita<sub>i</sub>* =valor individual

*igcgnita* =promedio

*norte* = número de observaciones

Entre las principales herramientas descriptivas, se incluyen la distribución de frecuencias, que muestra la frecuencia con que se presentan determinados valores en un conjunto de Laerd Statistics (s.f), las medidas de tendencia central, como la media aritmética, la mediana y la moda, que permiten identificar el valor promedio o más representativo de las observaciones y las medidas de variabilidad, como la varianza y la desviación estándar, que reflejan el grado de dispersión o consistencia de los datos respecto al promedio (Bradley University, s.f).

## Estadística inferencial

Por otro lado, la estadística inferencial se emplea para realizar inferencias, proyecciones o generalizaciones a partir de los datos obtenidos de una muestra. Este tipo de análisis permite verificar hipótesis y establecer relaciones entre variables de estudio, apoyando la toma de decisiones basadas en evidencia (Ortega, 2023). En el contexto del sistema de medición propuesto, estas técnicas contribuyen a validar supuestos sobre la productividad, la eficacia laboral y el rendimiento operativo.

Entre las principales herramientas inferenciales, destacan las pruebas de hipótesis, utilizadas para contrastar supuestos estadísticos acerca del comportamiento de los indicadores GeeksforGeeks, (s.f); el coeficiente de correlación, que permite medir la relación entre variables como horas trabajadas y unidades producidas (PMC, 2019); y el análisis de varianza (ANOVA), que posibilita comparar los niveles de productividad entre diferentes líneas o turnos de producción (Pennsylvania State University, s.f).

### Pruebas de hipótesis

Permitirán contrastar supuestos sobre el comportamiento de los indicadores (Ortega, 2025).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 10 Pruebas de hipótesis.

#### *Figura 10 Pruebas de hipótesis*

$$Z = \frac{incógnita_1 - incógnita_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{norte_1} + \frac{s_2^2}{norte_2}}}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Donde,

$incógnita_{1i}, incógnita_{i2}$  = medias de las muestras

$s_1, s_2$  = desviaciones estándar

$norte_1, norte_2$  = tamaños de muestra

### Coefficiente de correlación (r)

Medirá el grado de relación entre variables como horas trabajadas y unidades producidas.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 11 Coeficiente de correlación.

**Figura 11 Coeficiente de correlación**

$$o = \frac{n(\sum X Y) - (\sum x) (\sum Y)}{\sqrt{[n \sum incógnita^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Un valor de  $o$  cercano a 1 indicará una fuerte correlación positiva entre las variables analizadas.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 12 ANOVA.

**Análisis de varianza (ANOVA)**

Permitirá comparar los niveles de productividad entre distintas líneas de producción (Ortega, 2019). A continuación, se explica la fórmula en la Figura 12 ANOVA.

**Figura 12 ANOVA**

$$F = \frac{EM_{entrar}}{EM_{dentro}}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Donde,

$EM_{entrar}$  =media cuadrática entre grupos

$EM_{dentro}$  =media cuadrática dentro de los grupos

El uso de estas técnicas inferenciales permitirá establecer la validez del sistema integral propuesto, garantizando que las decisiones estratégicas se basen en evidencia empírica y estadísticamente comprobable.

La combinación de técnicas descriptivas e inferenciales permite desarrollar un análisis integral del desempeño productivo y de la eficacia laboral. Mientras la estadística descriptiva ayuda a visualizar las características de los datos, la inferencial valida hipótesis y permite obtener conclusiones con rigor científico (Bradley University, s.f). De esta manera, la estadística se consolida como un componente clave del sistema integral de medición, al transformar los datos en conocimiento útil para la gestión operativa. Su aplicación facilita el análisis de la variabilidad de los procesos, la identificación de causas raíz de los problemas y el establecimiento de patrones de comportamiento

en la producción. Además, promueve la comparación entre periodos, líneas de trabajo o áreas operativas, aportando una visión integral del rendimiento organizacional y fomentando una cultura basada en la mejora continua y la eficiencia industrial.

### **Herramientas para Describir el Problema**

En el desarrollo de una investigación aplicada a sistemas productivos, las herramientas para describir el problema constituyen la primera etapa del diagnóstico organizacional, ya que permiten identificar de forma estructurada y objetiva los factores que afectan la productividad, las variaciones en el rendimiento laboral y las ineficiencias operativas presentes en los procesos industriales. Estas herramientas facilitan la comprensión integral del contexto operativo mediante el análisis de los elementos internos de la organización como recursos humanos, maquinaria, métodos y materiales y de los factores externos que inciden en su desempeño global (Chiavenato, 2021, p. 105).

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) constituye una de las principales herramientas de diagnóstico estratégico. Según David y David (2017), este análisis permite evaluar tanto las condiciones internas como las externas de una organización, proporcionando información clave para la formulación de estrategias orientadas a la mejora del desempeño y la optimización de los recursos (p.63).

Para aplicar correctamente el análisis FODA en el diseño de un sistema integral de procesos para medir productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, es fundamental identificar y evaluar de forma rigurosa las fortalezas internas que facilitan el proyecto, las debilidades que pueden limitarlo, las oportunidades externas que se pueden aprovechar y las amenazas potenciales que podrían obstaculizar el éxito. Este análisis debe involucrar a los diferentes actores clave, recopilar datos precisos y reflexionar críticamente sobre cada cuadrante para tomar decisiones estratégicas que potencien los recursos y mitiguen riesgos durante el desarrollo e implementación del sistema.

De forma complementaria, el análisis PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal) amplía la perspectiva del entorno organizacional al considerar los factores macroeconómicos que pueden influir en el sistema productivo. De acuerdo con Kotler y Keller (2016), esta herramienta contribuye a anticipar riesgos y oportunidades derivados del entorno externo, fortaleciendo la capacidad de adaptación y competitividad de la organización (p.72).

El enfoque PESTEL se aplica de manera correcta al examinar minuciosamente el entorno macroeconómico y sectorial que afecta a Tés Mondaisa, considerando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales. Esta evaluación debe ser integral y actualizada, permitiendo anticipar cómo cada uno de estos elementos externos incide sobre la productividad y eficacia laboral, y así adaptar el diseño del sistema de medición a las condiciones cambiantes del mercado y la regulación, asegurando que sea sostenible, vigente y efectivo en el contexto de la industria agroindustrial costarricense.

El mapa de procesos y el diagrama de flujo son representaciones gráficas que describen la secuencia lógica de actividades dentro de un proceso. Según Slack et al. (2020), estas herramientas facilitan la identificación de puntos críticos, redundancias o actividades que no agregan valor, lo que permite comprender la eficiencia y el grado de estandarización del sistema productivo (p.215).

Por su parte, el diagrama SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) ofrece una visión integral de la cadena productiva, desde la entrada de insumos hasta la entrega del producto final. Según Heizer et al. (2019), esta herramienta ayuda a clarificar las interrelaciones entre proveedores, procesos, resultados y clientes, promoviendo la transparencia y la mejora continua en la gestión de operaciones (p.154).

La aplicación precisa del modelo SIPOC en este proyecto implica definir claramente los suministradores que aportan insumos o información al proceso productivo, identificar los principales inputs necesarios, mapear los procesos clave involucrados en la producción, especificar los *outputs* o resultados esperados y determinar los clientes que reciben estos resultados. Esta herramienta ayuda a visualizar el flujo completo del proceso, detectar puntos críticos y estandarizar los procesos esenciales para que el sistema integral pueda medir la productividad y eficacia con base en un entendimiento común y estructurado del departamento.

La matriz RACSI (Responsible, Accountable, Consulted, Supported, Informed) es un instrumento de gestión que define con claridad los roles y responsabilidades del personal involucrado en los procesos. De acuerdo con Kerzner (2017), su aplicación mejora la comunicación, evita la duplicidad de funciones y fortalece la coordinación entre los distintos niveles jerárquicos de la organización (p 231).

Para aplicar eficazmente la matriz RACSI en este contexto, es crucial asignar de manera clara y consensuada los roles y responsabilidades vinculadas al diseño, desarrollo, implementación y

continuidad del sistema integral. Cada tarea debe tener responsables directos (R), aprobadores (A), consultados (C), soportes o quienes facilitan la información (S) y los informados (I). Esta definición explícita evita confusiones organizativas, mejora la comunicación interna y asegura que cada participante conozca su función y nivel de involucramiento, optimizando la gestión y seguimiento del proyecto en el Departamento de Producción.

Asimismo, la metodología 5W-2H (What, Why, Where, When, Who, How, How much) constituye una técnica estructurada para el análisis y comprensión de problemas. Ishikawa creó estas herramientas que permiten examinar de forma lógica las causas y características de una situación problemática, sirviendo de base para la toma de decisiones y la formulación de acciones correctivas.

El método 5W-2H se aplica correctamente al responder de forma detallada y estructurada las preguntas esenciales sobre el proyecto: qué se va a hacer, por qué es necesario, quiénes estarán involucrados, dónde se realizará, cuándo se llevará a cabo, cómo se implementará el sistema y cuánto costará o requerirá en términos de recursos. Este análisis facilita la planificación completa y clara del diseño del sistema, además de servir como guía para alinear expectativas, prever obstáculos y concretar acciones que permitan alcanzar los objetivos relacionados con la medición integral de productividad y eficacia en Tés Mondaisa.

En el ámbito del control de procesos, el diagrama de Pareto representa una herramienta estadística que prioriza las causas más relevantes de los problemas detectados. De acuerdo con Montgomery (2019), este instrumento aplica el principio 80/20, según el cual una pequeña cantidad de causas genera la mayoría de los efectos, lo que permite concentrar los esfuerzos en los factores que tienen mayor impacto sobre la productividad y la calidad (p.38). A continuación, se explica la fórmula en la Figura 13 Porcentaje acumulado.

### ***Figura 13 Porcentaje acumulado***

$$\text{Porcentaje acumulado} = \frac{\text{Frecuencia acumulada}}{\text{Total de frecuencia}} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Este tipo de análisis permite representar jerárquicamente los factores que presentan mayor impacto dentro del sistema productivo, facilitando la priorización de aquellos que requieren atención inmediata. Los histogramas, por su parte, constituyen herramientas gráficas fundamentales para

visualizar la distribución de los datos relacionados con la productividad y la variabilidad de los tiempos de producción, ofreciendo una comprensión más clara del comportamiento de los procesos (Team et al., 2022).

Dentro del ámbito de la ingeniería industrial, el estudio de métodos y tiempos resulta indispensable para examinar las operaciones existentes, determinar estándares de ejecución y evaluar la eficiencia de las tareas, permitiendo identificar actividades que no agregan valor y oportunidades de mejora en la utilización de los recursos. Asimismo, el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) se reconoce como una métrica integral que evalúa la eficiencia global de los equipos mediante el análisis conjunto de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, proporcionando una medida objetiva del aprovechamiento del sistema productivo (Fractal, 2023).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 14 Overall Equipment Effectiveness

***Figura 14 Overall Equipment Effectiveness***

$$OEE = (Disponibilidad) \times (Rendimiento) \times (Calidad)$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La utilización integrada de herramientas analíticas y de diagnóstico garantiza una descripción precisa, objetiva y técnica del fenómeno estudiado, proporcionando la base sobre la cual se sustenta el diseño del sistema integral de medición. Este enfoque permite fundamentar las decisiones metodológicas en evidencias cuantitativas y cualitativas, asegurando que las estrategias propuestas se orienten al fortalecimiento de la productividad y de la eficacia laboral dentro del entorno organizacional. Según Montgomery (2019), la aplicación sistemática de técnicas estadísticas y de control de procesos constituye un elemento esencial para la mejora continua y la reducción de la variabilidad en los sistemas productivos (p.38). De manera complementaria, Slack et al. (2020) señalan que el uso coherente de herramientas de análisis operativo permite alinear los procesos con los objetivos estratégicos de la organización, garantizando mayor eficiencia y consistencia en los resultados (p.215). Asimismo, Chiavenato (2021) destaca que la integración de métodos técnicos y de gestión favorece la toma de decisiones basada en evidencia y fortalece el desarrollo de una cultura organizacional orientada al rendimiento y la optimización continua

**Herramientas para Medir las Consecuencias**

Las herramientas para medir las consecuencias representan una etapa fundamental dentro del proceso de diagnóstico y mejora continua, ya que permiten evaluar de forma objetiva los efectos directos e indirectos de las ineficiencias productivas, las fluctuaciones en el rendimiento laboral y las deficiencias en la utilización de los recursos. Estas herramientas posibilitan cuantificar el impacto financiero, operativo, ambiental y social de los problemas detectados, generando información precisa para la toma de decisiones estratégicas y el diseño de soluciones sostenibles (Slack et al., 2020, p. 215).

El uso de estas herramientas facilita la identificación de la manera en que las desviaciones en productividad, calidad o eficiencia inciden en los costos, la satisfacción del cliente y la competitividad organizacional. Medir las consecuencias permite obtener una visión integral del desempeño empresarial, tanto desde la perspectiva técnica como desde la humana y ambiental, asegurando que las estrategias de mejora contemplen todos los factores que influyen en la creación de valor (Hernández et al., 2014, p. 200).

### **Herramientas**

Entre los métodos más relevantes, se encuentra el análisis de riesgos, que permite identificar y evaluar los eventos capaces de afectar negativamente la continuidad operativa, clasificándolos según su probabilidad e impacto. Este tipo de análisis constituye una herramienta esencial para el control y la prevención de fallos críticos (Montgomery, 2019, p. 38). Asimismo, el Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF o FMEA) se utiliza para jerarquizar los riesgos potenciales en los procesos productivos, determinando el Número de Prioridad de Riesgo (RPN) mediante la fórmula:

#### ***Figura 15 Número de Prioridad de Riesgo***

$$RPN = Severidad \times Ocurrencia \times Detectivesónorte$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El conjunto de herramientas orientadas a la medición de consecuencias constituye un componente esencial dentro del proceso de diagnóstico organizacional, ya que permite evaluar los efectos directos e indirectos de las ineficiencias operativas, la variabilidad del rendimiento y las deficiencias en la gestión de los recursos. Estas herramientas proporcionan una visión técnica y cuantitativa del impacto que las desviaciones en productividad, calidad o eficiencia generan sobre el desempeño global del sistema productivo (Slack et al., 2020, p. 215).

El Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF o FMEA) se reconoce como un método sistemático para identificar, evaluar y priorizar los posibles riesgos asociados a los procesos. De acuerdo con Gutiérrez (2018), este tipo de análisis facilita la detección de los puntos más vulnerables de un sistema productivo y la jerarquización de los riesgos en función de su severidad, frecuencia y capacidad de detección, contribuyendo así a la reducción de fallos y pérdidas en la producción (p. 94).

En el ámbito de la gestión Lean, el análisis de los desperdicios (Muda, Muri y Mura) representa una herramienta clave para eliminar actividades que no agregan valor. Basado en la teoría de Ohno esta metodología se basa en la identificación de siete tipos de desperdicio: sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de inventario, defectos, movimientos redundantes y desaprovechamiento del talento humano. Su aplicación teórica busca optimizar los flujos de trabajo, reducir el consumo de recursos y mejorar la eficiencia global de los procesos industriales.

Asimismo, los análisis de demanda y capacidad permiten evaluar la relación entre la carga de trabajo y los recursos disponibles. Heizer et al (2019) destacan que estos instrumentos facilitan la planificación y el equilibrio del sistema productivo al determinar la capacidad instalada y la respuesta ante variaciones del mercado, garantizando un uso racional de los recursos y una mayor estabilidad operativa (p.188).

En el ámbito de la sostenibilidad, la evaluación del impacto ambiental se considera una herramienta imprescindible para la gestión industrial responsable. Conforme a la norma ISO 14001:2015, los procesos productivos deben identificar y cuantificar los consumos de energía, el uso del agua y la generación de residuos, con el fin de implementar mejoras estructuradas que responden tanto a criterios ambientales como normativos (Organización Internacional de Normalización, 2015). Asimismo, los estándares de Global Reporting Initiative (serie 300: temas ambientales) instalan a las organizaciones a reportar de forma sistemática sus impactos ambientales significativos, integrando estos datos en procesos de estrategia corporativa y transparencia (Global Reporting Initiative, 2021).

Desde una perspectiva social, el mapa de empatía constituye un instrumento de análisis cualitativo que ayuda a comprender las percepciones, emociones y expectativas del personal frente a los procesos de cambio. Su propósito radica en fortalecer la comunicación interna y promover la

participación de los trabajadores en las iniciativas de mejora continua. De forma complementaria, el análisis del impacto social permite valorar las consecuencias de las transformaciones productivas en el bienestar, la satisfacción laboral y la cohesión del equipo humano, integrando la dimensión social en el modelo de productividad organizacional (Chiavenato, 2021, p. 112).

Al aplicar herramientas para medir las consecuencias dentro del proceso de diseño de un sistema integral de procesos para Tés Mondaisa, es crucial adoptar un enfoque sistemático que permita evaluar de manera objetiva y exhaustiva los efectos que las ineficiencias productivas y las fluctuaciones en el rendimiento laboral generan en la organización. Este paso, que enmarca la fase de diagnóstico, requiere recopilar datos precisos sobre los impactos financieros, operativos, ambientales y sociales, permitiendo así identificar con claridad cómo las desviaciones en productividad y calidad afectan los resultados globales del departamento. La utilización de análisis de riesgos y metodologías como el AMEF o FMEA, por ejemplo, facilita priorizar problemas críticos, ofreciéndole a la empresa una visión cuantitativa y cualitativa de las áreas que más demandan atención para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia. Es importante que estos instrumentos se apliquen con rigor, de modo que los resultados sean fiables y permitan fundamentar decisiones estratégicas encaminadas a la mejora continua.

Continúa la implementación de estas herramientas con un análisis detallado de los desperdicios (Muda, Muri, Mura), que, inspirado en la filosofía Lean, busca identificar y eliminar aquellas actividades que no agregan valor en la cadena productiva. La identificación y cuantificación de estos desperdicios otorgan una perspectiva concreta sobre los flujos de trabajo y resaltan los costos ocultos que, muchas veces, permanecen invisibles en los procesos rutinarios. La evaluación de demanda y capacidad también resulta fundamental en este contexto, pues ayuda a determinar si la carga de trabajo se ajusta a los recursos disponibles, permitiendo a la organización planificar con mayor precisión y evitar cuellos de botella que puedan repercutir en una menor eficiencia o en pérdidas económicas. En definitiva, estas herramientas brindan una visión integral y concreta de las fallas y oportunidades de optimización en el sistema, contribuyendo al diagnóstico preciso y a la toma de decisiones informadas.

En sintonía con la sostenibilidad, la evaluación del impacto ambiental se presenta como una pieza clave en este proceso. La incorporación de estándares como ISO 14001:2015 y las directrices de la GRI permite cuantificar los consumos energéticos, el uso del agua, la generación de residuos y

otros indicadores ambientales relevantes. Este análisis, además de cumplir con los requerimientos normativos, impulsa a Tés Mondaisa a adoptar prácticas responsables y sostenibles, fortaleciendo su compromiso con el entorno y generando confianza en sus consumidores. La medición de estos aspectos ambientales además aporta datos importantes que orientan las futuras decisiones en la gestión de recursos, favoreciendo una producción más limpia y eficiente desde una perspectiva ecológica, social y económica.

Desde una dimensión social, las herramientas cualitativas como el mapa de empatía y el análisis del impacto social permiten comprender profundamente las percepciones, emociones y expectativas del personal involucrado en el proceso productivo. Estos instrumentos ayudan a fortalecer la comunicación interna, promoviendo un clima laboral positivo y participativo, fundamental para el éxito de cualquier iniciativa de mejora. Al valorar cómo las transformaciones impactan en el bienestar, la satisfacción laboral y la cohesión del equipo, se garantiza que la evaluación de consecuencias no solo sea técnica, sino también humana, promoviendo una gestión más justa y consciente. Sin duda, estos enfoques humanizan el proceso y aportan un valor emocional que impulsa el compromiso y la motivación del recurso humano.

Finalmente, la integración de estas herramientas en una estrategia coherente permitirá a Tés Mondaisa contar con un sistema de medición de consecuencias sólido, minucioso y comprensivo. Esto no solo facilitará detectar las áreas de mayor criticidad, sino que también soportará la implementación de acciones correctivas en diferentes niveles. Al tener una visión clara de las consecuencias, la organización puede formular soluciones sostenibles y ajustadas a su realidad, asegurando una mejora continua orientada a incrementar la productividad, reducir desperdicios y fortalecer su compromiso con la sustentabilidad social y ambiental. La correcta aplicación de estas herramientas, por tanto, será el cimiento para que la empresa fortalezca sus procesos y logre una verdadera transformación que impacte positivamente en todos los ámbitos de su operación.

### **Tipos de Consecuencias**

Los resultados obtenidos a partir de estas herramientas permitirán clasificar las consecuencias según su naturaleza y magnitud (Slack et al., 2020), así como se observa en la siguiente tabla.

#### ***Tabla 1 Tipos de consecuencias***

<b>Tipo de Consecuencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos en Tés Mondaisa</b>
<b>Consecuencias financieras</b>	Costos derivados de la pérdida de materia prima, tiempos muertos, reprocesos y defectos de calidad.	Incremento en desperdicio de hojas de té, costos por paradas no planificadas.
<b>Consecuencias operativas</b>	Retrasos, baja eficiencia de equipos, saturación de líneas y variabilidad en tiempos de entrega.	Demoras en el envasado, maquinaria subutilizada, fluctuaciones en entregas.
<b>Consecuencias legales</b>	Incumplimiento de normativas ambientales, laborales o de calidad que pueden generar sanciones o multas.	No cumplimiento de normas ISO o leyes laborales costarricenses.
<b>Consecuencias administrativas</b>	Falta de coordinación, comunicación y planificación en la gestión del capital humano y materiales.	Problemas en asignación de turnos, errores en el inventario y logística.

Nota. Elaborado a partir de Slack et al (2020).

El análisis de las consecuencias financieras en el contexto del diseño de un sistema integral para medir la productividad en Tés Mondaisa resalta la necesidad imperante de controlar los costos asociados a pérdidas materiales y tiempos improductivos. Estos gastos no solo afectan la rentabilidad, sino que reflejan ineficiencias internas que, si no se abordan, deterioran la competitividad de la empresa. El sistema propuesto busca captar estos indicadores para facilitar la reducción de desperdicios y optimizar el uso de recursos.

En cuanto a las consecuencias operativas, la variabilidad en la eficiencia de los equipos y los retrasos en la línea de producción impactan directamente en la capacidad de cumplir con los tiempos de entrega comprometidos. Esto conlleva un efecto dominó que afecta la satisfacción del cliente y la imagen de la empresa. Implementar un sistema de medición preciso permitirá detectar estas fallas en tiempo real y aplicar soluciones focalizadas que mejoren la estabilidad y fluidez de la producción.

Por otra parte, las consecuencias legales resultan cruciales para la continuidad y reputación de la empresa. El incumplimiento de normativas ambientales y laborales puede acarrear sanciones económicas y daños a la imagen corporativa, aspectos que el sistema debe monitorear explícitamente. Al incorporar estos parámetros, Tés Mondaisa asegura una gestión responsable y conforme a las regulaciones vigentes, integrando la sostenibilidad y cumplimiento normativo como pilares fundamentales.

Por último, las consecuencias administrativas reflejan la importancia de una gestión eficiente y comunicativa en el manejo del capital humano y los recursos materiales. La falta de coordinación y planificación genera cuellos de botella y errores que se traducen en pérdidas de tiempo y oportunidades. Con un sistema integral que evalúe y facilite la comunicación y logística, la empresa podrá optimizar su gestión interna y fortalecer el trabajo en equipo, fomentando un entorno laboral más dinámico y efectivo.

### **Herramientas para Analizar las Causas**

El análisis de causas constituye una fase esencial en los procesos de diagnóstico y mejora continua, al permitir identificar las razones fundamentales que originan los problemas observados dentro de un sistema productivo. Este enfoque busca comprender los factores que inciden directamente en la productividad, la eficacia laboral, la estabilidad operativa y la calidad final del producto. Según Hernández et al. (2014), el análisis de causas va más allá de la observación de los síntomas visibles, pues profundiza en los orígenes estructurales, técnicos y organizacionales que condicionan el desempeño global de la empresa (p.215).

De acuerdo con Slack et al. (2020), el análisis causal actúa como un puente entre la descripción del problema y el diseño de soluciones sostenibles, al proporcionar una comprensión integral de las causas raíz que provocan las fluctuaciones en el rendimiento y las ineficiencias operativas. Este proceso combina herramientas cualitativas y cuantitativas que permiten clasificar, validar y jerarquizar los factores causales en función de su impacto, frecuencia y severidad (p.217).

#### **Pasos generales para el análisis de causas**

- Definición del problema: delimitar con precisión el fenómeno a estudiar, estableciendo los indicadores de productividad, calidad o eficiencia que evidencian una desviación significativa.

- Recopilación de información: reunir datos históricos, registros de producción y observaciones directas que respalden la existencia y magnitud del problema.
- Identificación de posibles causas: emplear técnicas de lluvia de ideas o diagramas de afinidad para listar los factores potenciales relacionados con el problema.
- Clasificación y verificación: utilizar herramientas analíticas (como el AMEF, el diagrama de Ishikawa o los 5 Porqués) para confirmar cuáles causas tienen mayor influencia sobre el fenómeno detectado.
- Priorización de causas raíz: aplicar métodos como la matriz de relaciones o el principio de Pareto para jerarquizar las causas más críticas según su impacto en el proceso.
- Formulación de estrategias de mejora: transformar las causas identificadas en oportunidades de acción que contribuyan a la optimización continua del sistema (Montgomery, 2019, p. 40).

### **Principales Herramientas Aplicadas**

A continuación, se detallan las técnicas aplicadas en este trabajo:

#### **Técnica de los 5 Porqués**

Creada por Taiichi Ohno, esta herramienta consiste en formular de manera sucesiva la pregunta '¿por qué?' hasta identificar la causa raíz de un problema. La aplicación efectiva de la Técnica de los 5 Porqués consiste en un proceso sistemático y reflexivo que busca profundizar en las causas fundamentales de un problema específico, evitando quedarse en explicaciones superficiales. La herramienta, desarrollada por Taiichi Ohno, se basa en preguntar de manera repetida "¿por qué?" al menos cinco veces, lo que permite desentrañar progresivamente los factores subyacentes que originan la dificultad identificada. Este método promueve un análisis integral y detallado, invitando a quienes participan a cuestionar cada respuesta obtenida para llegar a la raíz del asunto (Serrat, 2017).

El primer paso consiste en definir claramente el problema observable que se desea analizar, asegurándose de que todos los involucrados tengan una comprensión precisa y común de la situación. Posteriormente, se formula la primera pregunta "¿Por qué ocurre este problema?" y se recoge la respuesta directa y específica, evitando conjeturas o explicaciones vagas. A partir de ahí, cada respuesta se convierte en la base para plantear la siguiente interrogante, profundizando gradualmente sin perder foco ni desviarse del tema central.

A medida que se avanza con los "porqués", aparece un flujo de causas y subcausas que revelan complejidades no evidentes en el primer vistazo. Es vital que este proceso se realice con mente abierta y a partir de datos o hechos concretos, para sostener un análisis riguroso y evitar caer en suposiciones. Cuando se llega a la quinta pregunta (o el número necesario), se espera haber alcanzado la verdadera razón estructural del problema, aquella que al ser solventada previene la recurrencia y mejora significativamente el desempeño o la situación analizada.

En la última etapa, implica la reflexión crítica sobre la causa raíz identificada y la elaboración de un plan de acción concreto para mitigarla o eliminarla. En contextos como el diseño de un sistema integral de procesos para medir productividad y eficacia laboral, esta técnica es especialmente valiosa porque permite actuar sobre los orígenes reales de las ineficiencias, generando soluciones sostenibles y bien fundamentadas. Su simplicidad y efectividad la convierten en una herramienta poderosa para el diagnóstico y la mejora continua en cualquier organización.

### **Análisis de Causa Raíz (RCA)**

El RCA estructura un procedimiento sistemático para identificar, verificar y eliminar las causas principales de las fallas. Permite clasificar las causas según su frecuencia y severidad (Montgomery, 2019), el Análisis de Causa Raíz (RCA) es un procedimiento sistemático diseñado para identificar, verificar y eliminar las causas principales de fallas dentro de procesos productivos u operativos, como en el caso del diseño de un sistema integral para medir la productividad y eficacia laboral en Tés Mondaisa. La aplicación correcta de este análisis implica varias etapas que garantizan un diagnóstico riguroso y fundamentado, ayudando a priorizar causas basándose en su frecuencia y severidad, tal como lo señala Montgomery (2019).

Según explica Gogget (2006), hay varias etapas del análisis de causa raíz (RCA, por sus siglas en inglés), donde, la primera etapa consiste en definir claramente el problema, estableciendo con precisión qué está fallando, desde cuándo ocurre, y cuál es su impacto en la organización. Este paso es esencial para enfocar el análisis y recoger datos relevantes mediante la observación directa, entrevistas o registros, asegurando que el equipo comprenda el contexto completo del problema. Luego, se recopilan y organizan datos e información objetiva sobre los eventos y circunstancias relacionadas con la falla, lo que permite formar una base sólida para las siguientes fases.

Posteriormente, se identifican todas las posibles causas del problema a través de métodos como diagramas de causa y efecto, lluvia de ideas o técnicas analíticas como los 5 Porqués. El objetivo

es explorar en profundidad cada factor que puede estar contribuyendo al problema, diferenciando entre síntomas y causas verdaderas. En esta fase, se valora tanto la frecuencia como la severidad de cada causa, para priorizar aquellas que tienen un impacto mayor y evitar soluciones superficiales.

En la cuarta etapa, se identifican y verifican las causas raíz, es decir, aquellas que realmente generan y sostienen el problema. Esto implica validar evidencia y realizar un análisis lógico riguroso para confirmar que se han detectado las causas más fundamentales. Finalmente, el RCA concluye con la elaboración y aplicación de un plan de acción que aborda las causas detectadas, implementando soluciones que previenen la recurrencia del problema y facilitan la mejora continua. Además, es vital monitorear y supervisar los cambios para garantizar que las intervenciones sean efectivas y sostenibles en el tiempo, asegurando así un aporte significativo al desempeño integral del proceso analizado.

En suma, el Análisis de Causa Raíz representa una herramienta indispensable para transformar problemas complejos en oportunidades de mejora, promoviendo un diagnóstico objetivo y soluciones enfocadas en la eliminación definitiva de las fallas dentro del sistema productivo y operativo.

### **Diagrama de Ishikawa o Espina de Pescado**

Esta herramienta visual agrupa las causas según las 6M: Máquina, Método, Mano de obra, Material, Medición y Medio ambiente (Heizer et al., 2019). El Diagrama de Ishikawa o Espina de Pescado es una herramienta visual y estructurada que facilita el análisis de causas de un problema agrupándolas según las 6M: Máquina, Método, Mano de obra, Material, Medición y Medio ambiente, tal como lo describen Heizer et al. (2019). Su aplicación comienza definiendo claramente el problema o efecto a analizar, el cual se representa en la "cabeza" del pescado, proporcionando un punto focal específico y compartido por todo el equipo.

Según Heizer (2019), primero se dibuja la espina dorsal del diagrama, que es una línea horizontal desde la cabeza hacia la izquierda, y desde esta línea se trazan ramas principales que representan las categorías generales de las 6M. Posteriormente, a través de sesiones de lluvia de ideas en equipo, se identifican las posibles causas relacionadas con cada categoría, las cuales se insertan como subramas en la estructura, profundizando hacia niveles secundarios o terciarios según sea necesario para explorar causas más detalladas o subyacentes.

Luego, el equipo debe analizar críticamente el diagrama completo para evaluar la validez y relevancia de cada causa identificada, jerarquizándolas de acuerdo con su impacto probable en el problema central. Esta etapa de análisis permite focalizar esfuerzos en las causas más significativas, evitando dispersar recursos en aspectos menos críticos. Finalmente, se elabora un plan de acción para abordar las causas raíz mejor priorizadas y se supervisa la efectividad de las soluciones implementadas.

Este método visual resulta especialmente útil para el diseño de un sistema integral de procesos para medir la productividad y eficacia laboral, ya que permite comprender la complejidad de factores que afectan el desempeño, facilitando una visión holística que integra variables técnicas, humanas y ambientales. La claridad y colaboración que aporta el Diagrama de Ishikawa fomenta un diagnóstico más riguroso y soluciones mejor fundamentadas en el contexto de Tés Mondaisa.

### **Gráficas de Correlación y Gráficos de Control**

Permiten identificar la relación entre variables cuantitativas, como el tiempo de producción y la tasa de defectos. Los gráficos de control ( $\bar{X}$ -R) determinan si un proceso se mantiene dentro de límites estadísticamente estables (Montgomery, 2019). Las gráficas de correlación y los gráficos de control son herramientas estadísticas fundamentales para monitorear y mejorar procesos, especialmente en contextos como el diseño de un sistema integral para medir productividad y eficacia laboral en Tés Mondaisa. El primer paso para aplicar estas gráficas es identificar las variables cuantitativas relevantes que se desean explorar, como el tiempo de producción y la tasa de defectos. La gráfica de correlación permite visualizar la relación entre estas variables, ayudando a detectar patrones, tendencias o asociaciones que puedan influir en el desempeño del proceso.

Por otro lado, los gráficos de control, específicamente los gráficos  $\bar{X}$ -R, se emplean para determinar si un proceso se mantiene dentro de límites estadísticamente aceptables a lo largo del tiempo. La aplicación comienza con la recolección sistemática de datos en subgrupos de tamaño constante, representando la media ( $\bar{X}$ ) y el rango (R) para cada muestra. Estos datos se utilizan para calcular la línea central y los límites de control superiores e inferiores, que actúan como umbrales para identificar variaciones inusuales o fuera de control.

La interpretación de los gráficos de control implica examinar si los puntos de datos se encuentran dentro de los límites establecidos o si aparecen patrones que indiquen variabilidad no aleatoria, lo que podría señalar problemas en el proceso. Cuando se detectan puntos fuera de control, se

investigan las causas específicas para implementar acciones correctivas que garanticen la estabilidad y mejora continua del proceso. Este análisis permite anticipar fallos y mantener la calidad, optimizando la productividad y la eficacia productiva.

Por último, la combinación del análisis de correlación con el monitoreo a través de gráficos de control proporciona una visión más completa y precisa del comportamiento del proceso productivo, facilitando la toma de decisiones basada en datos sólidos. Aplicado en Tés Mondaisa, este enfoque estadístico fortalece la gestión operativa al proveer indicadores claros y oportunos que impulsan la mejora continua, reducen variabilidades y aseguran que los procesos productivos se mantengan eficientes y confiables con el tiempo.

### **Método Delphi y Modelo Kano**

La integración de estas herramientas dentro de un sistema metodológico coherente permite construir un modelo de medición fundamentado en la comprensión causal del desempeño. Cada indicador se vincula con una causa raíz validada, garantizando la trazabilidad entre los resultados obtenidos y las decisiones de mejora. Así, la organización transforma los datos operativos en conocimiento estratégico, fortaleciendo una cultura basada en el aprendizaje, la prevención y la eficiencia (Slack et al. 2020, p. 220).

La aplicación del Método Delphi en el diseño de un sistema integral, según Slack et al. (2020) para medir productividad y eficacia laboral comienza con la definición clara del problema o pregunta de interés, que en este caso puede estar relacionada con la identificación de indicadores relevantes o estrategias de medición. Posteriormente, se selecciona un grupo de expertos con experiencia y conocimiento sobre el área productiva y de gestión, asegurando diversidad para enriquecer el análisis. El siguiente paso consiste en diseñar y enviar cuestionarios estructurados que permitan recopilar opiniones y evaluaciones individuales de manera anónima, lo que favorece la objetividad y reduce sesgos.

Estos cuestionarios se administran en varias rondas: tras la primera recolección de respuestas, el facilitador analiza los resultados, sintetiza las opiniones y retroalimenta al grupo de expertos con un resumen que destaca consensos y discrepancias. Los expertos, a su vez, revisan esta retroalimentación y ajustan sus respuestas en rondas sucesivas, acercando posiciones y enriqueciendo la discusión hasta alcanzar un consenso o comprensión compartida sobre el tema. Este proceso iterativo es la esencia del Método Delphi, que permite combinar conocimientos

especializados y diversidad de perspectivas para fundamentar decisiones estratégicas confiables y sólidas.

En paralelo, el Modelo Kano complementa este enfoque al clasificar las características o indicadores diseñados en categorías basadas en su influencia en la satisfacción del cliente o usuario interno (empleados, en este caso). Se identifican atributos básicos, de desempeño y de deleite, lo que ayuda a priorizar esfuerzos y recursos en aquellos aspectos que generarán mayor impacto positivo en la percepción y eficacia del sistema de medición. Esta clasificación también orienta la incorporación progresiva de mejoras según el grado de valor generado.

La integración coherente del Método Delphi y el Modelo Kano en un sistema metodológico robusto permite vincular cada indicador con una causa raíz previamente validada, garantizando la trazabilidad y precisión en la medición. Así, Tés Mondaisa no solo recopila datos operativos, sino que transforma esa información en conocimiento estratégico que fortalece la cultura organizacional, promueve la mejora continua y fomenta una gestión preventiva y eficiente. Este enfoque integral asegura que las decisiones y acciones de mejora estén sólidamente fundamentadas en análisis expertos y criterios de valor para la empresa.

### **Herramientas para el Diseño**

En el marco del diseño de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral, las herramientas metodológicas provenientes de la gestión de calidad, la logística, los inventarios, la producción y las operaciones constituyen pilares fundamentales para estructurar un modelo técnico, medible y sostenible. Estas herramientas facilitan la estandarización de los procesos, la identificación de desviaciones y la adopción de una cultura organizacional basada en la mejora continua y el control de resultados.

De acuerdo con Slack et al. (2020), las herramientas de diseño industrial cumplen la función de transformar los objetivos estratégicos de la organización en procedimientos estructurados que aseguren la eficiencia operativa y la coherencia entre los distintos niveles de gestión. A través de su integración, se establece un marco metodológico que promueve la uniformidad de criterios, la trazabilidad de la información y la toma de decisiones fundamentada en datos verificables (p 210).

## Herramientas de Calidad

Las herramientas de gestión de la calidad total (TQM), los círculos de calidad y el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) representan metodologías fundamentales para diseñar sistemas que garanticen la estandarización, la retroalimentación y la mejora continua. Estas herramientas permitirán definir procesos más robustos dentro de las líneas de producción, eliminando las variaciones que afecten la productividad laboral y la calidad del producto final.

Como indica Montgomery (2019), los sistemas de calidad efectivos parten del control estadístico de los procesos, utilizando datos para identificar causas raíz de desviaciones y establecer planes de acción correctivos.

1. **Planificar (P):** identificar CTQ/CTC (características críticas de calidad/costo), definir metas y criterios de aceptación; procedimientos documentales y riesgos de proceso. Slack (2020, pág. 210)
2. **Hacer (H):** estandarizar instrucciones (POE/SOP), capacitar, ejecutar pilotos y registrar datos de proceso. Montgomery (2019, pág. 102)
3. **Verificar (V):** aplicar SPC (cartas  $\bar{X}$ -R/p/u), auditar cumplimiento, comparar contra metas y límites de control. Montgomery (2019, págs. 102-105)
4. **Actuar (A):** corregir causas raíz, actualizar estándares y metas, institucionalizar lecciones aprendidas. (Slack et al., 2020, p. 212)

## Herramientas Logísticas

La logística constituye un componente estratégico en la medición de productividad, ya que abarca la gestión de los flujos de materiales, información y productos terminados (Calvo, 2024). Entre las herramientas más relevantes destacan el Mapeo del Flujo de Valor (VSM), el Análisis ABC de inventarios y la gestión de la cadena de suministro (SCM), las cuales permiten visualizar los procesos desde la recepción de materia prima hasta la distribución final.

Según Heizer et al. (2019), el VSM permite detectar desperdicios, cuellos de botella y movimientos innecesarios que impactan directamente la eficiencia operativa.

### Mapeo del Flujo de Valor (VSM)

Según Heizer et al. (2019), explica lo siguiente.

1. Seleccione familia de productos y alcance del mapa.

2. Levantar el estado actual (flujo de material/información, takt time, inventarios, tiempos).
3. Identificar desperdicios y cuellos de botella.
4. Diseñar estado futuro (pull, heijunka, lotes, Kanban).
5. Priorizar iniciativas y plan de transición. (p.233)

#### Análisis ABC de inventarios

Según Wild (2016), explica lo siguiente.

1. Depurar maestro de materiales y consumos anuales.
2. Calcular valor anual (precio × consumo).
3. Ordenar y clasificar A/B/C (regla 80/15/5 aprox.).
4. Definir políticas diferenciadas (revisión, seguridad, servicio) (p. 57)

#### **Herramientas de Control de Inventarios**

Como plantea Chan (2016), el control de inventarios constituye un área clave dentro del diseño de sistemas productivos, ya que el exceso o la falta de materiales puede afectar directamente la productividad. El Modelo EOQ (Economic Order Quantity) y los sistemas de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) serán herramientas esenciales para determinar los niveles óptimos de existencias, evitando tanto la sobreproducción como la escasez de insumos. Es decir, la correcta gestión de inventarios permite reducir costos, mejorar la rotación del capital y asegurar la continuidad del flujo productivo.

#### **Cantidad por acción**

Según Heizer y Render (2019) y Chan (2016), se tienen los siguientes pasos.

1. Estimar demanda (D), costo de pedido (S) y costo de mantenimiento (H).
2. Calcular  $Q^* = \sqrt{(2DS/H)}$ ; estimar ROP = demanda en lead time + stock de seguridad.
3. Establecer política de reaprovisionamiento y revisión. (Heizer y Render, 2019, p. 233; Chan, 2016, p. 57)

#### **MPR**

Según Heizer y Render (2019), se tienen los siguientes pasos.

1. Definir MPS (plan maestro).
2. Estructura BOM, inventarios y plazos de entrega.

3. Explosión MRP, neteos y aviones de órdenes. (Heizer y Render, 2019, p. 233)

### **Herramientas de Producción y Balance de Carga Laboral**

De acuerdo con Muñoz et al. (2021), el diseño del sistema integral también debe apoyarse en herramientas que permitan analizar el rendimiento de los procesos productivos y del personal operativo. El balance de líneas, el estudio de tiempos y movimientos, y el diagrama de operaciones son métodos aplicables para determinar el grado de utilización del tiempo, la eficiencia del trabajo manual y la coordinación entre estaciones.

Siguiendo con Muñoz et al. (2021), este indica que el análisis de métodos permite identificar redundancias, movimientos innecesarios y tareas que no agregan valor, lo que facilita la redistribución de funciones y la estandarización de operaciones.

Los pasos propuestos por Muñoz et al. (2021), Heizer et al. (2019) y Slack et al. (2020) son los siguientes:

1. Descomponer el proceso en tareas y precedentes (DOP).
2. Cronometrar, determinar tiempo normal (ritmo) y tiempo estándar (suplementos).
3. Calcular tiempo de ciclo objetivo y número teórico de estaciones.
4. Asignar tareas a estaciones (heurísticas) y medir eficiencia y equilibrio.
5. Estandarizar métodos y eliminar movimientos sin valor. Muñoz et al (2021, p. 68), Heizer et al (2019, p. 233); Slack et al (2020, p. 215)

### **Herramientas de Operaciones y Medición del Desempeño**

Finalmente, las herramientas orientadas a la medición del desempeño —como el OEE (Overall Equipment Effectiveness), los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) y los gráficos de control estadístico— serán los elementos centrales del sistema integral propuesto. Estas herramientas cuantifican la productividad desde tres dimensiones fundamentales: disponibilidad del equipo, rendimiento operativo y calidad del producto. A continuación, se explica la fórmula en la Figura 16 Overall Equipment Effectiveness.

*Figura 16 Overall Equipment Effectiveness*

$$OEE = (\text{Disponibilidad}) \times (\text{Rendimiento}) \times (\text{Calidad})$$

Esta métrica, según Montgomery (2019), ofrece una visión global de la eficiencia productiva, permitiendo identificar el impacto de paros, pérdidas o defectos sobre el desempeño general.

### **KPI**

Según Slack et al. (2020), los pasos para los KPI son los siguientes.

1. Definir KPI SMART, fórmulas, periodicidad y responsables.
2. Establecer líneas base y metas.
3. Diseñar tableros y rutinas de revisión. Slack et al (2020, p. 212)

### **OEE**

Según Montgomery (2019), los pasos para aplicar el OEE son los siguientes.

1. Medir Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.
2. Calcular  $OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$ .
3. Clasificar pérdidas (seis grandes pérdidas) y priorizar acciones. Montgomery (2019, p. 245)
4. Los datos se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### **SPC**

Según Montgomery (2019), los pasos para aplicar el SPC son los siguientes.

1. Seleccionar característica y tipo de carta (variables o atributos).
2. Calcular límites de control y evaluar señales especiales.
3. Accionar mejoras y actualizar límites si procede. Montgomery (2019, p. 212-215)

### **SCADA**

Según Slack et al. (2020), los pasos para llevar SCADA son los siguientes:

1. Definir variables críticas, tasas de muestreo y etiquetas.
2. Establecer arquitectura de captura y almacenamiento.
3. Validar calidad del dato y alarmas; Integrar con KPI/OEE. (Slack et al., 2020, p. 212)

## **Herramientas para el Control de la Implementación del Diseño**

El control de la implementación del diseño constituye una fase determinante en la consolidación de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral, ya que asegura que las estrategias planteadas se ejecutarán conforme a los objetivos técnicos, económicos y operativos

definidos. Esta etapa implica la aplicación de herramientas de análisis financiero, económico y de planificación que permiten verificar el cumplimiento de las metas establecidas y evaluar la sostenibilidad del sistema implementado.

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el control dentro de un proyecto de mejora industrial debe ser un proceso continuo que verifique la correcta ejecución de las acciones propuestas, mida su impacto y permita realizar ajustes en caso de desviaciones (p.230). En este contexto, las herramientas de análisis económico, financiero y de gestión de proyectos desempeñan un papel esencial, ya que integran la evaluación técnica con la sostenibilidad financiera.

### **Pasos del proceso de control**

Según Slack et al. (2020), se definen los siguientes pasos para el control:

1. **Definición de indicadores de evaluación:** establecer los parámetros técnicos, económicos y operativos que serán utilizados para medir el progreso y desempeño del sistema.
2. **Recolección y validación de información:** recopilar datos confiables sobre costos, rendimientos y tiempos operativos, garantizando su precisión y trazabilidad.
3. **Comparación con estándares de referencia:** analice los resultados obtenidos frente a los valores esperados o establecidos en la planificación inicial.
4. **Identificación de desviaciones:** detectar las diferencias significativas entre lo proyectado y lo ejecutado, determinando sus causas principales.
5. **Implementación de medidas correctivas:** aplicar estrategias de ajuste para mejorar el rendimiento o corregir las deficiencias detectadas.
6. **Evaluación de impacto:** cuantificar los efectos de las acciones correctivas sobre la productividad, la eficacia y la rentabilidad del sistema Slack et al (Slack, Chambers, & Johnston, 2020)

El análisis económico es una herramienta clave para determinar la factibilidad del proyecto, considerando los aspectos de inversión, costos, gastos y beneficios que derivan de la implementación del sistema integral de medición. Según Heizer et al. (2019), el análisis económico permite identificar si el proyecto genera valor agregado al reducir los desperdicios, aumentar la productividad del personal y mejorar la calidad del producto.

## **Análisis económico**

El análisis financiero complementa al económico al enfocarse en la rentabilidad y recuperación de la inversión. Las herramientas más relevantes son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Período de Recuperación (PR) y el Análisis Costo-Beneficio (C/B). Estas métricas permiten cuantificar los beneficios financieros futuros derivados del aumento de la productividad y compararlos con los costos de implementación del sistema.

De acuerdo con Chan (2016), el VAN se utiliza para determinar la rentabilidad del proyecto a lo largo del tiempo, mientras que la TIR refleja la tasa de retorno esperada, y el análisis costo-beneficio mide la eficiencia económica de cada decisión (p.95).

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 17 Fórmula VAN.

### ***Figura 17 Fórmula VAN***

$$VAN = \sum_{t=1}^{norte} \frac{Gripe\ Neto_{el}}{(1+r)^{el}} - Inversión\ Inicial$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 18 Fórmula TIR.

### ***Figura 18 Fórmula TIR***

$$TIR = \sum_{t=1}^{norte} \frac{Gripe\ Neto_{el}}{(1+TIR)^{el}} - Inversión\ Inicial$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

A continuación, se explica la fórmula en la Figura 19 Fórmula Análisis Costo Beneficio.

### ***Figura 19 Fórmula Análisis Costo Beneficio***

$$C/B = \frac{Beneficios\ Totales}{Costos\ Totales}$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS) es una herramienta de gestión de proyectos que permite dividir el proyecto en componentes más pequeños,

manejables y medibles. Según PMI (2021), esta estructura facilita la asignación de responsabilidades, el seguimiento del avance y la identificación de dependencias entre tareas.

### **Diagrama de Gantt**

El Diagrama de Gantt es una herramienta visual fundamental para planificar y controlar el progreso de las actividades del proyecto. Permite observar de manera cronológica las tareas, su duración, las relaciones entre ellas y los responsables de ejecución. El uso del diagrama de Gantt mejora la comunicación entre los equipos, ayuda a cumplir con los plazos establecidos y posibilita una reacción rápida ante desviaciones del cronograma (Martins, 2025).

El diagrama de Gantt, según explica Geraldi y Lechter (2012), se elabora siguiendo una serie de pasos sencillos donde, primero, se define el proyecto y su objetivo general; luego, se identifican todas las actividades o tareas que deben realizarse. Después, se establece el orden de las actividades y se determina si algunas dependen de otras. Seguidamente, se asigna una duración estimada a cada tarea y se fijan las fechas de inicio y finalización. Una vez hecho esto, se distribuyen las tareas en una línea de tiempo, normalmente en forma de barras horizontales. Por último, se revisa el diagrama para verificar que los tiempos sean realistas y se utiliza como herramienta de seguimiento para controlar el avance del proyecto y hacer ajustes si es necesario.

### **Resumen de herramientas**

El uso articulado de estas herramientas garantiza que la propuesta de diseño no solo sea viable desde un punto de vista técnico, sino también financieramente sostenible y administrativamente controlable.

El análisis económico y financiero proporcionará una base cuantitativa sólida para justificar la inversión; la EDT permitirá estructurar la implementación de forma ordenada y rastreable; y el diagrama de Gantt ofrecerá una representación temporal que facilite la supervisión y el control continuo.

### **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

El presente capítulo expone la metodología empleada para desarrollar la investigación, la cual establece los procedimientos, técnicas y herramientas utilizados para recopilar, procesar y analizar la información necesaria. Este apartado describe de manera estructurada el enfoque, el alcance, el tipo de investigación, las variables, la muestra, los instrumentos y los métodos analíticos que permiten evaluar la situación actual del Departamento de Producción de Tés Mondaisa y fundamentar el diseño de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral.

La aplicación rigurosa de una metodología definida asegura la coherencia entre los objetivos planteados y los procedimientos utilizados para alcanzarlos. De igual forma, este capítulo presenta el cronograma de trabajo y las estrategias de control de la implementación, aspectos esenciales para garantizar la trazabilidad, la validez y la replicabilidad de los resultados obtenidos en otros entornos productivos similares.

#### **Enfoque**

El enfoque metodológico, en su esencia, representa la piedra angular sobre la cual se edifica toda investigación científica. Es la brújula que orienta cada paso del proceso, desde la manera en que se recopilan los datos hasta cómo se analizan y, finalmente, cómo se interpretan. Es como un mapa que guía con precisión, asegurando que cada hallazgo tenga un sentido claro y fundamentado. Hernández et al. (2014) lo describen como la estructura que define si la investigación será de carácter cualitativo, cuantitativo o una mezcla de ambos, dependiendo de la naturaleza del problema, los objetivos específicos y la clase de información esencial para responder a las preguntas de investigación. Así, se demuestra que no hay un camino único, sino que cada proyecto requiere un enfoque adaptado, que se ajuste a las demandas y particularidades del estudio en cuestión.

Por otro lado, el enfoque cualitativo es ese método introspectivo, casi filosófico, que busca comprender los fenómenos desde una perspectiva interpretativa, en la que las percepciones, experiencias y significados relacionados con el objeto de estudio toman un protagonismo fundamental. A través de este método, el investigador logra adentrarse en los entornos, en los contextos sociales y en las mentes de quienes viven esas experiencias. Es como si, en un acto de sensibilidad y profundo respeto, se permitiera redescubrir al ser social en su condición política e histórica, alineándose con la visión de Piña Ferrer (2023). Es una especie de lente que revela las

historias no contadas, las emociones ocultas y los matices que otros enfoques dejarían en la penumbra, haciendo que la investigación cobre vida en un plano más humano y cercano.

En contraste, Hernández et al. (2014) señalan que el enfoque cuantitativo posee un carácter característicamente más objetivo y riguroso. La palabra clave aquí es la medición: la recolección y análisis de datos numéricos con el objetivo claro de describir, comparar o detectar relaciones entre diferentes variables. Es un método que se apoya en la evidencia empírica, aquella que puede ser verificada y replicada en distintos contextos, bajo condiciones similares. La fuerza de este enfoque radica en su capacidad de ofrecer resultados concretos, sustentados en cifras y estadísticas, que eliminan la subjetividad para centrarse en hechos verificables. Es como si, en un diálogo entre números y hechos, la investigación alcanzara un nivel de objetividad que le otorga credibilidad y precisión, elementos indispensables para la toma de decisiones fundamentadas.

Habiendo considerado estas diversas maneras de abordar el fenómeno, en el caso particular de la presente investigación, se opta por un enfoque claramente cuantitativo, debido a su potencial para ofrecer datos objetivos y medibles. La elección no es casual; responde a la necesidad de analizar, con rigor y precisión, aspectos concretos como los niveles de productividad y la eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Es posible imaginar a los investigadores como científicos meticulosos, armados con instrumentos estadísticos que les permiten traducir los fenómenos observados en datos numéricos, concretos y, sobre todo, confiables. Desde esa perspectiva, variables como tiempos de ciclo, eficiencia operativa, niveles de calidad y rendimiento del recurso humano emergen como indicadores claros, capaces de iluminar el estado actual y facilitar la toma de decisiones.

Finalmente, la adopción de un enfoque eminentemente cuantitativo no solo garantiza la obtención de resultados verificables y comparables, sino que también abre la puerta a un proceso de mejora continua que se respalda en evidencia estadística. En un contexto empresarial, donde cada decisión puede marcar la diferencia entre el éxito y el estancamiento, tener datos sólidos y confiables resulta esencial. Así, la investigación se convierte en un proceso dinámico y bien fundamentado, en el que las propuestas metodológicas nacen del análisis riguroso y la interpretación clara de los números. De esta forma, el enfoque cuantitativo no solo cumple con su función técnica, sino que también enciende la chispa de la innovación y la mejora constante en la organización.

## **Alcance**

Los alcances de investigación son los tipos de estudios con los que se clasifican los proyectos investigativos, existen cuatro tipos: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Así, en el alcance exploratorio, para Hernández et al. (2014): “Se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso.” (p. 91), es decir, son todos esos estudios pioneros sobre un tema en específico, esto llega a ser importante en fenómenos que son pocos investigados.

Según explican Hernández et al. (2014), el alcance descriptivo: “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.” (p. 92), es decir, trata de describir características propias de un grupo investigativo o bien, demostrar las existencias de dichas características en fenómenos, grupos o situaciones.

Por otro lado, los alcances correlacionales, según explican Hernández et al. (2014): “Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (p. 93). Estos buscan ver si hay una relación entre dos cosas, quieren saber si cuando una cambia, la otra también cambia, y si eso pasa de una forma que se pueda predecir.

El alcance explicativo pretende identificar causas o relaciones causales entre variables, no solo describirlas. Así, Hernández et al. (2014) dicen que: “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (p. 95); es decir, es útil para poder demostrar, mediante números, lo que se ha recolectado en una investigación. Por lo que se refuerza la capacidad del estudio para ir más allá de la descripción del estado actual, permitiendo determinar cómo las prácticas vigentes afectan aspectos clave como tiempos de entrega, calidad y satisfacción.

El alcance explicativo se utiliza en esta investigación para identificar y analizar las causas que generan ineficiencias en el departamento, así como para determinar cómo se relacionan dichas causas con variables clave como los tiempos de entrega, la calidad del producto y la satisfacción de los usuarios internos. Este tipo de alcance permite ir más allá de una simple descripción de fenómenos, ya que busca explicar por qué ocurren ciertos resultados y bajo qué condiciones, proporcionando así una comprensión más profunda y útil para la toma de decisiones estratégicas.

## **Diseño**

Ruiz (2019), citado por Argüello (2023), afirma que: “se trata de un conjunto de técnicas que permiten a un investigador preparar su experimento o su investigación” (p. 38). Según lo anterior, el diseño de la investigación puede definirse como aquellos pasos a seguir en el desarrollo de una investigación. Un diseño correctamente elaborado debe proporcionar un marco claro y sistemático, que permite al investigador abordar el problema de la investigación de manera efectiva y eficiente.

El diseño de una investigación constituye la estructura o plan que orienta la ejecución del estudio, definiendo las estrategias, técnicas y procedimientos que permiten alcanzar los objetivos propuestos. Según Hernández (2014), el diseño metodológico: “es el plan o estrategia concebido para responder a las preguntas de investigación y controlar la validez del estudio” (p. 131). Dicho de otro modo, el diseño establece qué se investigará, cómo se hará, con quiénes, en qué momento y mediante cuáles herramientas.

Los diseños de investigación se clasifican, en términos generales, en experimentales y no experimentales. En los diseños experimentales, el investigador manipula intencionalmente una o más variables independientes para observar su efecto sobre otras variables dependientes. Hernández et al. (2014) explican que: “los diseños experimentales se caracterizan por la manipulación deliberada de una variable para observar su efecto en otra, bajo condiciones controladas” (p. 134). Este tipo de diseño busca establecer relaciones causales, razón por la cual se aplica en contextos donde el investigador puede intervenir directamente en el fenómeno analizado.

Por otro lado, en los diseños no experimentales, el investigador no manipula las variables, sino que observa los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, con el fin de describirlos o analizar sus relaciones. Hernández y Mendoza (2018) señalan que: “los estudios no experimentales se sustentan en la observación sistemática de los hechos, sin intervención ni manipulación del investigador” (p. 102). Este tipo de diseño puede ser transversal o longitudinal, dependiendo del tiempo en que se recolectan los datos.

El diseño no experimental longitudinal se caracteriza por recolectar datos en distintos momentos, con el propósito de analizar la evolución o los cambios de un fenómeno a lo largo del tiempo. En cambio, el diseño no experimental transversal obtiene la información en un solo momento, describiendo y analizando las variables tal como se presentan en un punto específico. Según Hernández et al. (2014), “los estudios transversales describen variables y analizan su incidencia e

interrelación en un momento determinado, como una fotografía instantánea del fenómeno” (p. 153).

En el caso del presente estudio, se seleccionó un diseño no experimental de tipo transversal y seccional.

- No experimental: esta tesis tiene un diseño no experimental, puesto que la función del investigador es observar los fenómenos y analizarlos. En el caso de una investigación experimental, hay modificación en las variables para poder hacer un análisis, lo cual no sucede en el presente proyecto. Los “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010, p. 149).
- Seccional: una investigación de tipo seccional es aquella en la que el investigador recolecta la información una única vez. Una investigación con diseño seccional es la que: “recoge información del objeto de estudio en una oportunidad única” (Navarro Chávez, 2014, p. 261).
- Transversal: en cuanto al diseño de investigaciones no experimentales, esta tesis es de tipo transversal. Las investigaciones con diseños transversales o transeccionales recolectan datos en un solo momento y sus propósitos pueden variar (Hernández et al., 2010).

Entonces, la investigación se orienta a analizar la situación actual del sistema de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, sin modificar ni intervenir en los procesos operativos existentes. Este diseño permite recolectar información durante un período específico, con el fin de identificar las condiciones reales de trabajo, los niveles de eficiencia y los factores que inciden en la productividad.

Además, el enfoque transversal facilita una evaluación precisa del contexto productivo en un momento determinado, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para el estudio. Al tener estas características, este diseño se enfoca en caracterizar las variables operativas, humanas y tecnológicas que intervienen en el desempeño del Departamento de Producción. Los resultados obtenidos servirán como base para el diseño de una propuesta metodológica integral de medición, que se construye a partir de hechos observables y datos verificables, garantizando así la validez y pertinencia del diagnóstico.

## **Variables**

En toda investigación aplicada, la definición de variables constituye un elemento esencial para garantizar la precisión del estudio y la validez de los resultados. Según Hernández et al. (2014), una variable representa una propiedad o característica que puede asumir distintos valores y cuya medición permite establecer relaciones, comparaciones o efectos dentro de un fenómeno determinado (p 105). De esta manera, las variables funcionan como los componentes observables y cuantificables de los objetivos específicos, transformando conceptos abstractos en dimensiones empíricamente verificables.

Las variables de investigación se clasifican, de acuerdo con su función, en independientes, dependientes y de control. Las independientes son aquellas que el investigador observa o analiza como posibles causas de un fenómeno; las dependientes son los efectos o resultados observables derivados de esas causas, mientras que las variables de control permiten mantener estables ciertos factores que podrían alterar la relación entre las anteriores (Hernández y Mendoza, (2018, pág. 319).

En el contexto del Departamento de Producción de Tés Mondaisa, las variables se estructuraron para reflejar los aspectos más relevantes del desempeño operativo y del comportamiento laboral, con el fin de medir la productividad, la eficacia y la eficiencia de los procesos. Cada variable se definió considerando su dimensión conceptual, sustentada en literatura académica especializada y su dimensión operacional, determinada a partir de los indicadores utilizados en la práctica industrial.

Asimismo, se incorporaron los criterios de medición que permitan cuantificar los resultados y las fuentes de datos correspondientes, garantizando que la información recolectada sea precisa, objetiva y verificable. Esta estructuración metodológica no solo fortalece la validez interna del estudio, sino que también facilita la replicabilidad del proceso en entornos productivos similares.

Los datos se resumen, a continuación, en la Tabla 2 Variables.

***Tabla 2 Variables***

<b>Objetivos</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>	<b>Instrumental</b>
<b>Describir con precisión la problemática relacionada con la ausencia de</b>	Problema de indicadores	Falta de indicadores claros para medir	Número de indicadores	Lista de cotejo de indicadores, guía de entrevista

<p><b>indicadores claros que permitan medir el desempeño laboral y productivo en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa.</b></p>		<p>desempeño laboral y productivo.</p>	<p>productividad existentes</p> <p>Porcentaje de procesos productivos con indicadores definidos</p> <p>Frecuencia de medición de los indicadores</p>	<p>estructurada, formato de revisión documental</p>
<p><b>Medir las consecuencias derivadas de la falta de un sistema integral de medición, identificando su impacto en la eficiencia operativa y en la gestión de recursos de la empresa.</b></p>	<p>Impacto en eficiencia y gestión</p>	<p>Efectos negativos en la eficiencia operativa y gestión por ausencia de sistema integral.</p>	<p>Productividad laboral (unidades producidas / hora)</p> <p>Tasa de desperdicio (%)</p> <p>Tiempo promedio de proceso</p> <p>Nivel de cumplimiento de metas (%)</p>	<p>Cuestionario de percepción, ficha de registro de productividad, formato de análisis de indicadores operativos</p>
<p><b>Analizar las causas fundamentales que originan la carencia de un sistema estructurado para evaluar la productividad y eficacia en el área de producción.</b></p>	<p>Causas de la carencia del sistema</p>	<p>Factores que impiden la implementación de un sistema estructurado para medir productividad.</p>	<p>Número de causas identificadas</p> <p>Tipo de causa (organizacional, técnica, humana)</p> <p>Frecuencia de repetición de cada causa</p>	<p>Guía de entrevista semiestructurada, ficha de análisis causal, matriz causa–efecto</p>

<b>Definir el diseño de un sistema integral y metodológico que permita la recolección, análisis y seguimiento de datos relacionados con la productividad y el rendimiento laboral.</b>	Diseño del sistema integral	Concepción metodológica del sistema para medir productividad y rendimiento laboral de forma integral.	Número de indicadores definidos en el sistema Existencia del manual del sistema (sí/no) Número de procesos incluidos en el sistema.	Documento del sistema propuesto, manual de procedimientos, matriz de indicadores
<b>Determinar los mecanismos de control y retroalimentación necesarios para implementar el sistema propuesto y fomentar una cultura de mejora continua en el Departamento de Producción.</b>	Mecanismos de control y retroalimentación	Procesos y herramientas para asegurar seguimiento y mejora continua mediante el sistema integrado.	Frecuencia de seguimiento de indicadores Número de reportes de control generados Nivel de satisfacción del personal (%)	Formato de reporte de control, cuestionario de satisfacción, acta de reuniones de retroalimentación

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El planteamiento de estas variables permite analizar de forma sistemática los componentes productivos y humanos que influyen en la eficacia laboral del Departamento de Producción. Al definir con claridad sus dimensiones conceptuales y operacionales, se promueve una medición integral y objetiva del desempeño, alineada con los principios de la mejora continua, la gestión por indicadores y la filosofía de la Industria 4.0. Además, la integración de estas variables en el sistema propuesto facilitará la generación de información confiable para la toma de decisiones estratégicas, el diseño de programas de capacitación y la optimización de los procesos productivos en Tés Mondaisa.

## Muestra

Para la presente investigación, se definió una serie de indicadores de análisis que permiten diagnosticar la situación actual del Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Estos indicadores facilitan la evaluación del desempeño operativo, la productividad laboral y la calidad de los procesos productivos, apoyando la formulación de una propuesta metodológica integral de medición.

Los indicadores seleccionados proporcionan una base cuantitativa sólida para identificar brechas de rendimiento, ineficiencias operativas y oportunidades de mejora. De esta forma, es posible establecer comparaciones entre los resultados obtenidos y los estándares de desempeño esperados, evaluando el impacto de la implementación del sistema integral propuesto en la gestión de la productividad.

La muestra seleccionada es de tipo no probabilístico, ya que se eligió de forma intencional el equipo operativo y los procesos productivos del área de producción de Tés Mondaisa, los cuales representan el núcleo funcional del estudio. A partir de esta muestra, se aplicaron fórmulas e indicadores específicos que permiten cuantificar variables como el tiempo de ciclo, la eficiencia de recursos, el nivel de calidad del producto y la eficacia laboral.

Estos datos sirven de fundamento para validar el sistema integral de medición propuesto, permitiendo identificar con precisión las áreas de mejora y generar información confiable para la toma de decisiones estratégicas dentro del proceso productivo.

Los datos se resumen, a continuación, en la Tabla 3 Muestra.

**Tabla 3 Muestra**

<b>Indicador</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Unidad de muestreo</b>	<b>Fórmula</b>
<b>Ausencia de indicadores claros</b>	Análisis diagnóstico	Documentos, informes y entrevistas	No aplica (recolección total o muestreo por conveniencia de fuentes documentales y testimoniales)

<b>Impacto en eficiencia operativa y gestión de recursos</b>	Muestra probabilística estratificada	Registros operativos y administrativos	$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1-p)}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p(1-p)}$ (tamaño de muestra para proporciones)
<b>Causas de la carencia del sistema</b>	Muestra no probabilística por juicio	Empleados y directivos	No aplica (selección intencional según criterio para profundizar en causas)
<b>Diseño del sistema integral</b>	Muestra censal o total	Documentos y expertos en proceso	No aplica (se analiza el diseño integral completo o consulta a todos los expertos)
<b>Mecanismos de control y retroalimentación</b>	Muestra probabilística por muestreo aleatorio simple	Sesiones de retroalimentación y reportes	$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$ (muestra para poblaciones finitas)
<b>Tiempos de ciclo de producción</b>	Muestra probabilística sistemática	Ciclos o lotes de producción	$n = \frac{N}{k}$ , donde $k$ es el intervalo de muestreo sistemático
<b>Capacidad utilizada</b>	Muestra probabilística aleatoria simple	Días o turnos de producción	$n = \frac{Z^2 \cdot p(1-p)}{E^2}$ (tamaño de muestra para proporciones con nivel de confianza $Z$ )
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	Muestra probabilística estratificada	Registros de desperdicio por turno o línea	$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1-p)}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p(1-p)}$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

## Instrumentos

Para llevar a cabo la recolección de datos en la presente investigación, se seleccionaron diversos instrumentos de medición adecuados a los objetivos y variables planteadas. La elección de estos instrumentos se realizó considerando la naturaleza de los indicadores definidos, de modo que permitieran obtener información precisa, confiable y verificable sobre la productividad y la eficacia laboral en el área de producción de Tés Mondaisa.

Cada instrumento se diseñó con el propósito de garantizar la validez y la pertinencia de los datos recopilados, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. De esta manera, se logra un análisis integral que abarca tanto los aspectos operativos (tiempos, eficiencia, desperdicio, control de calidad) como los factores humanos (percepción del personal, cumplimiento de roles y satisfacción interna).

Los instrumentos propuestos facilitan la observación sistemática de los procesos productivos, el registro de indicadores clave y la obtención de evidencias objetivas para el diagnóstico. Además, incluyen herramientas complementarias que permiten interpretar las causas de las variaciones en la productividad y evaluar el impacto de las estrategias de mejora implementadas.

Los datos se resumen, a continuación, en la Tabla 4 Instrumentos.

**Tabla 4 Instrumentos**

<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Recursos requeridos</b>
<b>Ausencia de indicadores claros</b>	Guía de entrevista, formato de revisión documental	Acceso a documentos internos, personal para entrevistas
<b>Impacto en eficiencia operativa y gestión de recursos</b>	Encuestas, formatos de análisis documental	Software estadístico, acceso a reportes operativos
<b>Causas de la carencia del sistema</b>	Guía de entrevista semiestructurada, grupo focal	Facilitador para grupos, salas de reunión, grabadoras

<b>Diseño del sistema integral</b>	Plantillas para diseño metodológico, matrices	Expertos en procesos, <i>software</i> de diagramación, material de oficina
<b>Mecanismos de control y retroalimentación</b>	Protocolos, listas de verificación, formatos de reporte	Personal encargado de seguimiento, herramientas de gestión documental
<b>Tiempos de ciclo de producción</b>	Cronómetros, registros automáticos	Equipos de medición, acceso a línea de producción
<b>Capacidad utilizada</b>	Reportes de producción, cuestionarios	Sistemas de registro, personal para recopilación de datos
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	<i>Checklists</i> de inspección, registros de desperdicio	Equipos para inspección, acceso a datos de producción

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los recursos utilizados para aplicar cada instrumento incluyen medios informáticos, materiales físicos, apoyo del personal técnico y herramientas básicas de registro y medición. La combinación de diferentes técnicas de recolección permite contrastar evidencia objetiva con la percepción del recurso humano, fortaleciendo la validez del diagnóstico y ofreciendo una visión más completa del funcionamiento del Departamento de Producción.

Esta integración de herramientas analíticas y participativas contribuye directamente al diseño del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral, proporcionando datos esenciales para la formulación de estrategias de mejora continua y la toma de decisiones fundamentadas en evidencia.

### **Recolección de Datos**

Para el desarrollo del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, resulta esencial recopilar información confiable que permita diagnosticar el estado actual de los procesos productivos, identificar los factores que

inciden en la eficiencia operativa y evaluar el desempeño del personal en sus distintas áreas de trabajo.

La recolección de datos se estructuró con base en los objetivos específicos de la investigación, utilizando métodos y fuentes de información complementarios que garantizan la validez, precisión y representatividad de los resultados. De este modo, se combinan técnicas de observación directa, análisis documental, entrevistas y cuestionarios, con el propósito de obtener tanto datos cuantitativos (tiempos, volúmenes, rendimientos, porcentajes) como datos cualitativos (percepciones, experiencias, causas y sugerencias de mejora).

Los procedimientos se planificaron para realizarse durante un período determinado de observación y medición, permitiendo establecer comparaciones y relaciones entre los distintos indicadores de desempeño definidos en el estudio. Los detalles se presentan en la Tabla 5 Recolección de Datos.

**Tabla 5 Recolección de Datos**

<b>Indicador</b>	<b>Fuente de los datos</b>	<b>Método de recolección de datos</b>	<b>de Beneficios esperados de</b>
<b>Ausencia de indicadores claros</b>	Informes internos, manuales, entrevistas a responsables	Revisión documental y entrevistas estructuradas	Identificar brechas en medición y establecer bases para indicadores claros.
<b>Impacto en eficiencia operativa y gestión de recursos</b>	Registros operativos, reportes financieros y administrativos	Análisis documental y encuestas de percepción	Determinar efectos negativos y áreas de oportunidad para mejora operativa.
<b>Causas de la carencia del sistema</b>	Opiniones de empleados, directivos,	Entrevistas semiestructuradas y grupos focales	Comprender obstáculos y limitantes para implementar un sistema estructurado.

	documentos internos		
<b>Diseño del sistema integral</b>	Documentación técnica, propuestas metodológicas	Análisis documental, revisión con expertos	Generar un diseño metodológico riguroso y adecuado a las necesidades organizacionales.
<b>Mecanismos de control y retroalimentación</b>	Reportes de seguimiento, actas de reuniones	Observación directa y revisión de protocolos	Garantizar el seguimiento adecuado y fomentar mejora continua.
<b>Tiempos de ciclo de producción</b>	Registros de producción y control de procesos	Medición directa, registro automático	Optimizar procesos y reducir tiempos ineficientes en la producción.
<b>Capacidad utilizada</b>	Datos de producción diaria, turnos y maquinaria	Revisión de reportes y mediciones en planta	Mejorar la asignación de recursos y maximizar la capacidad productiva.
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	Reportes de desperdicios por línea y turno	Inspección, registros y análisis de desperdicio	Disminuir pérdidas y aumentar la eficiencia en el uso de materiales.

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La recolección de estos datos permite obtener una visión integral del desempeño operativo y humano del área de producción, proporcionando una base sólida para validar el sistema propuesto. Además, el análisis conjunto de la información numérica y cualitativa posibilita detectar patrones, comparar resultados y establecer métricas de referencia que sirvan para evaluar los efectos de la implementación del sistema de medición a lo largo del tiempo.

De igual manera, los resultados obtenidos permiten identificar factores críticos de mejora, anticipar posibles desviaciones y generar estrategias de control que fortalezcan la eficiencia y competitividad de Tés Mondaisa. Esta recolección sistemática de información representa un paso fundamental para sustentar decisiones estratégicas orientadas a la optimización de procesos y la gestión del talento humano dentro del entorno productivo.

### **Método de Análisis**

El análisis de los datos constituye una etapa fundamental dentro del proceso investigativo, ya que permite transformar la información recolectada en evidencia útil para la comprensión, evaluación y mejora de los procesos productivos. En esta investigación, el análisis se orienta a examinar la productividad, la eficacia laboral y la eficiencia operativa del Departamento de Producción de Tés Mondaisa, con el propósito de sustentar el diseño del sistema integral de medición propuesto.

Para garantizar la validez de los resultados, se aplican técnicas estadísticas y analíticas que permitan interpretar los datos de manera objetiva y precisa. Se emplean métodos de análisis descriptivo, comparativo y correlacional, los cuales posibilitan identificar patrones de comportamiento, tendencias de rendimiento y relaciones entre variables críticas del proceso productivo.

El tratamiento de los datos se apoya en herramientas informáticas como Microsoft Excel y Minitab, que facilitan la tabulación, procesamiento y representación gráfica de los resultados. Estas plataformas permiten visualizar el desempeño de los distintos indicadores, detectar desviaciones respecto a los estándares de la empresa y evidenciar las áreas que requieren acciones de mejora.

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el análisis de los datos debe: “organizar la información obtenida con el fin de derivar conclusiones que respondan a las preguntas de investigación” (p. 176), asegurando así que la interpretación de los resultados sea coherente con los objetivos del estudio.

Los datos se procesan por categorías de análisis (eficiencia, calidad, productividad y desempeño humano), lo cual permite comprender de forma integral el funcionamiento actual del Departamento de Producción y evaluar el impacto de la implementación del sistema integral de medición.

Los procedimientos específicos se detallan en la Tabla 6 Método de Análisis.

#### ***Tabla 6 Método de Análisis***

<b>Indicador</b>	<b>Análisis por realizar</b>	<b>Programa (Herramienta análisis Excel)</b>	<b>Uso</b>
<b>Ausencia de indicadores claros</b>	Análisis cualitativo descriptivo y diagnóstico	Excel (tablas dinámicas, filtros)	Identificar patrones y vacíos en los indicadores actuales
<b>Impacto en eficiencia operativa y gestión de recursos</b>	Análisis estadístico descriptivo y comparativo	Excel (funciones estadísticas, gráficos)	Medir impacto y comparar niveles de eficiencia y gestión
<b>Causas de la carencia del sistema</b>	Análisis cualitativo temático y categorial	Excel (tablas dinámicas, segmentación)	Clasificar causas y organizar información cualitativa
<b>Diseño del sistema integral</b>	Análisis diagnóstico y de diseño de procesos	Excel (diagramas, tablas cruzadas)	Diseñar estructuras y procesos para el sistema integral
<b>Mecanismos de control y retroalimentación</b>	Análisis descriptivo de seguimiento y control	Excel (tablas dinámicas, gráficos de control)	Monitorear ejecución y eficacia de los mecanismos de control
<b>Tiempos de ciclo de producción</b>	Análisis estadístico descriptivo de tiempos	Excel (análisis de datos, gráficos)	Optimizar tiempos y detectar cuellos de botella
<b>Capacidad utilizada</b>	Análisis estadístico descriptivo y de tendencias	Excel (tablas, gráficos de tendencias)	Evaluar uso de recursos y ajustar la planificación

<b>Porcentaje de desperdicio</b>	Análisis estadístico de proporciones	Excel (gráficos de barras, tablas dinámicas)	Identificar niveles de desperdicio y diseñar estrategias de reducción
----------------------------------	--------------------------------------	--	---

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

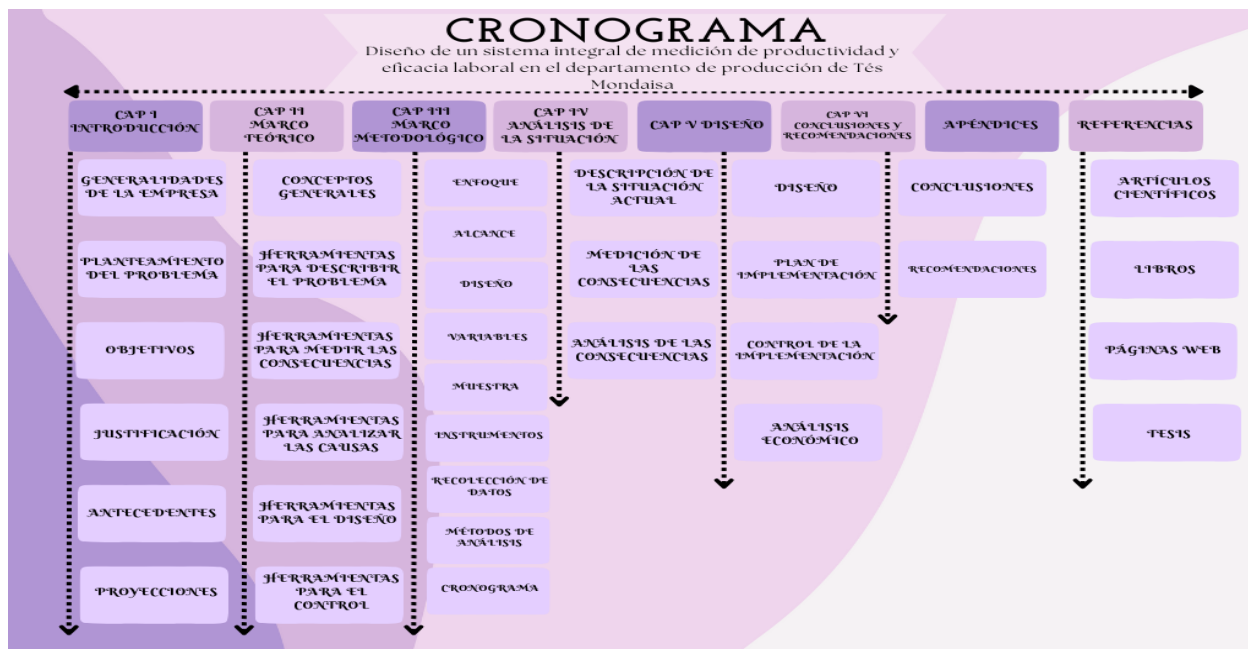
La aplicación de este método de análisis permite convertir los datos recolectados en información estratégica, revelando los factores que influyen directamente en la productividad y eficacia laboral del área de producción.

Los resultados obtenidos sirven para identificar brechas de rendimiento, oportunidades de mejora y patrones operativos que condicionan la eficiencia organizacional. Asimismo, los hallazgos obtenidos mediante este proceso constituyen la base empírica para validar y perfeccionar el sistema integral de medición, asegurando su pertinencia, fiabilidad y aplicabilidad dentro del contexto operativo de Tés Mondaisa.

### **Cronograma**

Seguidamente, se expone la estructura general y el cronograma correspondiente al desarrollo del presente Trabajo Final de Graduación, elaborado de acuerdo con los lineamientos metodológicos establecidos por la Universidad Internacional de las Américas (UIA). Se muestra en la Figura 20 Cronograma.

#### ***Figura 20 Cronograma***



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La Figura 20 Cronograma ilustra la secuencia metodológica y la estructura organizativa del Trabajo Final de Graduación. En esta se detallan las etapas y apartados que guían el desarrollo del proyecto, desde la formulación del problema hasta la propuesta y sus conclusiones.

Cada capítulo se articula de manera lógica y progresiva, garantizando la coherencia entre los objetivos planteados, el marco teórico y la metodología aplicada. Este esquema permite visualizar la planificación general del trabajo, facilitando su seguimiento y asegurando el cumplimiento de los requerimientos académicos establecidos por la Universidad Internacional de las Américas (UIA).

A lo largo del desarrollo de la presente investigación, se ha seguido una estructura metodológica organizada que integra cada una de las etapas expuestas en la figura anterior. Sin embargo, para comprender de manera más precisa la evolución temporal y el avance progresivo del trabajo, resulta necesario detallar las actividades realizadas en cada fase del proceso.

En este sentido, a continuación, en la Figura 21, se expone el cronograma de ejecución en formato Gantt, el cual refleja la planificación, duración y cumplimiento de las distintas tareas que conforman el Trabajo Final de Graduación, permitiendo visualizar de forma clara el orden y la secuencia en que se desarrollaron los componentes del estudio.

**Figura 21 Diagrama Gantt**



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El cronograma Figura 21 Diagrama Gantt permite visualizar de manera integral la planificación y el cumplimiento temporal de cada una de las etapas del proyecto. Gracias a esta representación, es posible identificar la distribución secuencial de las actividades, los periodos destinados a la redacción, revisión y validación de los capítulos, así como los momentos de retroalimentación y ajustes finales. Esta herramienta constituye un medio de control y seguimiento que asegura la correcta gestión del tiempo y la coherencia entre los objetivos planteados, las tareas ejecutadas y los resultados esperados, garantizando así la eficiencia y calidad metodológica del Trabajo Final de Graduación.

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo tiene como finalidad analizar de manera sistemática la situación actual del Departamento de Producción de Tés Mondaisa, con el propósito de identificar, describir y evaluar las principales problemáticas que afectan la productividad y la eficacia laboral. Para ello, se desarrolla un análisis integral que abarca la descripción detallada de los procesos, la medición de las consecuencias derivadas de la problemática identificada y el análisis de las causas que originan dichas deficiencias

Este capítulo constituye la base diagnóstica del trabajo final de graduación, ya que permite comprender el contexto real en el que opera la organización y sustentar, con evidencia objetiva, la necesidad del diseño de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral.

La información presentada se sustenta en la aplicación de herramientas de ingeniería industrial reconocidas internacionalmente, incluyendo el análisis SIPOC, diagramas de flujo, mapas de procesos, técnicas de medición de tiempos, análisis de desperdicios bajo la filosofía Lean (Muda, Mura y Muri), análisis de riesgos tipo AMEF, diagramas de Ishikawa, análisis de Pareto y la técnica de los 5 por qué. Estas metodologías garantizan la validez técnica del diagnóstico y permiten fundamentar con evidencia objetiva la necesidad del sistema integral de medición propuesto.

### **Descripción del Problema**

El Departamento de Producción de Tés Mondaisa forma parte esencial de la cadena operativa de la empresa, dado que involucra la transformación, mezclado, envasado y despacho de productos derivados del té. El proceso productivo inicia con la recepción de la materia prima y continúa con el acondicionamiento, mezclado, empaque, verificación de calidad y distribución hacia almacenamiento. Cada etapa requiere coordinación precisa entre personas, maquinaria y controles operativos.

Además, dicho Departamento constituye el núcleo operativo de la empresa, siendo responsable de transformar las materias primas (hojas de té, hierbas aromáticas, especias y otros insumos naturales) en productos terminados listos para su comercialización en los mercados nacional e internacional. Este departamento opera bajo un esquema de producción continua distribuida en tres

turnos diarios (mañana, tarde y noche), con un equipo de 24 colaboradores operativos distribuidos en diferentes líneas de producción.

Para comprender la situación actual, se elaboró un SIPOC, un mapa general de procesos y un diagrama de flujo que permiten caracterizar la secuencia de actividades, los proveedores internos, los insumos requeridos y las salidas generadas en las líneas de producción. Este análisis evidencia la inexistencia de un sistema formal que permita registrar datos operativos en tiempo real o indicadores normalizados para medir desempeño.

Actualmente, los supervisores dependen de anotaciones manuales y apreciaciones subjetivas para evaluar productividad, generando variabilidad entre turnos y falta de trazabilidad. A través de la herramienta 5W-2H, se determinó que el problema ocurre de forma recurrente en todas las líneas de producción, afecta a colaboradores y supervisores, además, está asociado a la ausencia de herramientas tecnológicas y procesos estandarizados de medición. A continuación, se presenta la Tabla 7 Análisis del problema mediante la herramienta 5W-2H.

***Tabla 7 Análisis del problema mediante la herramienta 5W-2H***

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
<b>What (Qué)</b>	Inexistencia de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral
<b>Who (Quién)</b>	Supervisores de turno, personal operativo (24 colaboradores), gerencia de producción, departamento de calidad y planificación estratégica
<b>When (Cuándo)</b>	En las cinco líneas de producción del Departamento de Producción de Tés Mondaisa, ubicado en San Antonio de Escazú
<b>Where (Dónde)</b>	Durante todos los turnos de producción (mañana, tarde y noche), de lunes a sábado, con mayor evidencia al final de cada turno y mes

<b>Why (Por qué)</b>	Ausencia de herramientas tecnológicas de medición, falta de procesos estandarizados, capacitación insuficiente en análisis de datos, dependencia de registros manuales
<b>How (Cómo)</b>	A través de registros manuales inconsistentes, variabilidad no controlada en el rendimiento, dificultad para comparar el desempeño entre turnos, imposibilidad de análisis estadístico
<b>How much (Cuánto)</b>	Pérdidas mensuales estimadas en ¢1.850.000 por desperdicios, reprocesos y tiempos improductivos. Variabilidad de hasta 30% en el rendimiento entre turnos.

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Con base en lo anterior, se concluye que el problema principal es la inexistencia de un sistema integral de medición que permita estandarizar, documentar y analizar los datos requeridos para la toma de decisiones y la mejora continua del área de producción.

Las instalaciones productivas cuentan con cinco líneas de producción especializadas según el tipo de producto: (1) línea de té puros, (2) línea de mezclas aromáticas, (3) línea de té funcionales, (4) línea de infusiones frías y (5) línea de productos especiales. Cada línea comprende estaciones de trabajo secuenciales que incluyen recepción de materia prima, pesaje, mezclado, secado (cuando aplica), envasado primario, sellado, etiquetado, empaque secundario, control de calidad y almacenamiento temporal antes del despacho.

La capacidad instalada actual del departamento permite procesar aproximadamente 12,500 unidades por turno bajo condiciones normales de operación, con una jornada laboral de 8 horas por turno. Sin embargo, los registros históricos evidencian una marcada variabilidad en el rendimiento real, oscilando entre 8,200 y 11,800 unidades por turno según factores como el tipo de producto, la disponibilidad de insumos, el estado de la maquinaria y el desempeño del personal.

Para comprender de manera integral el flujo productivo y sus interdependencias, se elaboró un análisis SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) que permite visualizar los

elementos clave del sistema de producción de Tés Mondaisa. A continuación, se presenta la Tabla 8 Análisis SIPOC del proceso productivo de Tés Mondaisa.

**Tabla 8 Análisis SIPOC del proceso productivo de Tés Mondaisa**

<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Procesos</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
<b>Fincas de té orgánico (Poás)</b>	Hojas de té verde	1. Recepción de materia prima	Tés envasados	Distribuidores nacionales
<b>Proveedores de hierbas aromáticas</b>	Hierbas aromáticas	2. Inspección de calidad	Mezclas aromáticas	Supermercados
<b>Importadores de especias</b>	Especias naturales	3. Peso y dosificación	Infusiones funcionales	Tiendas especializadas
<b>Proveedores de empaques</b>	Material de empaque	4. Mezclado	Productos empacados	Exportadores
<b>Servicios públicos</b>	Energía eléctrica	5. Secado (cuando se aplica)	Certificados de calidad	Consumidores finales
<b>Servicios públicos</b>	Agua potable	6. Envasado en bolsas filtrantes	Informes de producción	Clientes corporativos
<b>Departamento de compras</b>	Órdenes de producción	7. Sellado y etiquetado		
<b>Departamento de calidad</b>	Especificaciones técnicas	8. Empaque secundario		
		9. Control de calidad final		

		10.Almacenamiento temporal		
--	--	----------------------------	--	--

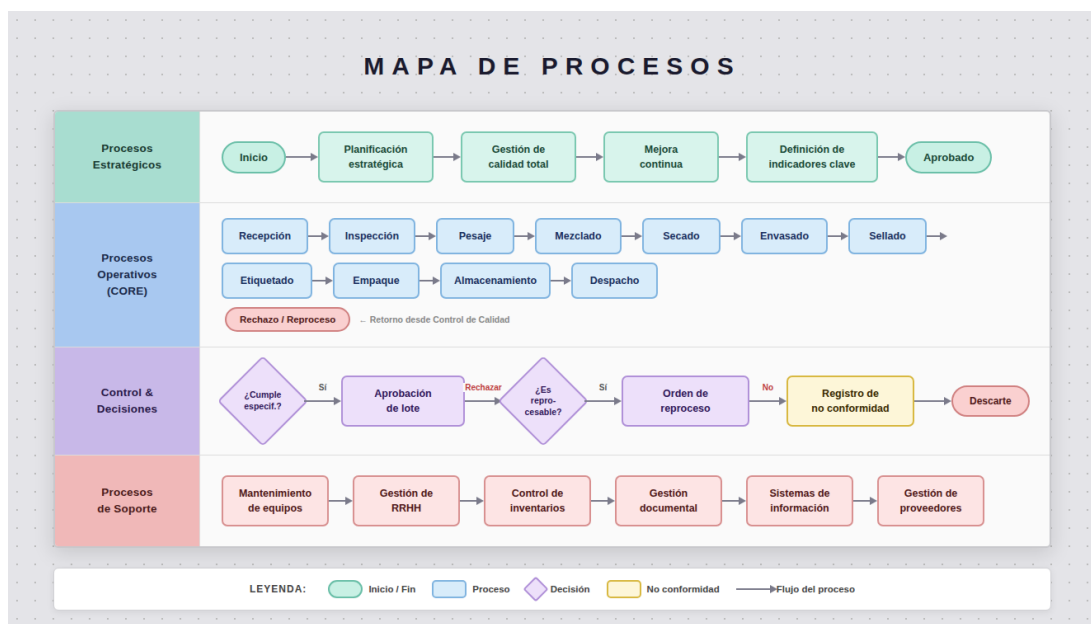
Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis SIPOC revela que el proceso productivo involucra múltiples proveedores externos e internos, diversos tipos de insumos y una secuencia de diez actividades principales. Esta complejidad operativa exige un control preciso y sistemático que actualmente no existe de manera formalizada.

### Mapeo del Proceso Productivo General

Se elaboró un mapa de procesos de alto nivel que identifica los macroprocesos estratégicos, operativos y de soporte que intervienen en la producción de té. Este mapa permite visualizar las interrelaciones entre las diferentes áreas funcionales de la empresa. A continuación, se presenta la Figura 22 Mapa de procesos del Departamento de Producción de Tés Mondaisa.

**Figura 22 Mapa de procesos del Departamento de Producción de Tés Mondaisa**

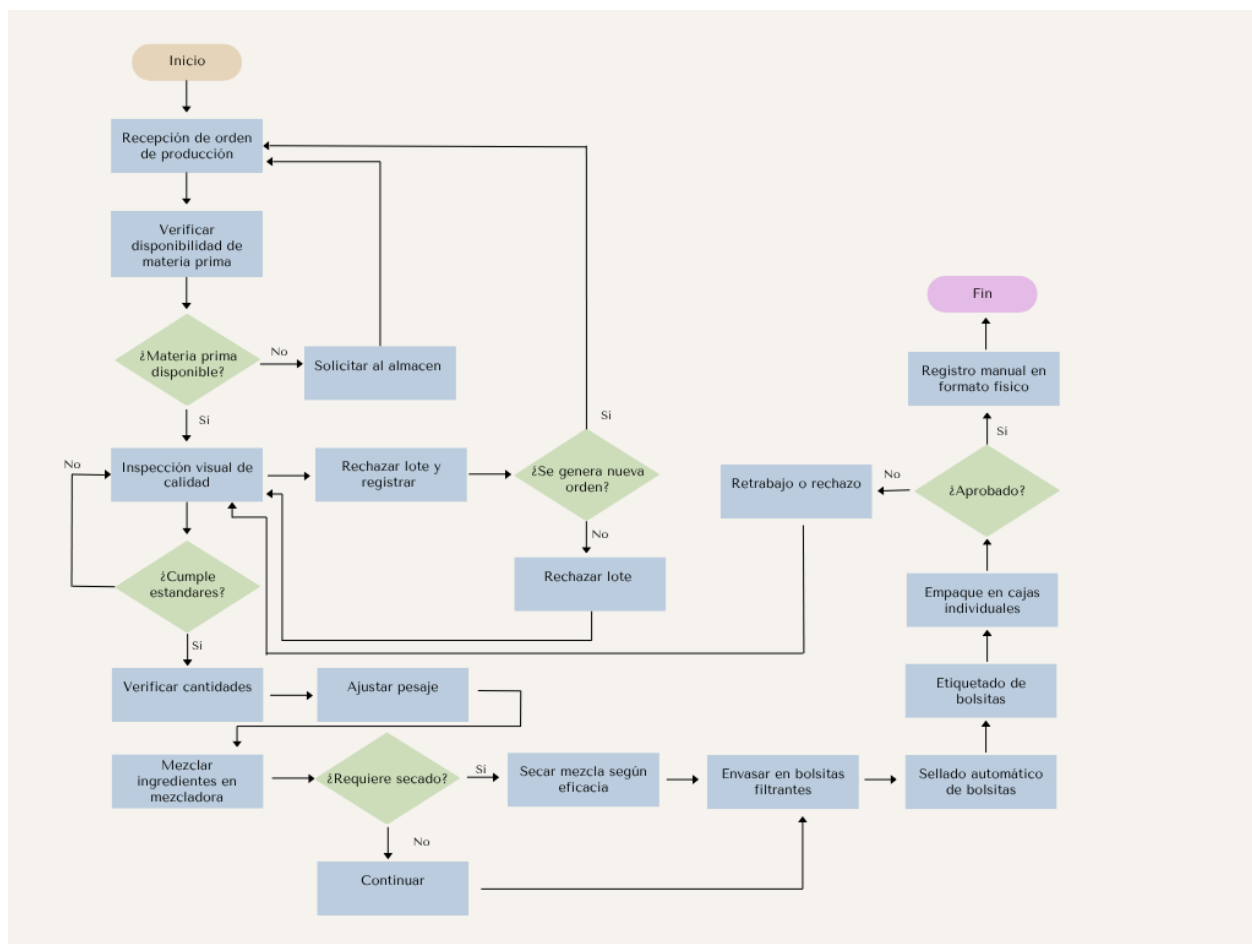


Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

## Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción

Para complementar el análisis, se desarrolló un diagrama de flujo operativo que detalla la secuencia de actividades, puntos de decisión y flujos de información en el proceso productivo principal. A continuación, se presenta la Figura 23 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción.

**Figura 23 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción**



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Este diagrama evidencia múltiples puntos críticos donde se requiere toma de decisiones, verificaciones de calidad y registros de información. Actualmente, la mayoría de estos registros se realizan de forma manual en formatos físicos, lo que genera inconsistencias, pérdida de información y dificulta el análisis de datos históricos.

### Problemática Central Identificada

A través de la caracterización detallada del proceso productivo y la aplicación de herramientas de diagnóstico, se identificó como problema central la inexistencia de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral que permita:

1. Capturar datos en tiempo real sobre el desempeño de las líneas de producción.
2. Estandarizar indicadores de productividad, calidad y eficiencia.
3. Generar información confiable para la toma de decisiones.
4. Realizar seguimiento sistemático del rendimiento del personal operativo.
5. Identificar oportunidades de mejora basadas en evidencia cuantitativa.

Esta deficiencia genera una serie de efectos negativos en cascada que afectan la eficiencia operativa, la calidad del producto, la satisfacción laboral y la competitividad de la empresa. Los supervisores de turno dependen de anotaciones manuales realizadas en cuadernos o formatos en papel que frecuentemente se extravían, presentan inconsistencias o no se comparten adecuadamente entre turnos.

### Situación Actual de los Indicadores de Medición

Para dimensionar la gravedad del problema, se realizó un levantamiento de los indicadores actualmente utilizados en el Departamento de Producción. Los resultados evidencian una gestión reactiva y desarticulada. A continuación, se presenta la Tabla 9 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción.

***Tabla 9 Diagrama de Flujo Detallado del Proceso de Producción***

<b>Indicador</b>	<b>Método actual de medición</b>	<b>Frecuencia de medición</b>	<b>Responsable</b>	<b>Nivel de confiabilidad</b>
<b>Unidades producidas por turno</b>	Contenido manual en formato físico	Al finalizar cada turno	Supervisor de turno	Medio (errores frecuentes)

<b>Tiempo de ciclo</b>	No se mide sistemáticamente	Ocasional	Ninguno	Muy bajo
<b>Eficiencia operativa</b>	No se calcula	No aplica	Ninguno	No existe
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	Estimación visual	Semanal	Supervisor de producción	Bajo
<b>Calidad del producto</b>	Inspección por muestreo	Cada lote	Control de calidad	Alto
<b>Productividad por operario</b>	No se mide	No aplica	Ninguno	No existe
<b>Disponibilidad de maquinaria</b>	Registro de paro	Cuando ocurren	Mantenimiento	Medio
<b>Cumplimiento del programa</b>	Manual de comparación	Mensual	Gerencia de producción	Bajo

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Como se observa en la tabla anterior, ninguno de los indicadores fundamentales de productividad y eficacia laboral se mide de manera sistemática, estandarizada o confiable. Esta ausencia de medición formal impide:

- Establecer metas realistas de producción.
- Comparar el desempeño entre turnos y líneas.
- Identificar áreas de mejora prioritarias.
- Evaluar el impacto de acciones correctivas.
- Reconocer objetivamente al personal de alto desempeño.
- Planificar con precisión la capacidad productiva.

### Caracterización del Problema por la Línea de Producción

El análisis desagregado por la línea de producción revela que el problema no se manifiesta de manera homogénea, sino que presenta variaciones según la complejidad del proceso y el tipo de producto. A continuación, se presenta la Tabla 10 Caracterización del Problema por la Línea de Producción

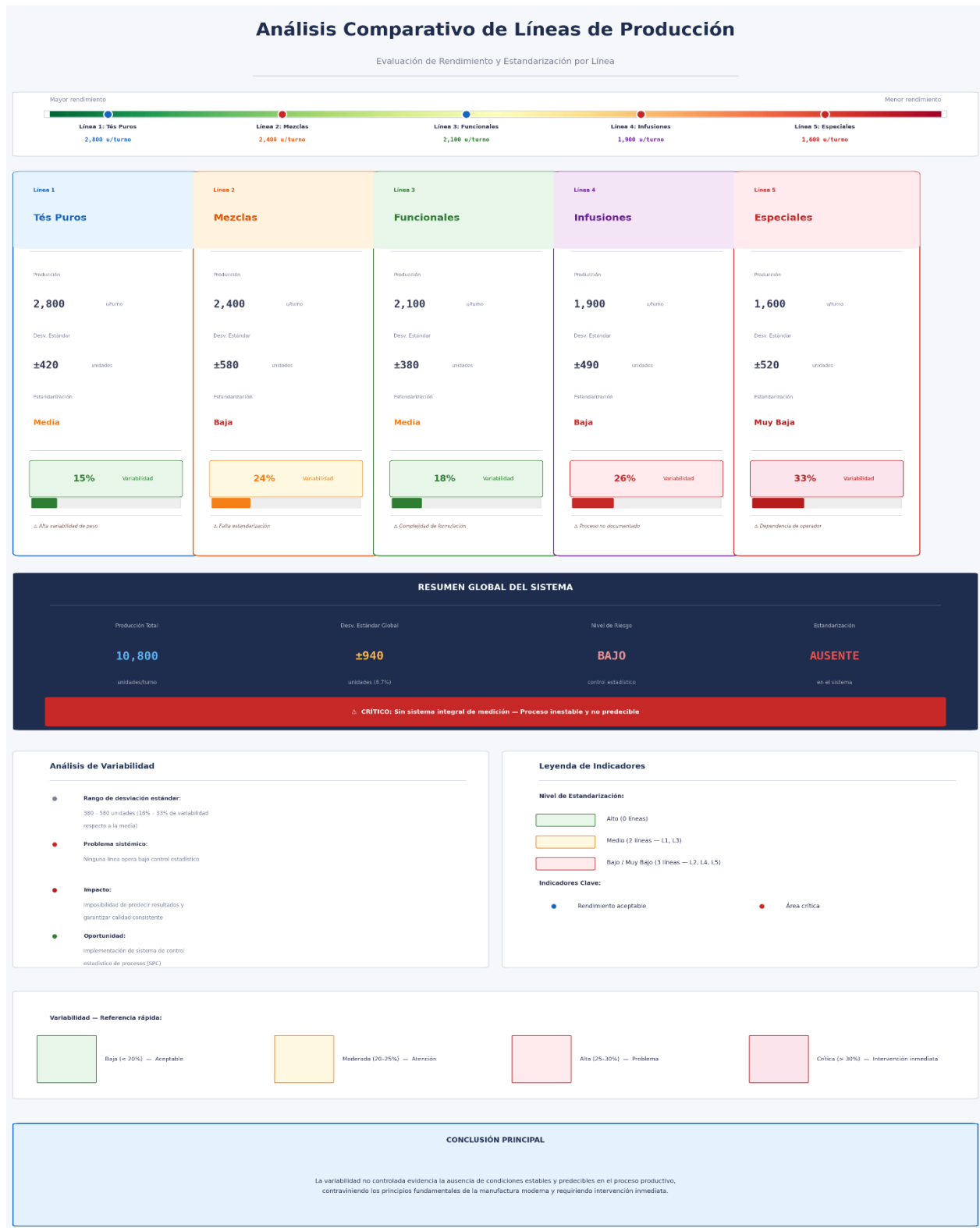
*Tabla 10 Caracterización del Problema por la Línea de Producción*

<b>Línea</b>	<b>Producto</b>	<b>Producción promedio (unidad/turno)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Nivel de estandarización</b>	<b>de Problemática específica</b>
<b>Línea 1</b>	Tés puros	2800	420	Medio	Alta variabilidad de peso
<b>Línea 2</b>	Mezclas aromáticas	2400	580	Bajo	Falta de estandarización en mezclas
<b>Línea 3</b>	Tés funcionales	2100	380	Medio	Complejidad en la formulación
<b>Línea 4</b>	Infusiones frías	1900	490	Bajo	Proceso manual no documentado
<b>Línea 5</b>	Productos especiales	1600	520	Muy bajo	Alta dependencia del operador experto
<b>Total</b>	<b>Todas</b>	<b>10800</b>	<b>940</b>	<b>Bajo</b>	<b>Sin sistema integral de medición</b>

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La desviación estándar elevada en todas las líneas (entre 380 y 580 unidades) evidencia una falta de control estadístico del proceso. Esta variabilidad no controlada indica que el proceso no opera bajo condiciones estables y predecibles, lo cual es un principio fundamental de la fabricación moderna. A continuación, se presenta la Figura 24 Análisis comparativo de líneas de producción.

*Figura 24 Análisis comparativo de líneas de producción*



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

## Diagnóstico mediante Análisis de Brechas

Para cuantificar la distancia entre la situación actual y la deseada, se realizó un análisis de brechas que compara el estado actual del sistema de medición con las mejores prácticas de la industria. A continuación, se presenta la Tabla 11 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas.

**Tabla 11 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas**

<b>Aspecto evaluado</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Mejores prácticas (industria 4.0)</b>	<b>Brecha identificada</b>	<b>Impacto</b>
<b>Captura de datos</b>	Manual en papel	Automatizada en tiempo real	Crítica	Alto
<b>Indicadores definidos</b>	3 informales	Mínimo formalizados 10	Severa	Alto
<b>Frecuencia de medición</b>	Semanal/mensual	Continua (tiempo real)	Crítica	Alto
<b>Análisis estadístico</b>	No se realiza	Herramientas SPC integradas	Severa	Alto
<b>Trazabilidad</b>	Muy limitada	Total (lote a lote)	Crítica	Medio
<b>Visualización de datos</b>	Informes manuales mensuales	Paneles digitales en tiempo real	Severa	Alto
<b>Integración con sistemas</b>	Ninguna	ERP/MES integrados	Crítica	Medio
<b>Capacitación del personal</b>	Mínima	Continua en análisis de datos	Moderada	Medio

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El diagnóstico realizado mediante múltiples herramientas complementarias (SIPOC, mapas de proceso, diagramas de flujo, análisis 5W-2H, revisión de indicadores y análisis de brechas) confirma de manera contundente que el Departamento de Producción de Tés Mondaisa carece de un sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral.

Esta deficiencia no es simplemente un problema administrativo o de documentación; representa una limitación estructural que impide a la organización:

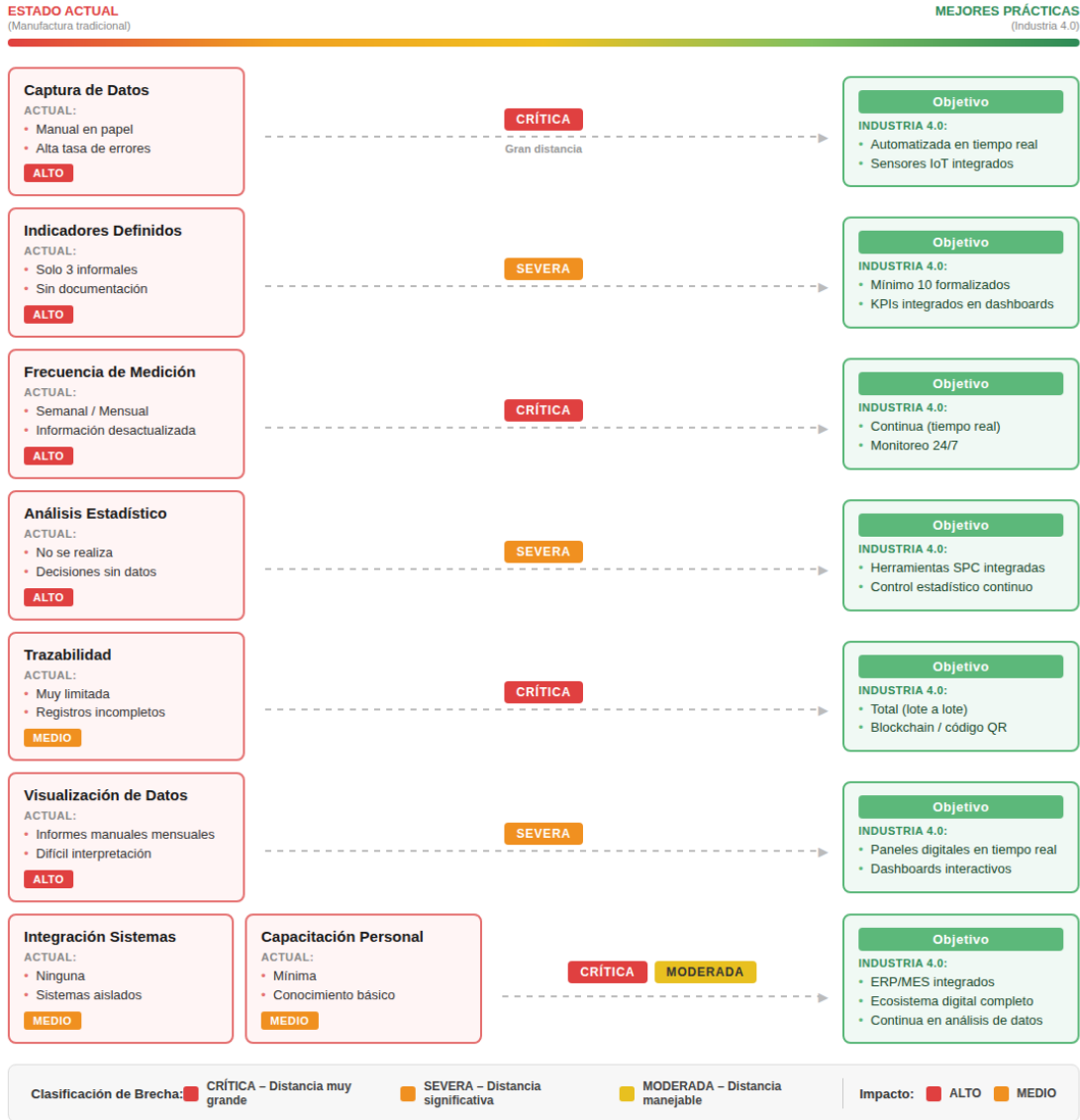
- Conocer con precisión su desempeño operativo real
- Tomar decisiones basadas en evidencia cuantitativa
- Implementar estrategias efectivas de mejora continua
- Competir en igualdad de condiciones con empresas que utilizan sistemas avanzados
- Optimizar el uso de sus recursos humanos y materiales.

La situación actual coloca a la empresa en una posición de vulnerabilidad competitiva que requiere atención urgente mediante el diseño e implementación de un sistema integral de medición. A continuación, se presenta la Figura 25 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas.

***Figura 25 Diagnóstico mediante Análisis de Brechas***

## Análisis de Brechas - Sistema de Medición

Diagnóstico: Situación Actual vs. Mejores Prácticas (Industria 4.0)



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

### Medición de las Consecuencias

Para evaluar la magnitud del problema, se realizó un análisis de consecuencias operativas, administrativas y económicas. Los datos recopilados muestran variaciones significativas en tiempos de ciclo, eficiencia por turno y uso de maquinaria.

Dentro del análisis Muda-Mura-Muri, se identificaron pérdidas operativas como tiempos de espera debido a falta de datos, movimientos innecesarios derivados de ausencia de estandarización, reprocesos y sobreproducción. Asimismo, se observó variabilidad en la velocidad de operación entre turnos y una sobrecarga administrativa por generación manual de reportes.

### **Clasificación de las Consecuencias**

De acuerdo con el marco teórico propuesto en el Capítulo II, las consecuencias del problema se clasifican en cuatro categorías principales: financieras, operativas, legales y administrativas. Esta clasificación permite comprender de manera integral el alcance del problema y justificar la necesidad de una intervención estructurada. A continuación, se presenta la Tabla 12 Clasificación de las consecuencias del problema.

*Tabla 12 Clasificación de las consecuencias del problema*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos identificados</b>	<b>Nivel de impacto</b>
<b>Financieras</b>	Pérdidas económicas directas e indirectas	Desperdicio de materia prima, costos por reprocesos, pérdida de ventas por incumplimiento	Alto
<b>Operativas</b>	Ineficiencias en el proceso productivo	Tiempos de ciclo variables, baja utilización de maquinaria, cuellos de botella no identificados	Alto
<b>Legales</b>	Riesgo de incumplimiento normativo	Dificultad para demostrar trazabilidad, falta de evidencia documental para auditorías	Medio
<b>Administrativas</b>	Deficiencias en la gestión	Planificación imprecisa, asignación ineficiente de recursos, comunicación deficiente entre turnos	Alto

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La información presentada evidencia una variabilidad significativa en los indicadores operativos, lo cual confirma la existencia de pérdidas económicas y deficiencias en el control del proceso productivo. Estos resultados permiten dimensionar el impacto real del problema sobre la eficiencia operativa del Departamento de Producción.

### **Análisis de Consecuencias Financieras**

Las consecuencias financieras representan el impacto económico directo y cuantificable del problema. Para su medición, se realizó un análisis detallado de costos asociados a desperdicios, reprocesos, tiempos improductivos y oportunidades de venta perdidas.

En términos económicos, se presentan pérdidas asociadas al uso ineficiente de materia prima, aumento de desperdicios y retrasos en la producción. Administrativamente, la falta de datos confiables dificulta la planificación y genera decisiones reactivas. Un análisis preliminar de riesgos tipo AMEF evidenció riesgos asociados a incumplimiento de demanda, fallas de maquinaria y disminución de calidad final del producto. La medición de estas consecuencias confirma el impacto transversal del problema sobre la productividad, la eficiencia y la competitividad del Departamento de Producción.

### **Pérdidas por Desperdicio de Materia Prima**

Uno de los efectos más visibles de la falta de control es el desperdicio excesivo de materia prima. Sin un sistema de medición que registre y analice las causas de estos desperdicios, no es posible implementar acciones correctivas efectivas. A continuación, se presenta la Tabla 13 Análisis de desperdicios de materia prima (promedio mensual).

*Tabla 13 Análisis de desperdicios de materia prima (promedio mensual)*

<b>Tipo de desperdicio</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo unitario (₡/kg)</b>	<b>Costo mensual (₡)</b>	<b>Causa principal identificada</b>
----------------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------------------------

<b>Mezclas incorrectas</b>	45	8500	382 500	Falta de estandarización en pesaje
<b>Producto fuera de especificación</b>	38	9200	349600	Ausencia de control en el proceso
<b>Contaminación cruzada</b>	22	8500	187000	Limpieza inadecuada no detectada
<b>Caducidad en almacenamiento temporal</b>	18	7800	140400	Falta de control FIFO sistemático
<b>Derrames y pérdidas en manipulación</b>	31	8500	263500	Manejo no estandarizado
<b>Total mensual</b>	<b>154 kg</b>	—	<b>¢1,323,000</b>	—

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis revela que la empresa pierde mensualmente ¢1.323.000 en materia prima desperdiciada, lo que equivale a ¢15.876.000 anuales. Esta cifra representa, aproximadamente, el 4,2% del costo total de materia prima consumida, cuando el estándar de la industria alimentaria bien gestionada oscila entre 1,5% y 2,5%.

La diferencia de casi el doble respecto al estándar indica una oportunidad clara de mejora que podría generar ahorros anuales cercanos a ¢9,500,000 simplemente llevando el desperdicio a niveles aceptables mediante controles adecuados. A continuación, se presenta Figura 26 Análisis de consecuencias financieras.

***Figura 26 Análisis de consecuencias financieras***



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

### Costos por Reprocesos y Productos No Conformes

Otra consecuencia financiera significativa son los costos asociados a productos que no cumplen con las especificaciones y requieren reproceso o deben ser desechados completamente.

A continuación, se presenta la Tabla 14 Costos mensuales por reprocesos y productos no conformes.

*Tabla 14 Costos mensuales por reprocesos y productos no conformes*

<b>Concepto</b>	<b>Frecuencia (lotes/mes)</b>	<b>Costo promedio por lote (C)</b>	<b>Costo mensual (C)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Reproducción por defectos de empaque</b>	12	18500	222 000	Etiquetas mal colocadas, sellado defectuoso
<b>Reproducción por mezclas incorrectas</b>	8	32.000	256.000	Proporciones fuera de especificación
<b>Producto descartado irrecuperable</b>	5	45000	225000	Contaminación o deterioro severo
<b>Mano de obra adicional en reprocesos</b>	—	—	180.000	Horas extra no planificadas
<b>Total mensual</b>	<b>25 lotes</b>	—	<b>¢883,000</b>	—

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los reprocesos y productos no conformes generan costos mensuales de **¢883.000**, equivalentes a **¢10.596.000 anuales**. Estos costos incluyen no solo los materiales afectados, sino también la mano de obra adicional, el uso de maquinaria, el consumo energético y los retrasos en el programa de producción.

Un aspecto crítico es que, sin un sistema de medición adecuado, **no se puede determinar con precisión cuáles son las causas raíz** de estos problemas de calidad, lo que impide implementar soluciones estructurales y genera un ciclo vicioso de recurrencia.

### **Pérdidas por Horas Improductivas y Tiempos de Espera**

La ausencia de indicadores de eficiencia genera tiempos muertos que no se registran ni analizan sistemáticamente. Estos tiempos improductivos representan capacidad instalada desaprovechada.

A continuación, se presenta la Tabla 15 Análisis de horas improductivas mensuales.

*Tabla 15 Análisis de horas improductivas mensuales*

<b>Causa de improductividad</b>	<b>Horas/mes</b>	<b>Costo hora operativa (C\$)</b>	<b>Costo mensual (C\$)</b>	<b>% del total</b>
<b>Búsqueda de información no registrada</b>	45	12500	562500	24.3%
<b>Espera por significado de supervisión</b>	38	12500	475.000	20,5%
<b>Paros no planificados por falta de insumos</b>	52	12500	650.000	28,1%
<b>Retrasos por comunicación deficiente entre turnos</b>	35	12500	437 500	18,9%
<b>Tiempo de generación manual de informes</b>	28	15.000	420.000	18,2%
<b>Total mensual</b>	<b>198 horas</b>	—	<b>C\$2,545,000</b>	<b>100%</b>

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Las horas improductivas identificadas suman **198 horas mensuales**, lo que representa una pérdida mensual de **¢2,545,000** y **¢30,540,000 anuales**. Este dato es particularmente relevante porque refleja el tiempo pagado que no genera valor, constituyendo una forma de desperdicio según la filosofía Lean Manufacturing.

Si estas horas se pudieran convertir en tiempo productivo mediante un sistema integral de medición que proporcione información en tiempo real, la empresa podría aumentar su producción efectiva en aproximadamente **8.2% sin incrementar costos fijos**.

### **Consolidado de Pérdidas Financieras Mensuales y Anuales**

A continuación, se presenta la Tabla 16 Resumen de consecuencias financieras del problema.

*Tabla 16 Resumen de consecuencias financieras del problema*

<b>Concepto</b>	<b>Pérdida mensual (¢)</b>	<b>Pérdida anual (¢)</b>	<b>% del total</b>
<b>Desperdicio de materia prima</b>	1.323.000	15.876.000	27,3%
<b>Reprocesos y productos no conformes</b>	883.000	10.596.000	18,2%
<b>Horas improductivas y tiempos de espera</b>	2.545.000	30.540.000	52,5%
<b>Pérdidas por incumplimiento en las entregas (estimado)</b>	120.000	1.440.000	2.5%
<b>Total de pérdidas financieras</b>	<b>¢4,871,000</b>	<b>¢58,452,000</b>	<b>100%</b>

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis financiero revela que las consecuencias económicas del problema ascienden a ¢4,871,000 mensuales y ¢58,452,000 anuales. Esta cifra representa aproximadamente el 7.8% de

los costos operativos totales del Departamento de Producción, una proporción significativa que justifica ampliamente la inversión en un sistema integral de medición.

Es importante destacar que estas cifras son conservadoras, ya que no incluyen costos intangibles como los siguientes:

- Deterioro de la imagen de marca por incumplimientos
- Pérdida de oportunidades de negocio
- Desmotivación del personal por falta de reconocimiento objetivo
- Costos de oportunidad por no poder optimizar procesos

#### Análisis de Consecuencias Operativas

Las consecuencias operativas reflejan el impacto del problema sobre la eficiencia y estabilidad de los procesos productivos. A diferencia de las consecuencias financieras, que son directamente cuantificables en términos monetarios, las consecuencias operativas afectan la capacidad del sistema para funcionar de manera predecible y optimizada.

#### Variabilidad en Tiempos de Ciclo

Uno de los efectos operativos más evidentes es la alta variabilidad en los tiempos de ciclo de producción entre turnos y líneas. Esta inconsistencia indica falta de estandarización y control.

Tabla 24. Variabilidad de tiempos de ciclo por la línea de producción

Línea	Tiempo de ciclo promedio (min)	Desviación estándar (min)	Coefficiente de variación	Tiempo estándar esperado (min)	Brecha
Línea 1 - Tés puros	11.8	2.4	20.3%	9.5	+24.2%

Línea 2 - Mezclas aromáticas	13.5	3.1	23.0%	10.8	+25.0%
Línea 3 - Tés funcional	14.2	2.8	19.7%	11.5	+23.5%
Línea 4 - Infusiones frías	15.8	3.6	22.8%	12.2	+29.5%
Línea 5 - Productos especiales	17.3	4.2	24.3%	13.0	+33.1%
Promedio general	14.5	3.2	22.0%	11.4	+27,2%

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los resultados muestran que:

1. Todos los tiempos de ciclo actuales superan significativamente los tiempos estándar calculados mediante estudio de métodos.
2. La desviación estándar es alta en todas las líneas, indicando falta de control estadístico.
3. El coeficiente de variación promedio del 22% es inaceptable bajo estándares de fabricación esbelta (Lean aspira a <10%).
4. La línea 5 presenta la peor situación, con tiempo de ciclo 33.1% superior al estándar.

Esta variabilidad genera múltiples problemas operativos:

- Imposibilidad de planificar con precisión la producción.
- Dificultad para equilibrar cargas de trabajo entre líneas.

- Incapacidad para identificar cuellos de botella reales.
- Pérdida de capacidad productiva aprovechable.

#### Análisis de Disponibilidad y Utilización de Maquinaria

La ausencia de un sistema de medición también afecta la capacidad de monitorear y optimizar el uso de los equipos productivos.

Tabla 25. Análisis de disponibilidad y utilización de maquinaria (promedio mensual)

Equipo	Tiempo total disponible (horas)	Tiempo productivo (horas)	Tiempo en paro (horas)	Disponibilidad (%)	Utilización real (%)
Mezcladora automática L1	528	387	141	73.3%	68.2%
Mezcladora automática L2	528	362	166	68.6%	63.9%
Envasadora automática L1-L3	528	405	123	76.7%	71.5%
Selladora automática L1-L5	528	392	136	74.2%	69.1%
Secadora industrial	528	318	210	60.2%	56.1%
Etiquetadora semiautomática	528	428	100	81.1%	75.5%

Promoción del departamento	528	382	146	72.4%	67.4%
----------------------------	-----	-----	-----	-------	-------

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los datos revelan que:

1. La disponibilidad promedio es apenas 72.4%, muy por debajo del estándar de fabricación de clase mundial (85-90%).
2. La utilización real es solo 67.4%, indicando que casi un tercio del tiempo disponible se pierde.
3. Existe una brecha del 17.6% respecto al mínimo aceptable de disponibilidad.
4. La secadora industrial presenta el peor desempeño (60.2% de disponibilidad), sugiriendo problemas crónicos no atendidos.

Sin un sistema que registre sistemáticamente las causas de los paros (averías, falta de material, ajustes, limpiezas, etc.), es imposible priorizar acciones de mejora ni evaluar el impacto de mantenimiento preventivo.

Análisis de Muda, Mura y Muri (Desperdicios en el Proceso)

Aplicando la metodología Lean Manufacturing, se realizó un análisis de los tres tipos de desperdicio japonés: Muda (actividades sin valor), Mura (variabilidad) y Muri (sobrecarga).

Tabla 26. Análisis de Muda, Mura y Muri en el proceso productivo

Tipo	Manifestación específica	Impacto operativo	Frecuencia	Severidad
Muda (Desperdicio)				

Sobreproducción	Producción anticipada sin orden firme	Inventario innecesario, obsolescencia	Ocasional	Medios
Espera	Información personal o materiales	Pérdida de productividad	Frecuente	Alta
Transporte innecesario	Movimiento excesivo de materiales entre áreas.	Tiempos de ciclo inflados	Frecuente	Medios
Sobreprocesamiento	Verificaciones redundantes por desconfianza en datos	Costos de mano de obra elevados	Frecuente	Medios
Inventario excesivo	Acumulación por falta de control FIFO	Riesgo de caducidad, costo financiero	Frecuente	Alta
Movimientos innecesarios	Búsqueda de herramientas, formatos, información	Fatiga y pérdida de tiempo	Muy frecuente	Medios
Defectos	Productos no conformes por falta de control	Reprocesos y desperdicios	Frecuente	Alta
Mura (Variabilidad)				
Variación en la velocidad de trabajo	Diferencias entre operadores y turnos	Desequilibrio de líneas	Muy frecuente	Alta
Variación en la calidad de los insumos	Falta de especificaciones uniformes	Ajustes frecuentes	Frecuente	Medios

Variación en los métodos de trabajo	Cada operador trabaja de forma diferente	Resultados impredecibles	Muy frecuente	Alta
Muri (Sobrecarga)				
Sobrecarga de supervisores	Tiempo excesivo en informes manuales	Falta de supervisión efectiva	Frecuente	Alta
Sobrecarga de equipos	Uso por encima de la capacidad nominal	Averías prematuras	Ocasional	Medios
Sobrecarga de personal	Jornadas prolongadas por ineficiencias	Fatiga, errores, ausentismo	Frecuente	Alta

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Este análisis revela que el departamento presenta manifestaciones significativas de los tres tipos de desperdicios, siendo particularmente críticos:

- Espera y movimientos innecesarios (Muda): generados directamente por la falta de información en tiempo real.
- Variación en métodos de trabajo (Mura): causada por ausencia de estandarización y documentación.
- Sobrecarga de supervisores (Muri): derivada del tiempo dedicado a generar informes manuales.

La eliminación sistemática de estos desperdicios requiere un sistema que permita:

1. Medir objetivamente dónde ocurre.
2. Cuantificar su impacto.
3. Monitorear el efecto de las acciones correctivas.

## Identificación de cuellos de botella no diagnosticados

Sin medición sistemática, los cuellos de botella reales del proceso permanecen ocultos o se basan en percepciones subjetivas.

Tabla 27. Análisis de capacidad por estación de trabajo

Estación	Capacidad teórica (unidades/hora)	Producción real (unidades/hora)	Utilización (%)	¿Es cuello de botella?
Recepción y pesaje	1850	1620	87.6%	No
Mezclado	1600	1280	80.0%	Posible
Secado	1200	980	81.7%	Posible
Envasado	1750	1450	82.9%	No
Sellado	1900	1570	82.6%	No
Etiquetado	1650	1320	80.0%	Posible
Empaque secundario	1800	1510	83.9%	No
Control de calidad	1950	1640	84.1%	No

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis sugiere que mezcla, secado y etiquetado podrían ser cuellos de botella potenciales (menor capacidad real), pero sin un sistema de medición continua es imposible:

- Confirmar cuál es el verdadero restrictor del sistema.
- Saber si el cuello de botella varía según el tipo de producto.
- Evaluar si las acciones de mejora aumentarán efectivamente la capacidad.

Esta incertidumbre impide aplicar correctamente la Teoría de Restricciones (TOC) y focalizar recursos donde generarán mayor impacto.

#### Análisis de Consecuencias Administrativas

Las consecuencias administrativas reflejan el impacto del problema sobre la capacidad de gestión, planificación y coordinación del Departamento de Producción.

#### Deficiencias en la Planificación de la Producción

La ausencia de datos históricos confiables dificulta severamente la planificación precisa de la producción.

Tabla 28. Impacto en la planificación de la producción

Aspecto de planificación	Situación sin sistema de medición	Consecuencia operativa	Nivel de impacto
Estimación de los tiempos de entrega	Basada en la experiencia subjetiva	Incumplimientos frecuentes a clientes	Alto
Cálculo de capacidad disponible	Estimaciones imprecisas	Aceptación de órdenes no viables	Alto
Programación de turnos	Sin considerar la productividad real	Desequilibrio de cargas	Medio

Planificación de materiales	de	Basada en consumos promedio	Desabastecimiento o exceso de inventario	Alto
Asignación personal	de	Por antigüedad, no por desempeño	Subutilización de talento	Medio
Definición de metas		Sin base estadística	Desmotivación por metas inalcanzables o poco retadoras	Alto

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Estas deficiencias generan un círculo vicioso:

Planificación imprecisa → 2. Incumplimientos → 3. Pérdida de confianza del cliente → 4. Presión sobre operaciones → 5. Decisiones reactivas → 6. Mayor imprecisión en planificación

#### Problemas en la Comunicación entre Turnos

Uno de los problemas administrativos más críticos identificados es la deficiente comunicación de información relevante entre turnos.

Tabla 29. Análisis de problemas de comunicación entre turnos

Información crítica	Método actual	Problema identificado	Consecuencia
Producción realizada	Anotación manual en cuaderno	Caligrafía ilegible, datos incompletos	Desconocimiento del estado real
Problemas de calidad detectados	Comentario verbal al relevo	Información perdida o distorsionada	Recurrencia de problemas

Estado de la maquinaria	No se documenta sistemáticamente	Pérdida de información sobre ajustes	Tiempo perdido en reajustes
Inventario de materiales	Estimación visual	Desconocimiento de faltantes	Paros por falta de material
Metas pendientes	Comunicación verbal	Falta de seguimiento	Incumplimiento de programa
Incidencias especiales	Memoria del supervisor	Se olvidan detalles importantes	Repetición de errores

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

- La comunicación deficiente genera:
- Pérdida de continuidad operativa entre turnos
- Repetición de errores ya resueltos en turnos anteriores
- Desmotivación del personal que percibe falta de reconocimiento
- Dificultad para establecer responsabilidades cuando ocurren problemas

#### Sobrecarga Administrativa de Supervisores

Los supervisores dedican una porción excesiva de su tiempo a tareas administrativas manuales en lugar de supervisión efectiva.

Tabla 30. Distribución del tiempo de supervisores

Actividad	Tiempo diario (horas)	% del tiempo	Valor agregado
Supervisión directa en planta	2.5	31.3%	Alto
Generación manual de informes	2.0	25.0%	Bajo

Búsqueda de información y datos	1.5	18.8%	Bajo
Reuniones y coordinación	1.0	12.5%	Medio
Resolución de problemas	0.8	10.0%	Alto
Capacitación y desarrollo	0.2	2.5%	Alto
Jornada total	8.0 horas	100%	—

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los datos revelan que solo el 43.8% del tiempo se dedica a actividades de alto valor agregado (supervisión, resolución de problemas, capacitación). El 43.8% consume en tareas administrativas de bajo valor que podrían automatizarse con un sistema integral de medición.

- Esta sobrecarga tiene consecuencias directas:
- Supervisión insuficiente del personal operativo
- Respuesta tardía ante problemas de calidad
- Imposibilidad de dedicar tiempo a mejora continua
- Ausentismo y rotación de supervisores por estrés laboral

#### Análisis de Consecuencias Legales y de Cumplimiento

Aunque Tés Mondaisa no se ha enfrentado a sanciones legales graves, la ausencia de un sistema de medición formal representa un riesgo latente en términos de cumplimiento normativo.

Tabla 31. Riesgos legales y de cumplimiento identificados

Aspecto normativo	Requisito	Situación actual	Nivel de riesgo	Consecuencia potencial
-------------------	-----------	------------------	-----------------	------------------------

Trazabilidad alimentaria (Ley 8839)	Rastreo lote a lote	Parcial, basado en registros manuales	Medio	Multas, retiro de productos
Inocuidad alimentaria (HACCP)	Puntos críticos de control documentados	Controles sin evidencia digital	Medio	Pérdida de certificaciones
Salud ocupacional (Ley 6727)	Registro de exposiciones y cargos	No sistémico	Bajo	Demandas laborales
Derechos laborales (Código de Trabajo)	Registro preciso de jornadas	Manual, con inconsistencias	Bajo	Sanciones del Ministerio
Protección ambiental (Ley 8839)	Control de residuos y consumos	Estimaciones sin evidencia	Bajo	Multas ambientales
Calidad certificada (ISO 9001 aspiracional)	Sistema de medición documentado	No existe	Alto	Imposibilidad de certificación

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Si bien el riesgo de sanciones inmediatas es bajo o medio, la empresa enfrenta una limitación severa para acceder a certificaciones internacionales (ISO 9001, FSSC 22000, certificaciones orgánicas) que son cada vez más exigidas por clientes corporativos y mercados de exportación.

Esta limitación representa un costo de oportunidad significativo, ya que impide acceder a segmentos de mercado de mayor valor agregado que requieren evidencia documental de sistemas de gestión robustos.

Análisis de Riesgos Mediante AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos)

Para priorizar las consecuencias más críticas, se aplicó la metodología AMEF, calculando el Número de Prioridad de Riesgo (RPN) para los principales problemas identificados.

Tabla 32. Análisis AMEF de las principales consecuencias del problema

Consecuencia	Gravedad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	RPN	Prioridad
Pérdidas financieras por desperdicios	8	9	7	504	Crítica
Variabilidad en tiempos de ciclo	7	10	8	560	Crítica
Incumplimiento en entregas a clientes	9	6	6	324	Alta
Baja utilización de maquinaria	6	8	7	336	Alta
Problemas de comunicación entre turnos	5	10	9	450	Alta
Sobrecarga administrativa de supervisores	6	9	6	324	Alta
Dificultad para certificaciones	7	5	5	175	Medios
Riesgo de sanciones legales	9	3	4	108	Medios

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Criterios de priorización:

RPN > 400: Prioridad crítica (requiere atención inmediata)

RPN 200-400: Prioridad alta (requiere plan de acción definido)

RPN < 200: Prioridad media (monitoreo y prevención)

Los resultados del AMEF confirman que la variabilidad en tiempos de ciclo (RPN=560) y las pérdidas financieras por desperdicio (RPN=504) son las consecuencias más críticas y deben ser atendidas prioritariamente mediante el sistema integral de medición propuesto.

#### Conclusiones del Análisis de Consecuencias

El análisis exhaustivo de las consecuencias del problema revela un impacto multidimensional que afecta:

Dimensión financiera: pérdidas anuales estimadas en ¢58.452.000, equivalentes al 7,8% de los costos operativos.

Dimensión operativa:

- Variabilidad del 22 % en tiempos de ciclo (estándar aceptable <10 %)
- Disponibilidad de maquinaria de solo 72,4% (estándar >85%)
- Presencia significativa de Muda, Mura y Muri

Dimensión administrativa:

- Un 43.8% del tiempo de supervisión dedicado a tareas de bajo valor
- Comunicación deficiente entre turnos
- Planificación imprecisa sin base estadística

Dimensión legal:

Riesgo medio de incumplimiento normativo

- Imposibilidad de acceder a certificaciones internacionales

El conjunto de estas consecuencias justifica ampliamente la necesidad de diseñar e implementar un sistema integral de medición que permita:

- Reducir las pérdidas financieras mediante control y mejora continua
- Estandarizar procesos reduciendo la variabilidad.
- Optimizar la gestión liberando tiempo de supervisión para actividades de valor.

Cumplir requisitos normativos y acceder a nuevos mercados

### Análisis de las Causas

Una vez descritas y cuantificadas las consecuencias del problema, resulta fundamental identificar y analizar las causas raíz que originan la ausencia del sistema integral de medición en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Este análisis se realizó aplicando herramientas estructuradas de ingeniería industrial que permiten trascender los síntomas superficiales y comprender los factores subyacentes que perpetúan el problema.

### Metodología de Análisis Causal

Para garantizar un diagnóstico robusto y multidimensional, se aplican las siguientes herramientas de análisis causal de manera secuencial y complementaria:

1. Lluvia de ideas estructuradas con personal de diferentes niveles
2. Diagrama de Ishikawa (espina de pescado) para clasificar causas potenciales
3. Técnica de los 5 Porqué para profundizar en causas raíz
4. Análisis de Pareto para priorizar causas según su impacto
5. Matriz de relaciones causa-efecto para validar vínculos

Esta metodología combinada asegura que el análisis no se basa en percepciones subjetivas, sino en un proceso sistemático respaldado por evidencia.

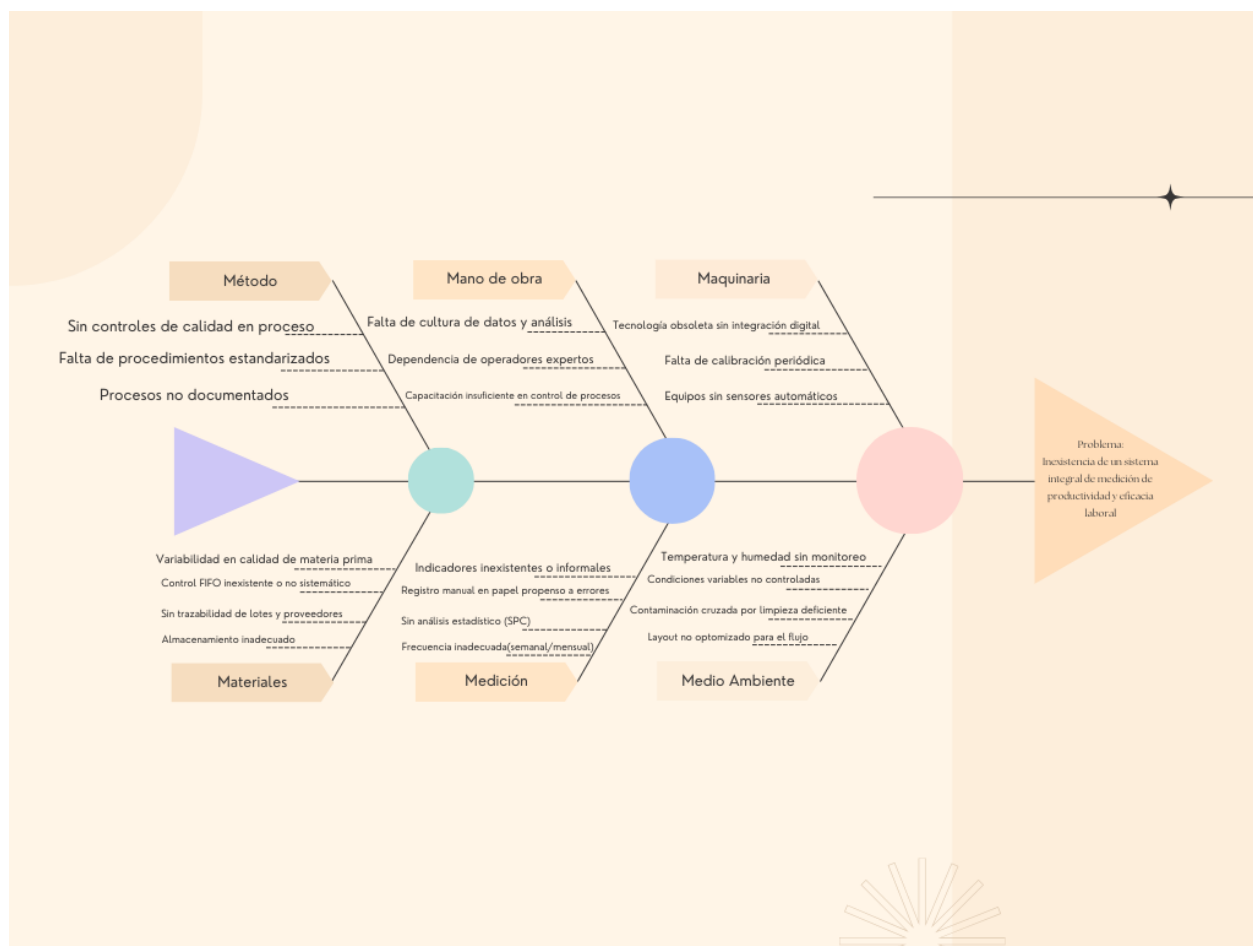
Para determinar la raíz del problema, se emplearon herramientas como el Diagrama de Ishikawa, el cual permitió clasificar causas en categorías de método, maquinaria, mano de obra, medición y

entorno. Posteriormente, mediante la técnica de los 5 Por qué, se identificó como causa raíz la ausencia de un sistema integral de medición y la falta de estandarización en el registro de datos.

### Diagrama de Ishikawa: Clasificación de Causas Potenciales

El diagrama de Ishikawa permite organizar las causas potenciales en seis categorías principales (6M): Método, Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Medición y Medio ambiente. Esta clasificación facilita una comprensión estructurada y holística del problema.

Figura 21. Diagrama de Ishikawa – Análisis de causas del problema.



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El diagrama de Ishikawa permitió identificar y clasificar las causas del problema, destacando como factores críticos la ausencia de métodos estandarizados, la falta de herramientas de medición, la

limitada capacitación en análisis de datos y la dependencia de registros manuales. Estas causas se interrelacionan y generan variabilidad en el desempeño operativo del Departamento de Producción.

#### Identificación y Descripción de Causas Raíz

A partir del diagrama de Ishikawa y mediante la aplicación de la técnica de los 5 Por Qué, se identificaron y profundizaron las causas raíz del problema. A continuación, se presenta el análisis detallado:

#### Causa 1: Ausencia de Herramientas Tecnológicas de Medición

Descripción: el Departamento de Producción no cuenta con *software* especializado (MES, SCADA, ERP integrado) ni con sistemas de captura automatizada de datos que permiten registrar en tiempo real variables operativas como producción, tiempos, paros, calidad y consumos.

Análisis mediante 5 Por qué:

Por qué	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué no se tiene un sistema de medición integral?	Porque no existen herramientas tecnológicas implementadas
2	¿Por qué no existen herramientas tecnológicas?	Porque no se ha realizado inversión en sistemas de información para producción
3	¿Por qué no se ha invertido en sistemas?	Porque no se ha justificado formalmente el retorno de la inversión ni se ha priorizado en el presupuesto
4	¿Por qué no se ha justificado el ROI?	Porque no se cuenta con datos precisos que evidencien las pérdidas actuales

5	¿Por qué no se tienen datos precisos de pérdidas?	Porque no existe un sistema de medición que los capture ( <i>causa raíz circular</i> )
---	---	--

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Causa raíz identificada: falta de visión estratégica sobre la importancia de la medición como base de competitividad y mejora continua, aunada al desconocimiento de las pérdidas reales por no medir.

Evidencia:

- La empresa no tiene ningún *software* especializado de producción.
- Los equipos existentes no cuentan con sensores conectados.
- No existe personal dedicado a sistemas de fabricación.

Causa 2: Falta de Estandarización de Procesos y Métodos de Trabajo

Descripción: los procesos productivos no están completamente documentados ni estandarizados. Cada operador desarrolla su propio método de trabajo basado en experiencia, generando alta variabilidad en resultados.

Análisis mediante 5 Por qué:

Por qué	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué hay alta variabilidad en el desempeño?	Porque cada operador trabaja de forma diferente
2	¿Por qué trabajan diferente?	Porque no existen procedimientos operativos estandarizados (POE/SOP) documentados

3	¿Por qué no hay POE documentados?	Porque no se ha asignado tiempo ni recursos para elaborarlos
4	¿Por qué no se ha asignado tiempo?	Porque se considera más urgente producir que documentar
5	¿Por qué se prioriza producir sobre documentar?	Porque la cultura organizacional se reactiva y no valora la estandarización como base de eficiencia

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Causa raíz identificada: cultura organizacional que prioriza la operación inmediata sobre la mejora sistémica y la estandarización.

Evidencia:

- Solo 2 de 10 procesos clave tienen POE documentados (20%).
- Diferencia de hasta 35% en productividad entre operadores en la misma línea.
- No existe programa formal de estandarización de métodos.

Causa 3: Capacitación Insuficiente del Personal en Análisis de Datos

Descripción: el personal operativo y los supervisores no han recibido capacitación en herramientas básicas, análisis de datos ni interpretación de indicadores de desempeño.

Análisis mediante 5 Por qué:

Por qué	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué no se utilizan herramientas estadísticas?	Porque el personal no sabe cómo aplicarlas.

2	¿Por qué no saben aplicarlas?	Porque no han recibido capacitación en análisis de datos
3	¿Por qué no han recibido capacitación?	Porque no existe un programa de desarrollo técnico estructurado
4	¿Por qué no existe un programa de desarrollo?	Porque no se ha identificado como necesidad crítica ni se ha presupuestado
5	¿Por qué no se identifica como crítico?	Porque no se ha comprendido que la medición requiere capacidad de análisis, no solo captura de datos

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Causa raíz identificada: desconocimiento de los requisitos de competencias para implementar un sistema de medición efectiva.

- Evidencia:
- Una cantidad de 0 horas de capacitación en análisis de datos en los últimos 2 años.
- Un 85% de los supervisores no conocen herramientas estadísticas básicas (cartas de control, Pareto, clasificación).
- No existe presupuesto asignado a desarrollo de competencias técnicas.

Causa 4: Resistencia Cultural al Cambio ya la Medición

Descripción: existe resistencia implícita a la implementación de sistemas de medición por temor a evaluación individual, pérdida de autonomía y aumento de control.

Análisis mediante 5 Por Qué:

Por qué	Pregunta	Respuesta
---------	----------	-----------

---

1	¿Por qué hay resistencia a medir el desempeño?	Porque el personal lo percibe como amenaza o control excesivo.
2	¿Por qué lo perciben como amenaza?	Porque históricamente la medición se ha usado para señalar culpables, no para mejorar
3	¿Por qué se ha usado para culpar?	Porque no existe cultura de mejora continua ni enfoque de aprendizaje organizacional
4	¿Por qué no hay cultura de mejora?	Porque el liderazgo no la ha promovido ni modelado consistentemente
5	¿Por qué el liderazgo no la promueve?	Porque no existe estrategia clara de transformación cultural ni compromiso visible de la alta dirección

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Causa raíz identificada: falta de liderazgo transformacional comprometido con la creación de una cultura de medición, aprendizaje y mejora continua.

Evidencia:

1. Un 68% del personal operativo expresa temor a "que los midan" (encuesta informal).
2. No existen programas de reconocimiento basados en desempeño medible.
3. Liderazgo enfocado en apagar incendios, no en prevención.

Causa 5: Ausencia de Política Corporativa sobre Sistemas de Medición

Descripción: La empresa no tiene definida una política formal que establezca la obligatoriedad, alcance y lineamientos para sistemas de medición del desempeño operativo.

Análisis mediante 5 Por Qué:

Por qué	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué no se implementa un sistema de medición?	Porque no es un requisito obligatorio establecido por la empresa
2	¿Por qué no es obligatorio?	Porque no existe una política corporativa que lo exija
3	¿Por qué no existe política?	Porque la alta dirección no lo ha priorizado como estratégica
4	¿Por qué no lo prioriza?	Porque desconoce el impacto real de no medir (falta de datos)
5	¿Por qué desconoce el impacto?	Porque no se ha realizado un diagnóstico formal que cuantifique pérdidas y oportunidades

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Causa raíz identificada: Falta de diagnóstico formal que demuestre a la alta dirección el costo de no medir y el beneficio de implementar sistemas integrales.

Evidencia:

1. No aparece en objetivos estratégicos corporativos
2. No existe responsable designado para sistemas de medición.
3. No hay indicadores corporativos que exijan medición en producción.

Análisis de Pareto: Priorización de Causas

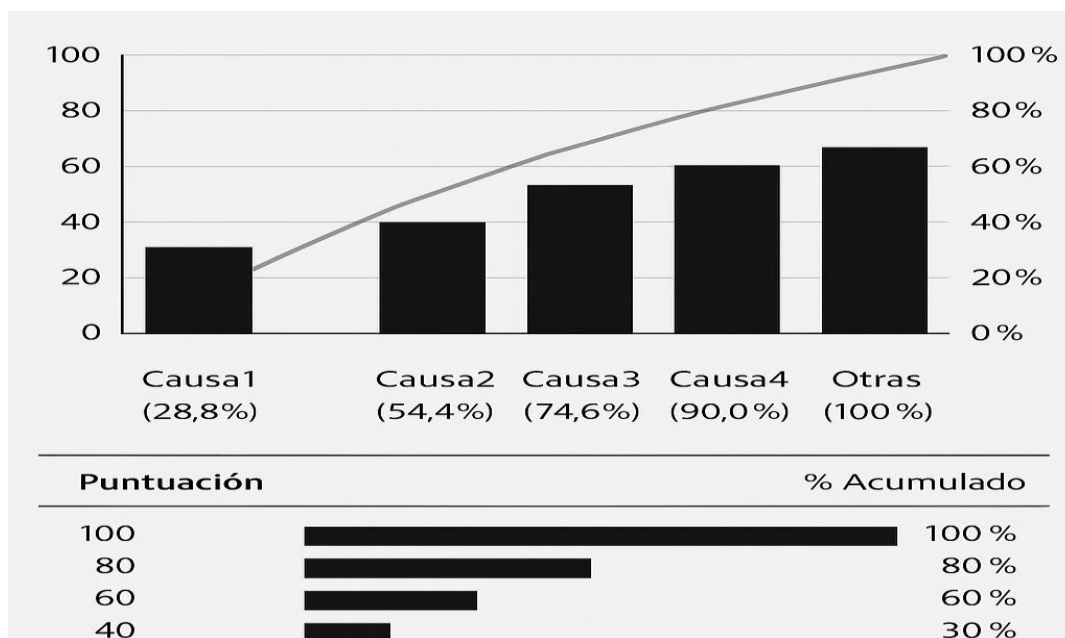
Para identificar las causas que generan el mayor impacto, se aplicó el principio de Pareto, evaluando cada causa según su contribución al problema global.

Tabla 33. Análisis de Pareto de las causas del problema

Causa	Frecuencia de manifestación	Impacto (escala 1-10)	Puntuación ponderada	% acumulado	Clasificación
1. Ausencia de herramientas tecnológicas	10	9	90	28,8%	Vital
2. Falta de estandarización de procesos	10	8	80	54,4%	Vital
3. Capacitación insuficiente	9	7	63	74,6%	Vital
4. Resistencia cultural al cambio	8	6	48	90,0%	Útil
5. Ausencia de política corporativa	6	5	30	99,6%	Útil
6. Otras causas menores	5	2	2	100,0%	Trivial
Total	—	—	313	—	—

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Figura 25. Gráfico de Pareto de las causas del problema



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis de Pareto revela que las tres primeras causas (herramientas tecnológicas, estandarización y capacitación) concentran el 74,6% del impacto total. Esto confirma el principio 80/20, indicando que, al enfocarse en resolver estas tres causas raíz, se podrá eliminar aproximadamente el 75% del problema.

#### Matriz de Relaciones Causa-Efecto

Para validar las relaciones entre las causas identificadas y las consecuencias cuantificadas en el apartado anterior, se elaboró una matriz de relaciones.

Tabla 34. Matriz de relaciones causa-efecto

Causa ↓ / Consecuencia →	Pérdidas financieras	Variabilidad en tiempos	Baja utilización de equipos	Problemas de comunicación	Supervisores de sobrecarga	Influencia total
--------------------------	----------------------	-------------------------	-----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------

Ausencia de herramientas tecnológicas	●	●●	●●	●●	●●●	10
Falta de estandarización	●●●	●●●	●	●	●	9
Capacitación insuficiente	●	●	●	●●	●●●	8
Resistencia cultural	●	●	○	●●	●	5
Ausencia de política corporativa	○	○	○	●	○	1

Simbología: ●●● = Relación fuerte (3 puntos) | ●● = Relación media (2 puntos) | ● = Relación débil (1 punto) | ○ = Sin relación (0 puntos)

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

La matriz confirma que:

- La ausencia de herramientas tecnológicas impacta especialmente la sobrecarga de supervisores y problemas de comunicación.
- La falta de estandarización es la causa más vinculada a pérdidas financieras y variabilidad.
- La capacitación insuficiente afecta principalmente la capacidad de análisis y gestión.

Consolidado del Análisis de Causas

Tabla 35. Resumen de causas raíz identificadas

Causa raíz	Categoría (6M)	Nivel de impacto	Facilidad de solución	de	Prioridad de intervención
Ausencia de herramientas tecnológicas de medición	Maquinaria / Medición	Alto	Medios (requiere inversión)		1
Falta de estandarización de procesos y métodos.	Método	Alto	Alta (no requiere inversión)		2
Capacitación insuficiente en análisis de datos	Mano de obra	Alto	Alta (inversión moderada)		3
Resistencia cultural al cambio	Medio ambiente	Medio	Baja (requiere tiempo)		4
Ausencia de política corporativa	Método	Medio	Media (decisión directiva)		5

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

El análisis sistemático mediante múltiples herramientas complementarias (Ishikawa, 5 Por Qué, Pareto, matriz de relaciones) permite concluir que:

El problema no tiene una causa única, sino que resulta de la interacción de múltiples factores técnicos, humanos y organizacionales.

Las tres causas raíz prioritarias son:

- Ausencia de herramientas tecnológicas (28,8% del impacto)
- Falta de estandarización de procesos (25,6% adicional)

Capacitación insuficiente del personal (20,2% adicional)

Estas tres causas explican el 74.6% del problema total, confirmando que una intervención focalizada en ellas generará el mayor impacto.

Existe un ciclo vicioso: no se mide porque no hay herramientas, no se invierte en herramientas porque no se conoce el costo de no medir y no se conoce el costo porque no se mide

La solución requiere un enfoque integral que aborde simultáneamente:

- Dimensión tecnológica: implementación de herramientas de captura y análisis
- Dimensión metodológica: estandarización y documentación de procesos
- Dimensión humana: desarrollo de competencias y cambio cultural

## CAPÍTULO V DISEÑO

El presente capítulo desarrolla la propuesta metodológica del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral para el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Esta propuesta se fundamenta en el análisis exhaustivo de la situación actual realizado en el Capítulo IV, donde se identifican las principales problemáticas, consecuencias y causas raíz que limitan el desempeño operativo del Departamento.

El diseño del sistema se estructura en tres componentes esenciales: (1) el diseño metodológico propiamente dicho, que incluye la definición de indicadores clave de desempeño, herramientas de captura y análisis de datos, y procedimientos estandarizados; (2) el control de la implementación, que establece los mecanismos de seguimiento, validación y ajuste del sistema; y (3) el análisis económico, que evalúa la viabilidad financiera de la propuesta mediante el cálculo del retorno de inversión y el análisis costo-beneficio.

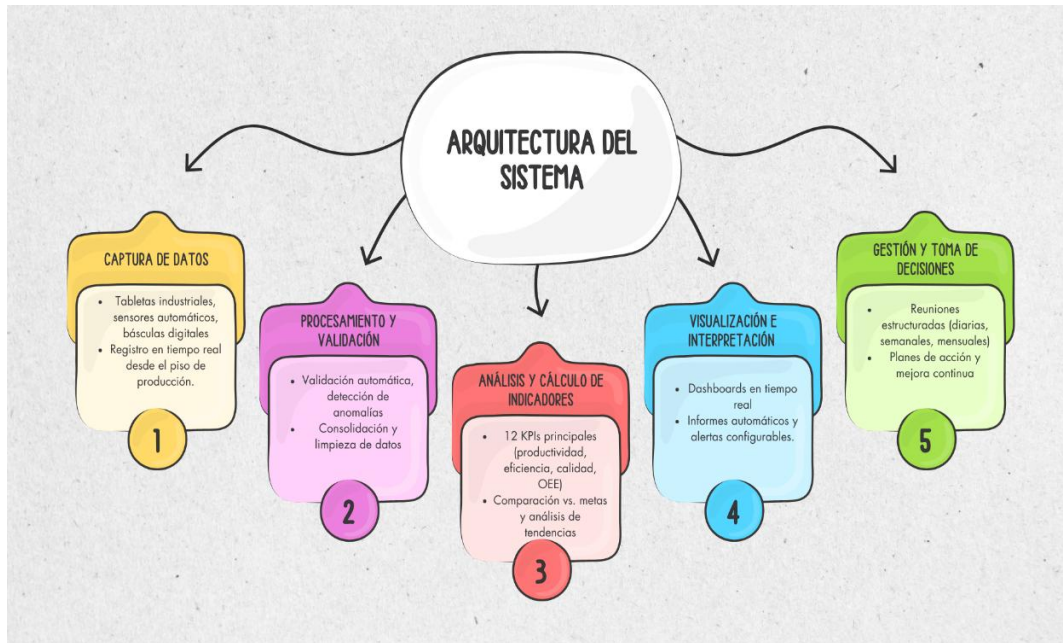
Esta propuesta se diseña bajo los principios de la mejora continua, la gestión basada en evidencia y la participación del personal operativo y directivo, buscando no solo resolver las deficiencias actuales, sino también establecer las bases para una cultura organizacional orientada a la excelencia operativa y la competitividad sostenible.

### Diseño

#### Arquitectura del sistema

El sistema propuesto se estructura en cinco niveles jerárquicos interconectados, cada uno con funciones específicas y complementarias. A continuación, se presenta la Figura 27 Arquitectura del sistema.

#### *Figura 27 Arquitectura del sistema*



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

### Nivel 1: Captura de Datos (Nivel Operativo)

Este nivel constituye la base del sistema y tiene como función recopilar información primaria sobre las variables operativas críticas del proceso productivo.

Componentes del Nivel de Captura:

#### a) Estaciones de registro digital:

Tablets industriales ubicadas al inicio y final de cada línea de producción.

Interfaz simplificada con campos predefinidos para minimizar errores de entrada.

Lectores de código de barras para identificación rápida de lotes y productos.

Sincronización automática con base de datos central cada 15 minutos.

#### b) Sensores y dispositivos de medición automática:

Contadores digitales en envasadoras para registrar unidades producidas.

Sensores de temperatura y humedad en áreas críticas (secado, almacenamiento).

Sistemas de pesaje electrónico conectados a red.

Registradores de tiempo de ciclo mediante fotoceldas en puntos estratégicos.

c) Formatos de registro manual (*backup*):

Hojas de control estandarizadas en formato físico.

Listas de verificación (*checklists*) para inspecciones de calidad.

Bitácoras de turno con estructura predefinida.

Registros de incidencias y no conformidades.

A continuación, se muestra la Tabla 17 Variables capturadas en el nivel operativo del sistema.

**Tabla 17 Variables capturadas en el nivel operativo del sistema**

<b>Variable</b>	<b>Frecuencia de captura</b>	<b>Método de captura</b>	<b>Responsable</b>	<b>Formato de captura</b>	<b>Formato de salida</b>
<b>Unidades producidas</b>	Continua	Contador por línea (automático)	Sistema	Digital	Automático
<b>Hora de inicio y fin de producción</b>	Por turno	Tablet	Supervisor de turno	Digital	Digital
<b>Tiempo de paros (planificados y no planificados)</b>	Cuando ocurre	Tablet	Operador de línea	Digital	Digital
<b>Causa de paros (catálogo predefinido)</b>	Cuando ocurre	Tablet	Supervisor de turno	Digital	Digital
<b>Personal asignado por línea</b>	Por turno	Tablet	Supervisor de turno	Digital	Digital
<b>Materia prima utilizada</b>	Por lote producido	Pesaje electrónico	Operador de mezclado	Digital	Digital
<b>Producto no conforme</b>	Continua	Inspección visual + registro	Inspector de calidad	Digital	Digital
<b>Temperatura y humedad ambiente</b>	Cada 30 minutos	Sensores automáticos	Sistema	Digital	Automático

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

## **Nivel 2: Procesamiento y Validación de Datos**

Una vez capturados, los datos pasan por un proceso de limpieza, validación y consolidación antes de ser almacenados definitivamente.

### **Funciones del Nivel de Procesamiento:**

#### **a) Validación automática:**

- Verificación de rangos aceptables (p.ej., temperatura entre 18°C y 25°C).
- Detección de valores atípicos (*outliers*) mediante algoritmos estadísticos.
- Identificación de inconsistencias (p.ej., unidades producidas mayor que capacidad máxima).
- Alerta automática cuando se detectan anomalías.

#### **b) Consolidación de fuentes:**

- Integración de datos provenientes de sensores, tablets y registros manuales.
- Resolución de duplicados mediante algoritmos de duplicación.
- Asignación de marcas temporales (*timestamps*) uniformes.
- Vinculación con maestros de datos (productos, personal, equipos).

#### **c) Transformación y enriquecimiento:**

- Cálculo de variables derivadas (p.ej., tiempo de ciclo = tiempo total / unidades producidas).
- Asignación de clasificaciones (p.ej., tipo de paro: mecánico, eléctrico, logístico).
- Conversión de unidades cuando sea necesario.
- Generación de identificadores únicos para trazabilidad.

A continuación, se muestra la Tabla 18 Reglas de validación de datos del sistema.

***Tabla 18 Reglas de validación de datos del sistema***

<b>Tipo de variable</b>	<b>Regla de validación</b>	<b>Acción en caso de falla</b>
<b>Unidades producidas</b>	Debe ser $> 0$ y $\leq$ capacidad máxima de línea (definida en sistema)	Alerta al supervisor para verificación

<b>Tiempo de ciclo</b>	Debe estar entre límites inferiores y superiores calculados estadísticamente	Marcado como “revisar” y notificación a calidad
<b>Causa de paro</b>	Debe seleccionarse de catálogo predefinido	Obligatorio completar antes de cerrar turno
<b>Personal asignado</b>	Debe coincidir con nómina activa	Verificación con RRHH
<b>Temperatura</b>	Debe estar en el rango 15 °C – 30 °C	Alerta al supervisor si está fuera de rango
<b>Materia prima</b>	Peso registrado debe coincidir $\pm 5\%$ con receta estándar	Marcado para revisión física

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

d) Almacenamiento estructurado:

Los datos validados se almacenan en una base de datos relacional con la siguiente estructura simplificada:

### Nivel 3: Análisis y Cálculo de Indicadores

En este nivel, los datos validados y consolidados se transforman en indicadores clave de desempeño (KPI) que permiten evaluar la productividad y eficacia laboral.

#### Sistema de Indicadores Propuesto:

El sistema propone un conjunto balanceado de 12 indicadores principales, organizados en cuatro perspectivas según el modelo del Balanced Scorecard adaptado a operaciones. A continuación, se presenta la Tabla 19 Sistema de indicadores clave de desempeño (KPI) propuesto.

*Tabla 19 Sistema de indicadores clave de desempeño (KPI) propuesto*

<b>Categoría</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Meta</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>1. Productividad</b>	1.1 Productividad laboral	Unidades producidas / Horas-hombre trabajadas	>120	Diaria

	1.2 Eficiencia operativa	$(\text{Producción real} / \text{Producción estándar}) \times 100$	>85%	Diaria
	1.3 Utilización de capacidad	$(\text{Tiempo productivo} / \text{Tiempo disponible}) \times 100$	>80%	Semanal
<b>2. Calidad</b>	2.1 Índice de calidad	$(\text{Unidades sin defectos} / \text{Total unidades}) \times 100$	>98%	Diaria
	2.2 Tasa de reproceso	$(\text{Unidades reprocesadas} / \text{Total producido}) \times 100$	<2%	Semanal
	2.3 Tasa de desperdicio	$(\text{Kg desperdiciados} / \text{Kg utilizados}) \times 100$	<2.5%	Semanal
<b>3. Eficiencia de equipos</b>	3.1 OEE (Eficiencia Global)	$\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$	>75%	Semanal
	3.2 Disponibilidad	$(\text{Tiempo operativo} / \text{Tiempo programado}) \times 100$	>85%	Diaria
	3.3 MTBF (Tiempo medio entre fallas)	$\text{Tiempo operativo total} / \text{Número de fallos}$	>40 horas	Mensual
<b>4. Desempeño del personal</b>	4.1 Productividad individual	$\text{Unidades producidas} / \text{Operario} / \text{Turno}$	Variable*	Semanal
	4.2 Cumplimiento de metas	$(\text{Metas alcanzadas} / \text{Metas programadas}) \times 100$	>90%	Mensual
	4.3 Ausentismo	$(\text{Horas ausentes} / \text{Horas programadas}) \times 100$	<3%	Mensual

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

## FICHA TÉCNICA DE INDICADOR

**Código:** PRO-01 **Versión:** 1.0 **Fecha:** Septiembre 2025

**Nombre del Indicador:** Eficiencia Operativa

**Perspectiva:** Productividad

**Objetivo:** Medir qué tan cerca está la producción real de la producción estándar esperada bajo condiciones normales.

**Fórmula:**

$$Eficiencia\ Operativa(\%) = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} \times 100$$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

**Definición de Variables:**

- **Producción Real:** Total de unidades producidas en el período de medición (turno, día, semana).
- **Producción Estándar:** Unidades que deberían producirse según estudio de tiempos y capacidad instalada.

**Definición de Variables:** Porcentaje (%)

**Unidad de Medida:** Porcentaje (%)

**Frecuencia de Medición:** Diaria (consolidada por turno)

**Frecuencia de Reporte:** Diaria con resumen semanal

**Responsable de Medición:** Supervisor de turno

**Responsable de Análisis:**

- Mínimo aceptable: 80%
- Meta operativa: 85%
- Excelencia: >90%

**Meta:**

- **Verde (Excelente):**  $\geq 90\%$  -- Proceso operando por encima del estándar.
- **Amarillo (Aceptable):** 80-89% -- Proceso dentro de rango normal, monitorear.
- **Rojo (Crítico):**  $< 80\%$  -- Requiere análisis de causas y acción correctiva inmediata.

**Rangos de Interpretación:** Tabla "Producción" con base de datos del sistema.

**Fuente de Datos:**

1. Obtener total de unidades producidas del sistema automático.
2. Consultar producción estándar de tabla de referencias (varía según tipo de producto).

3. Aplicar fórmula.
4. Registrar resultado en *dashboard* diario.

#### **Método de Cálculo:**

- **Si <80%:** Reunión inmediata con supervisor, identificar causas (método 5 Porqués), implementar acción correctiva.
- **Si 80-89%:** Monitoreo continuo, buscar oportunidades de mejora menores.
- **Si  $\geq 90\%$ :** Reconocimiento al equipo, documentar mejores prácticas.

#### **Acciones según Resultado:**

- No considera calidad del producto (complementar con Índice de Calidad).
- Producción estándar debe actualizarse si cambian equipos o métodos.
- No aplica durante períodos de capacitación o arranque de nuevos productos.

#### **Limitaciones:**

- Productividad laboral (PRO-02).
- OEE -- Eficiencia global de equipos (EQU-01).
- Índice de calidad (CAL-01).

#### **Indicadores Relacionados:**

#### **Versión 1.0 -- septiembre 2025 -- Creación inicial**

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

**Nota:** Se desarrollaron fichas técnicas similares para los 12 indicadores restantes, garantizando claridad metodológica y uniformidad de criterios (Ver Apéndice I para el conjunto completo de fichas técnicas).

#### **Nivel 4: Visualización e Interpretación**

La información generada en el nivel de análisis se presenta mediante herramientas visuales que facilitan su comprensión y permiten identificar patrones, tendencias y anomalías de manera intuitiva.

## Dashboard Operativo Diario:

Se diseñó un *dashboard* digital que se actualiza automáticamente y muestra el estado actual de los indicadores clave. Este *dashboard* se visualiza en lo siguiente:

- Pantallas ubicadas en el área de producción (información en tiempo real).
- Estación de trabajo del supervisor (versión detallada).
- Dispositivos móviles de gerencia (versión ejecutiva).



Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Elementos del *dashboard*:

Panel de resumen ejecutivo (superior izquierdo):

- Indicadores principales con código de colores (verde/amarillo/rojo).
- Comparación vs. meta y vs. período anterior.
- Flechas indicando tendencia (↑↓→).

Gráfico de producción por línea (superior derecho):

- Barras comparativas de producción real versus estándar.
- Identificación visual de líneas críticas.

Gráfico de tendencias (centro):

- Evolución de eficiencia operativa en los últimos 7 días.
- Línea de meta como referencia.
- Marcadores de eventos relevantes.

Panel de alertas (inferior):

- Lista de alertas activas ordenadas por prioridad.
- Tiempo transcurrido desde la alerta.
- Responsable asignado.

Información contextual (lateral derecho):

- Turno actual y hora.
- Personal presente por línea.
- Próximos mantenimientos programados.

Elementos del *dashboard*:

Además del *dashboard* en tiempo real, se presenta la Tabla 20 El sistema genera reportes automatizados en diferentes frecuencias

**Tabla 20 El sistema genera reportes automatizados en diferentes frecuencias**

<b>Reporte</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Destinatario</b>	<b>Contenido principal</b>	<b>Método de entrega</b>
<b>Resumen de turno (cada 8h)</b>	Por turno	Supervisor del siguiente turno + Jefe de Producción + Gerencia de Operaciones	Producción, paros, calidad, observaciones, comparación vs. programa	Email + Sistema
<b>Reporte diario de producción (9:00 AM)</b>	Diaria	Jefe de Producción + Gerencia de Operaciones	Consolidado de 3 turnos, comparación vs. programa	Email

<b>Análisis semanal de indicadores (lunes 8:00 AM)</b>	Semanal	Gerencia de Operaciones	de	Tendencias, análisis de indicadores	Reunión
--	---------	-------------------------	----	-------------------------------------	---------

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

A continuación, se visualiza la Tabla 21 Reporte semanal de indicadores de producción laboral.

**Tabla 21 Reporte semanal de indicadores de producción laboral**

<b>Semana:</b>	Del [DD/MM/AAAA] al [DD/MM/AAAA]	<b>Reporte #:</b>	<b>RSIP-2025-XX</b>
<b>Elaborado por:</b>	[Nombre Jefe de Producción]	Fecha de emisión:	[DD/MM/AAAA]
<b>Revisado por:</b>	[Gerencia de Operaciones]	Aprobado por:	[Dirección General]

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

A continuación, se presenta Tabla 22 Indicador Semana actual Meta Variación versus meta Tendencia\*Semana anterior

**Tabla 22 Indicador Semana actual Meta Variación versus meta Tendencia\*Semana anterior**

<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>	<b>Meta</b>	<b>Variación vs. Meta</b>	<b>Tendencia</b>	<b>Resultado Anterior</b>
<b>Eficiencia operativa</b>	XX%	85%	+/- XX%	[↑↓→]	XX%
<b>Productividad laboral</b>	XXX un/HH	120	+/- XX%	[↑↓→]	XXX
<b>Índice de calidad</b>	XX.X%	98%	+/- XX%	[↑↓→]	XX.X%
<b>OEE promedio</b>	XX%	75%	+/- XX%	[↑↓→]	XX%
<b>Tasa de desperdicio</b>	X.X%	2.5%	+/- XX%	[↑↓→]	X.X%

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

A continuación, se presenta la Tabla 23 Análisis líneas de producción.

**Tabla 23 Análisis líneas de producción**

<b>Línea</b>	<b>Producción Real (unid.)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Calidad (%)</b>	<b>OEE (%)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Línea 1</b>	12,450	88%	99.1%	78%	Desempeño estable, dentro de meta
<b>Línea 2</b>	11,980	83%	98.5%	74%	Pequeños paros por cambio de formato
<b>Línea 3</b>	13,210	91%	99.3%	81%	Mejor desempeño general
<b>Línea 4</b>	9,540	72%	97.8%	66%	Paros frecuentes por fallas mecánicas
<b>Línea 5</b>	10,120	76%	98.0%	69%	Retrasos por falta de material

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Líneas con mejor desempeño:

La Línea 3 destaca como la más eficiente y con mayor OEE. Además, se observa buena coordinación entre personal, disponibilidad del equipo y baja tasa de reprocesos.

Líneas que requieren atención:

Línea 4 presenta el desempeño más bajo, principalmente, debido a fallas mecánicas repetitivas. Recomendación: programar mantenimiento preventivo y revisión del plan de repuestos críticos. Por su parte, la Línea 5 muestra impacto por falta de materiales; se sugiere revisar coordinación logística con almacén.

### **Nivel 5: Gestión y Toma de Decisiones**

El nivel superior del sistema transforma la información en acciones concretas mediante procesos estructurados de análisis, discusión y toma de decisiones.

### **Ciclo de Gestión del Desempeño:**

El sistema propone un ciclo estructurado de reuniones y revisiones que aseguran que la medición conduzca efectivamente a la mejora:

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### **Reuniones de Gestión del Desempeño:**

#### **a) Reunión Diaria de Producción (Daily Huddle):**

- **Duración:** 15 minutos
- **Hora:** 8:15 a.m. (inicio de turno matutino)
- **Participantes:** Supervisores de los 3 turnos + Jefe de Producción
- **Agenda:**
  1. Revisión rápida del *dashboard* (5 min)
  2. Alertas críticas del turno anterior (3 min)
  3. Plan del día y asignaciones (5 min)
  4. Compromisos y responsables (2 min)
- **Formato:** Reunión de pie (*standing meeting*) frente al *dashboard* en producción

#### **b) Reunión Semanal de Análisis de Indicadores:**

- **Duración:** 60 minutos
- **Día y hora:** Lunes 8:00 a.m.
- **Participantes:** Jefe de Producción + Supervisores + Inspector de Calidad + Representante de Mantenimiento + Representante de RRHH
- **Agenda:**
  1. Revisión del reporte semanal (15 min)
  2. Análisis de variaciones significativas (20 min)
  3. Seguimiento de acciones correctivas previas (10 min)
  4. Identificación de nuevas iniciativas de mejora (10 min)
  5. Asignación de responsabilidades y plazos (5 min)

- **Resultado esperado:** Plan de acción documentado con responsables y fechas

#### c) Revisión Mensual de Desempeño:

- **Duración:** 90 minutos
- **Día y hora:** Primer viernes del mes, 9:00 a.m.
- **Participantes:** Gerencia de Operaciones + Jefe de Producción + Supervisores clave + Gerencia de Calidad + Gerencia de RRHH
- **Agenda:**
  1. Presentación del informe mensual de desempeño (20 min)
  2. Análisis de tendencias y cumplimiento de metas (25 min)
  3. Revisión de iniciativas de mejora en curso (20 min)
  4. Evaluación de recursos necesarios (15 min)
  5. Definición de prioridades para el próximo mes (10 min)
- **Resultado esperado:** Acta de reunión con decisiones estratégicas documentadas

#### d) Revisión Trimestral Estratégica:

- **Duración:** 3 horas
- **Participantes:** Junta Directiva + Gerencia General + Gerencia de Operaciones + Jefe de Producción
- **Agenda:**
  1. Presentación ejecutiva de resultados del trimestre (30 min)
  2. Análisis de competitividad y posicionamiento (45 min)
  3. Evaluación de cumplimiento de objetivos estratégicos (30 min)
  4. Aprobación de inversiones y proyectos de mejora (45 min)
  5. Ajuste de metas y directrices para próximo trimestre (30 min)
- **Resultado esperado:** Acuerdo documentado sobre estrategia y recursos

*Hardware requerido*

Para garantizar la funcionalidad del sistema integral de medición, se requiere la siguiente infraestructura tecnológica, la cual se presenta en la Tabla 24 Especificaciones de hardware requerido.

**Tabla 24 Especificaciones de hardware requerido**

Equipo	Cantidad	Especificaciones	Ubicación	Costo unitario (€)
<b>Tablets industriales</b>	5	10" pantalla, IP65, Android 12, 4GB RAM	Una por línea de producción	285,000
<b>Pantallas digitales</b>	2	43" LED, full HD, montaje en pared	Área de producción y supervisión	420,000
<b>Servidor local</b>	1	Intel Xeon, 32GB RAM, 2TB SSD	Sala de servidores	1,850,000
<b>Router industrial</b>	1	Doble banda, 50 dispositivos, PoE	Sala de servidores	180,000
<b>Sistema de respaldo UPS</b>	1	3000VA, autonomía 30 min	Sala de servidores	320,000
<b>Sensores de conteo</b>	10	Fotoceldas industriales	Puntos críticos de líneas	45,000
<b>Básculas digitales conectadas</b>	5	Capacidad 50kg, precisión 1g, wifi	Estaciones de pesaje	180,000

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

*Software y licencias*

A continuación, se presenta la Tabla 25 Software y licencias requeridas

**Tabla 25 Software y licencias requeridas**

Componente	Tipo	Especificaciones	Costo anual (€)
<b>Sistema MES</b>	Licencia perpetua	10 usuarios concurrentes, módulos de producción y calidad	4,500,000
<b>Base de datos SQL Server</b>	Licencia estándar	Standard Edition, 5 CAL	650,000
<b>Software de dashboards</b>	Licencia anual	Power BI Pro, 5 usuarios	180,000
<b>Antivirus empresarial</b>	Licencia anual	15 dispositivos	85,000
<b>Sistema de backup automático</b>	Licencia perpetua	Respaldo en nube 500GB	240,000

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

### **Procedimientos Operativos Estandarizados (POE)**

Para garantizar la correcta implementación y funcionamiento del sistema, se desarrollaron ocho procedimientos operativos estandarizados:

#### **POE-001: Inicio de Turno y Registro en el Sistema**

**Objetivo:** Establecer el procedimiento para el correcto inicio de turno y registro inicial de datos en el sistema de medición.

**Alcance:** Aplica a todos los supervisores de turno del Departamento de Producción.

#### **Responsables:**

- Supervisor de turno: Ejecución del procedimiento
- Jefe de Producción: Verificación de cumplimiento

#### **Procedimiento:**

1. **Llegada y verificación** (8:00 a.m. / 4:00 p.m. / 12:00 a.m.)

- Presentarse 15 minutos antes del inicio oficial del turno
- Verificar estado de los equipos mediante inspección visual
- Revisar el tablero digital para conocer el estado del turno anterior

## 2. **Reunión de relevo (10 minutos)**

- Reunirse con el supervisor del turno anterior
- Revisar conjuntamente el "Reporte de Relevo Digital" en tableta
- Aclarar dudas sobre incidencias, máquinas o personales
- Confirmar recepción de información mediante firma digital

## 3. **Registro de inicio de turno en el sistema**

- Acceder al sistema con credenciales personales
- Seleccionar opción "Iniciar turno"
- Registrador personal presente por la línea de producción
- Confirmar estado de equipos (operativo/mantenimiento/avería)
- Registrador inventario inicial de materias primas disponibles

## 4. **Verificación de metas y programa del día**

- Revisar el programa de producción asignado al turno
- Verificar disponibilidad de materiales según órdenes programadas
- Identificar prioridades y comunicarlas al equipo

## 5. **Breve con el equipo operativo (15 minutos)**

- Reunir a operadores de todas las líneas
- Comunicar metas del turno, prioridades y puntos críticos
- Asignar responsabilidades específicas
- Resolver dudas y confirmar comprensión.

### **Registro y documentación:**

- Todo el proceso se registra automáticamente en el sistema
- Sistema genera un comprobante de inicio de turno con marca de tiempo
- Cualquier anomalía debe documentarse en el campo "Observaciones"

**Indicadores de cumplimiento:**

- 100% de los turnos deben tener registro de inicio antes de 15 minutos de iniciadas las operaciones
- 0 inconsistencias en registro de personal presente vs. sistema de asistencia de RR. HH.

**POE-002: Captura de Datos de Producción Durante el Turno**

**Objetivo:** Establecer la metodología para el registro continuo y preciso de datos operativos durante la jornada de trabajo.

**Frecuencia:** Continua durante todo el turno.

**Procedimiento:**

**1. Registro automático de producción**

- Los contadores digitales en cada línea registran automáticamente unidades producidas
- Sistema actualiza el tablero cada 5 minutos
- Supervisores monitorean constantemente el avance vs. meta

**2. Registro de paros no planificados.** Cuando ocurre un paro: a) Operador detiene la línea y registra inmediatamente en tablet:

- Línea afectada
- Hora exacta de inicio del paro
- Tipo de paro (mecánico/eléctrico/falta de material/calidad/otro)
- Descripción breve del problema

b) Supervisor verifica y complementa información:

- Causas raíz identificadas

- Acciones correctivas implementadas
- Hora de reanudación de operaciones
- Personal o áreas involucradas en la solución

### **3. Registro de inspecciones de calidad**

- Inspector de calidad registra resultados de cada inspección
- Productos conformes y no conformes por lote
- Tipo de defecto cuando se aplica
- Decisión tomada (aprobar/reprocesar/descartar)

### **4. Registro de consumo de materiales.**

- Al iniciar nuevo lote, operador registra:
  - Código del lote de materia prima utilizada
  - Peso o cantidad consumida
  - Línea donde se utilizó
- Sistema calcula automáticamente consumo real vs. estándar

### **5. Registro de cambios de formato o producto.**

- Documental hora de inicio y fin del cambio
- Productos salientes y entrantes
- Tiempo total de cambio
- Observaciones sobre el proceso

#### **Alertas automáticas del sistema:**

- Producción 15% por debajo de la meta en 2 horas consecutivas
- Paro no registrado después de 5 minutos detectado
- Temperatura o humedad fuera de rango aceptable
- Acumulación de producto no conforme > 2% del turno

### **POE-003: Cierre de Turno y Generación de Reportes**

**Objetivo:** Asegurar el correcto cierre del turno con documentación completa para análisis posterior.

#### **Procedimiento:**

##### **1. Preparación para cierre (últimos 30 minutos del turno)**

- Verificar que todos los registros del turno estén completos
- Revisar alertas pendientes de resolución
- Preparar información para reunión de relevo

##### **2. Consolidación final de datos**

- Sistema consolidado automáticamente:
  - Total de unidades producidas por línea
  - Tiempo productivo versus no productivo
  - Paros ocurridos y sus duraciones
  - Productos no conformes
  - Consumo real de materiales
  - Incidencias de seguridad o calidad

##### **3. Generación del informe de turno**

- Sistema genera automáticamente "Reporte de Turno"
- Supervisor revisa información y completa:
  - Análisis de cumplimiento de metas
  - Observaciones relevantes
  - Recomendaciones para el próximo turno
  - Pendientes o situaciones para monitorear

##### **4. Reunión de relevo con turno entrante**

- Presentar reporte consolidado

- Destacar información crítica
- Transferir responsabilidades
- Confirmar recepción mediante firma digital

#### 5. Cierre formal en sistema

- Seleccionar opción "Cerrar turno"
- Confirmar que toda la información es correcta
- Sistema genera marca de tiempo de cierre
- Correo automático se envía a Jefe de Producción

**Tiempo máximo para cierre:** 15 minutos después de finalizado el turno.

#### Plan de Capacitación del Personal

La implementación exitosa del sistema requiere un programa estructurado de capacitación que desarrolle las competencias necesarias en el personal. A continuación, se presenta la Tabla 26 Programa de capacitación por niveles.

**Tabla 26 Programa de capacitación por niveles**

Nivel	Módulos de capacitación	Duración	Metodología	Responsable
<b>Operadores de línea</b>	Uso básico de tabletas industriales	2 horas	Práctica guiada	Jefe de Producción
	Registro de datos de producción	3 horas	Simulación en línea	Supervisor de turno
	Lectura e interpretación de tablero	2 horas	Taller grupal	Consultor externo
<b>Supervisores de turno</b>	Sistema completo de medición	8 horas	Curso teórico-práctico	Consultor externo
	Análisis de indicadores de desempeño	4 horas	Casos prácticos	Jefe de Producción
	Herramientas estadísticas básicas	6 horas	Taller	Consultor externo
	Generación y análisis de informes	3 horas	Simulación	Jefe de Producción
<b>Jefe de Producción y Gerencia</b>	Gestión estratégica mediante indicadores	6 horas	Seminario	Consultor externo

	Toma de decisiones basada en datos	4 horas	Casos de estudio	Consultor externo
	Evaluación de tendencias y mejora continua	4 horas	Taller	Consultor externo

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### Personal Requerido para la Capacitación

A continuación, se presenta la Tabla 27 Distribución del personal a capacitar.

**Tabla 27 Distribución del personal a capacitar**

Nivel	Cantidad de personas	Horas totales por persona	Horas totales del grupo
<b>Operadores de línea</b>	12	7 horas	84 horas
<b>Supervisores de turno</b>	4	21 horas	84 horas
<b>Jefe de Producción</b>	1	14 horas	14 horas
<b>Gerencia</b>	2	14 horas	28 horas
<b>Total</b>	<b>19 personas</b>	-	<b>210 horas</b>

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### Cronograma de Capacitación

- Semanas 1-2: Capacitación a jefe de Producción y Gerencia
- Semanas 3-4: Capacitación a supervisores de turno
- Semanas 5-6: Capacitación a operadores de línea (por grupos)
- Semana 7: Sesiones de refuerzo y resolución de dudas
- Semana 8: Evaluación de conocimientos adquiridos

### Presupuesto del Programa de Capacitación

A continuación, se presenta la Tabla 28 Detalle de costos del programa de capacitación.

**Tabla 28 Detalle de costos del programa de capacitación**

Concepto	Detalle	Cantidad	Costo unitario (C)	Subtotal (C)
<b>Consultor externo</b>	Honorarios profesionales	40 horas	€35,000	€1,400,000
<b>Personal interno</b>	Tiempo de capacitadores	170 horas	€8,500	€1,445,000
<b>Materiales didácticos</b>	Manuales, guías y material de apoyo	19 unidades	€15,000	€285,000
<b>Refrigerios</b>	Para sesiones de capacitación	210 horas	€2,000	€420,000
<b>Subtotal:</b>				<b>€3,550,000</b>

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

A continuación, se presenta la Tabla 29 Cálculo de cargas sociales (Costa Rica).

**Tabla 29 Cálculo de cargas sociales (Costa Rica)**

Concepto	Porcentaje	Monto (₡)
<b>Costo directo de capacitación</b>	-	₡3,550,000
<b>Cargas sociales sobre salarios del personal interno:</b>		
<b>Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) - Patronal</b>	26.67%	₡385,442
<b>Instituto Nacional de Seguros (INS) - Póliza de Riesgos del Trabajo</b>	1.53%	₡22,109
<b>Banco Popular y de Desarrollo Comunal</b>	0.25%	₡3,613
<b>Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS)</b>	0.50%	₡7,225
<b>Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)</b>	1.50%	₡21,675
<b>Fondo de Capitalización Laboral (FCL)</b>	3.00%	₡43,350
<b>Aguinaldo (prorratedo)</b>	8.33%	₡120,369
<b>Vacaciones (prorratedas)</b>	4.17%	₡60,257
<b>Subtotal cargas sociales:</b>	<b>45.95%</b>	<b>₡664,040</b>

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### Observaciones

- Las cargas sociales están calculadas conforme a la legislación laboral vigente de Costa Rica (Código de Trabajo y Ley de Protección al Trabajador).
- Se considera que el personal interno dedicará tiempo de su jornada laboral regular a impartir capacitación.
- El costo incluye el tiempo productivo perdido durante las horas de capacitación del personal que será capacitado.
- Se recomienda realizar una evaluación post-capacitación para medir la efectividad del programa y el retorno de la inversión.

### Control de la implementación

El control de la implementación del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral representa una fase crítica que garantiza la exitosa adopción de las mejoras propuestas en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Esta etapa no se limita a la supervisión pasiva de actividades, sino que implica una participación en la medición de indicadores clave de desempeño (KPI), la facilitación de retroalimentación continua y la capacidad de respuesta ágil frente a desvíos y obstáculos emergentes.

El sistema de control propuesto interconecta el análisis de datos, la comunicación con los equipos de producción y la toma de decisiones oportunas. Además, se enfatiza la necesidad de equilibrar la flexibilidad operativa con la disciplina necesaria para mantener la coherencia y la alineación estratégica, asegurando que la transformación no se quede en la teoría, sino que se traduzca en mejoras reales, medibles y alineadas con los objetivos organizacionales de Tés Mondaisa.

Este control es un componente esencial para el éxito a largo plazo del proyecto, ya que permite no solo corregir el rumbo en tiempo real, sino también construir una cultura de mejora continua, resiliencia y adaptabilidad dentro del Departamento de Producción, elementos indispensables en el entorno competitivo de la industria alimentaria.

### **Implicaciones**

El control de la implementación del sistema integral de medición implica un monitoreo constante de las etapas de adopción para garantizar que los objetivos planteados se cumplan de manera eficiente y oportuna. No se busca abarcar la totalidad de las deficiencias identificadas en un primer momento, sino priorizar aquellas que generan mayor impacto y que son detonantes del cambio cultural y operativo en Tés Mondaisa.

En primera instancia, se propone establecer un Comité de Implementación responsable de liderar el proceso, realizar seguimientos y resolver obstáculos. Este comité debe incluir representantes del área de producción, calidad, recursos humanos y gerencia para asegurar una perspectiva integral y facilitar la toma de decisiones basada en datos.

De igual modo, es fundamental definir indicadores clave de desempeño (KPI) que permitan medir el avance y los resultados de la implementación. Entre estos indicadores, destacan la eficiencia operativa (OEE), reducción de desperdicios, cumplimiento de metas de producción, satisfacción del equipo y mejora en los tiempos de ciclo.

Para asegurar un camino ordenado, la implementación se divide en fases que incluyen la preparación inicial, capacitación del personal, implementación piloto en una línea de producción, expansión gradual a todas las líneas y, finalmente, la estabilización y optimización del sistema.

La capacitación es la piedra angular para mitigar la resistencia al cambio detectada en el diagnóstico. Se diseñarán talleres personalizados para supervisores de línea, operadores y personal

de calidad, utilizando metodologías prácticas y casos reales que permitan interiorizar los principios del sistema de medición y su aplicación en el día a día.

### **Factores de implementación**

Se implementarán mecanismos de acompañamiento en campo, donde facilitadores apoyen directamente a los equipos de producción en la adopción de prácticas de medición, supervisando la correcta ejecución y fomentando la disciplina operativa requerida. En paralelo, se diseñarán planes de comunicación interna para mantener a toda la organización informada sobre avances, logros y próximos pasos, fortaleciendo el compromiso y la cultura de mejora continua institucional.

Para enfrentar la variabilidad en los procesos productivos identificada, se propondrán ajustes en la gestión de la carga laboral, evitando la saturación mediante una mejor planificación y estandarización de procedimientos que respete la capacidad del equipo y los recursos disponibles.

Por su parte, el control económico-financiero se ajustará para asegurar que los recursos asignados a la implementación generen un retorno medible, promoviendo la transparencia en gastos de equipamiento, capacitación y consultoría externa si fuera necesaria.

Además, se adoptará un enfoque de control por etapas, donde, al culminar cada fase, se realice una evaluación formal para decidir la continuación, ajustes necesarios o intervenciones adicionales, minimizando riesgos de errores a gran escala.

### **Gestión de Riesgos**

La gestión de riesgos incorporará un plan de mitigación para problemas esperados, con roles y responsabilidades asignados para su rápida resolución, asegurando la continuidad de los procesos productivos durante la transición. A continuación, se presenta la Tabla 30 Plan de mitigación para la gestión de riesgos en la implementación del sistema integral.

***Tabla 30 Plan de mitigación para la gestión de riesgos en la implementación del sistema integral***

<b>Riesgo Potencial</b>	<b>Plan de Mitigación</b>	<b>Responsables</b>	<b>Indicadores de Control</b>	<b>Tiempo de Revisión</b>
Resistencia al cambio del personal	Programas de sensibilización y capacitación continua, comunicación transparente y motivación constante	Comité de Implementación y RR.HH.	Nivel de participación en capacitaciones, encuestas de clima laboral	Mensual

Deficiencias en capacitación técnica	Entrenamiento escalonado con seguimiento personalizado, material didáctico claro y mentorías especializadas	Jefatura de Producción y Facilitadores	Evaluación de competencias post-capacitación	Bimestral
Falta de equipos o herramientas adecuadas	Adquisición oportuna de equipamiento, pruebas piloto y soporte técnico continuo	Área de Compras y Mantenimiento	Disponibilidad de equipos, reportes de incidentes técnicos	Trimestral
Variabilidad en procesos productivos	Estandarización de procedimientos, control estadístico de procesos y ajuste de cargas	Supervisores de Línea	Coefficiente de variación, cumplimiento de POEs	Quincenal
Retrasos en implementación por producción	Planificación flexible, implementación en ventanas de baja demanda	Gerencia de Producción	Avance vs cronograma planificado	Semanal
Comunicación insuficiente entre turnos	Establecimiento de reuniones diarias (briefings), reportes y <i>feedback</i> constructivo	Supervisores y Comité	Frecuencia y calidad de comunicaciones	Semanal

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Este análisis de riesgos identificados en la Tabla 28 permite anticipar obstáculos potenciales y preparar respuestas efectivas. Cada riesgo cuenta con un plan de mitigación específico, responsables claramente definidos e indicadores que permiten monitorear la efectividad de las acciones preventivas.

### Fases de Implementación

La implementación del sistema se estructura en fases secuenciales que permiten un despliegue controlado y progresivo, minimizando impactos negativos en la operación diaria y maximizando la adopción exitosa del personal. La implementación del sistema se estructuró en cinco fases secuenciales con hitos claros de verificación, las cuales se presentan en la Tabla 31 Fases de implementación del sistema.

*Tabla 31 Fases de implementación del sistema*

Fase	Descripción	Duración	Entregables	Criterios de éxito
<b>Fase 1: Preparación</b>	Adquisición de equipos, contratación de	4 semanas	- Hardware instalado - Software	- 100% equipos operativos

	servicios, preparación de infraestructura		configurado - Rojo funcionando	- Conectividad verificada
<b>Fase 2: Capacitación</b>	Programa completo de formación del personal.	8 semanas	- Personal capacitado - Manuales de usuario - Certificados	- 90% aprobación exámenes - 100% personal capacitado
<b>Fase 3: Piloto</b>	Implementación en Línea 1 (prueba controlada)	4 semanas	- Sistema funcionando en piloto - Ajustes documentados - Lecciones aprendidas	- 80% datos capturados correctamente - 0 errores críticos
<b>Fase 4: Expansión</b>	Despliegue progresivo en todas las líneas.	6 semanas	- Sistema completo operando - Procedimientos finalizados - Soporte establecido	- 5 líneas operando - 95% de disponibilidad del sistema
<b>Fase 5: Estabilización</b>	Optimización y ajuste fino del sistema	4 semanas	- Sistema optimizado - Personal autónomo - Mejoras implementadas	- 100% cumplimiento POE - Indicadores en meta

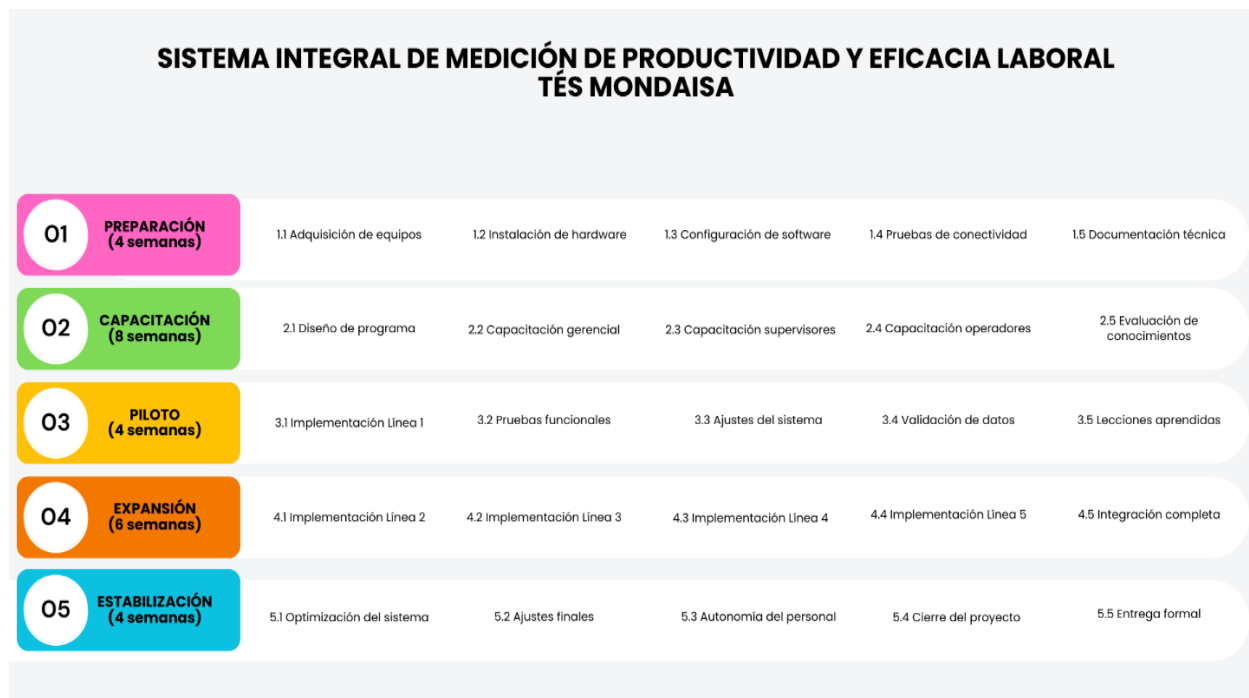
Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

**Duración total del proyecto:** 26 semanas (6,5 meses)

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

A continuación, se muestra la Figura 28 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).

**Figura 28 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)**



Para abordar la estructura de desglose del trabajo (EDT o WBS por sus siglas en inglés), es imprescindible, primero, comprender que esta organización jerárquica del proyecto no solo segmenta las actividades, sino que también otorga claridad y control sobre cada eslabón del proceso. La EDT actúa como una hoja de ruta visual y técnica, que descompone un proyecto complejo en partes manejables, contribuyendo a un seguimiento preciso y a una gestión eficaz.

Esta descomposición comienza con la definición del objetivo global que, en este caso, consiste en la implementación del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral. A partir de allí, el proyecto se segmenta en fases principales: diagnóstico, preparación, capacitación, implementación piloto, expansión y estabilización. Cada fase se fragmenta, a su vez, en tareas específicas y entregables, estableciendo una textura fina de responsabilidad y avance tangible.

**Indicadores del cumplimiento**

Los indicadores de cumplimiento permiten monitorear el avance del proyecto y verificar que se están alcanzando los objetivos planteados en cada fase de la implementación. Estos indicadores se revisan periódicamente para tomar acciones correctivas oportunas. A continuación, se presenta la Tabla 32 Indicadores de cumplimiento.

**Tabla 32 Indicadores de cumplimiento**

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia
Avance del cronograma	$\% \text{ Avance} = (\text{Actividades completadas} / \text{Actividades planificadas}) \times 100$	$\geq 95\%$	Semanal
Cumplimiento de presupuesto	$\% \text{ Gasto} = (\text{Gasto real} / \text{Presupuesto asignado}) \times 100$	$\leq 100\%$	Mensual
Participación en capacitaciones	$\% \text{ Participación} = (\text{Asistentes} / \text{Personal convocado}) \times 100$	$\geq 90\%$	Por taller
Aprobación de evaluaciones	$\% \text{ Aprobación} = (\text{Aprobados} / \text{Evaluados}) \times 100$	$\geq 90\%$	Post-capacitación
Implementación de ajustes	$\% \text{ Implementación} = (\text{Ajustes implementados} / \text{Ajustes identificados}) \times 100$	100%	Quincenal
Disponibilidad del sistema	$\% \text{ Disponibilidad} = (\text{Tiempo operativo} / \text{Tiempo planificado}) \times 100$	$\geq 95\%$	Diaria
Cumplimiento de entregables	$\% \text{ Cumplimiento} = (\text{Entregables a tiempo} / \text{Total entregables}) \times 100$	$\geq 95\%$	Por fase

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los indicadores de cumplimiento mostrados en la Tabla 32 proporcionan una visión clara del progreso del proyecto. Cada indicador cuenta con una fórmula específica, una meta cuantificable y una frecuencia de medición que permite el seguimiento continuo y la toma de decisiones informadas.

### Indicadores de calidad

Los indicadores de calidad permiten verificar que la implementación del sistema cumple con los estándares de excelencia esperados y que los entregables son funcionales, precisos y útiles para la operación productiva. A continuación, se presenta la Tabla 33 Indicadores de calidad.

**Tabla 33 Indicadores de calidad**

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia
Precisión de datos capturados	$\% \text{ Precisión} = (\text{Datos correctos} / \text{Total datos}) \times 100$	$\geq 95\%$	Diaria
Satisfacción del personal	Escala Likert 1-5 en encuesta	$\geq 4.0$	Mensual

Errores en registros	Número de errores detectados por turno	$\leq 2$ errores	Diaria
Tiempo de respuesta a consultas	Promedio de tiempo para resolver dudas	$\leq 2$ horas	Semanal
Cumplimiento de POEs	$\% \text{ Cumplimiento} = (\text{Actividades según POE} / \text{Total actividades}) \times 100$	$\geq 98\%$	Diaria
Efectividad de capacitación	$\% \text{ Mejora} = ((\text{Post-test} - \text{Pre-test}) / \text{Pre-test}) \times 100$	$\geq 30\%$	Post-capacitación
Tasa de reproceso	$\% \text{ Reproceso} = (\text{Registros corregidos} / \text{Total registros}) \times 100$	$\leq 5\%$	Semanal

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los indicadores de calidad de la Tabla 33 se enfocan en garantizar que el sistema implementado opera con precisión, que el personal está satisfecho y capacitado, además, que los procedimientos se ejecutan correctamente. Estos indicadores son complementarios a los de cumplimiento y proporcionan una visión integral del estado del proyecto.

### Indicadores de riesgo

Los indicadores de riesgo permiten detectar tempranamente situaciones que podrían comprometer el éxito de la implementación, facilitando la activación de planes de contingencia antes de que los problemas escalen. A continuación, se presenta la Tabla 34 Indicadores de riesgo.

**Tabla 34 Indicadores de riesgo**

Indicador	Fórmula / Medición	Umbral de Alerta	Frecuencia
Ausentismo en capacitaciones	$\% \text{ Ausentismo} = (\text{Ausentes} / \text{Convocados}) \times 100$	$> 15\%$	Por sesión
Rotación de personal capacitado	Número de personas capacitadas que renuncian	$> 2$ personas/mes	Mensual
Retrasos acumulados	Días de retraso vs cronograma	$> 5$ días	Semanal
Sobrecosto del proyecto	$\% \text{ Sobrecosto} = ((\text{Gasto real} - \text{Presupuesto}) / \text{Presupuesto}) \times 100$	$> 10\%$	Mensual
Incidentes técnicos	Número de fallas del sistema por semana	$> 3$ incidentes	Semanal
Quejas del personal	Número de quejas formales sobre el sistema	$> 5$ quejas/mes	Mensual
Resistencia al cambio	$\% \text{ Personal que no adopta el sistema adecuadamente}$	$> 20\%$	Quincenal

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Los indicadores de riesgo presentados en la Tabla 34 funcionan como señales de alerta temprana que permiten al Comité de Implementación activar planes de contingencia. Cuando un indicador supera el umbral de alerta, se debe analizar la situación y tomar acciones correctivas inmediatas para evitar que el riesgo se materialice en un problema mayor.

### Métricas de éxito y Go/No-Go

Las métricas de éxito representan los criterios finales que determinan si el proyecto ha cumplido sus objetivos. Estas métricas se evalúan al finalizar cada fase principal para tomar decisiones Go/No-Go (continuar o detener) antes de avanzar a la siguiente etapa. A continuación, se presenta la Tabla 35 Métricas de éxito.

**Tabla 35 Métricas de éxito**

Fase	Métrica de Éxito	Criterio Go	Criterio No-Go
Preparación	- Comité conformado - KPI definidos - Equipos adquiridos	- 100% comité activo - KPI aprobados - Equipos operativos	- Comité incompleto - KPI sin aprobar - Equipos no disponibles
Capacitación	- Personal capacitado - Evaluaciones aprobadas - Manuales entregados	- $\geq 90\%$ aprobación - 100% personal capacitado - Manuales completos	- $< 80\%$ aprobación - Personal sin capacitar - Manuales incompletos
Piloto	- Sistema funcionando - Datos precisos - 0 errores críticos	- 80% precisión datos - Sistema estable - Sin errores críticos	- $< 70\%$ precisión - Sistema inestable - Errores críticos
Expansión	- 5 líneas operando - Procedimientos estandarizados - Personal autónomo	- 100% líneas activas - POEs cumplidos - Personal independiente	- $< 80\%$ líneas activas - POEs no cumplidos - Dependencia alta
Estabilización	- Indicadores en meta - Sistema optimizado - Mejora demostrada	- $\geq 95\%$ cumplimiento KPI - Sistema estable - Mejora $\geq 20\%$	- $< 85\%$ cumplimiento - Sistema inestable - Mejora $< 10\%$

Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.

Las métricas de éxito establecidas en la Tabla 32 proporcionan puntos de control claros para la toma de decisiones. Si se cumplen los criterios Go, el proyecto avanza a la siguiente fase. Si se presentan criterios No-Go, se deben implementar acciones correctivas antes de continuar, protegiendo así la inversión y asegurando resultados de calidad.

### Análisis Económico

La implementación del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa se presenta como una inversión estratégica que promete mejorar la

competitividad y la eficiencia operativa de la empresa. Este análisis económico tiene como objetivo cuantificar los costos asociados a la implementación y proyectar los beneficios esperados, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones gerenciales.

### Explicación de la inversión

Desde un punto de vista económico, la inversión inicial debe ser analizada en términos de beneficios tangibles e intangibles, donde se evidencian retornos significativos a mediano plazo mediante la optimización de recursos y reducción de costos asociados a desperdicios, retrabajos y tiempos improproductivos.

La inversión se destinará, principalmente, a lo siguiente:

1. Adquisición de equipos: sensores, dispositivos de medición, tablets para registro digital, computadoras para *dashboards*.
2. Software y tecnología: sistema de gestión de producción (MES), *dashboards* en tiempo real, licencias de *software* estadístico.
3. Capacitación: talleres teórico-prácticos, material didáctico, certificaciones, servicios de facilitadores externos (incluyendo cargas sociales).
4. Consultoría: acompañamiento técnico especializado para la implementación y ajuste del sistema.
5. Material de soporte: señalización, formatos impresos, material de oficina, respaldos de información.

### Análisis Financiero

#### Desempeño Operativo Actual del Departamento

El seguimiento detallado de los costos operativos permite identificar áreas de oportunidad donde la implementación del sistema de medición podría reducir desperdicios, optimizar tiempos y mejorar el aprovechamiento de recursos. A continuación, se presenta la Tabla 36 Rendimiento actual del departamento.

*Tabla 36 Rendimiento actual del departamento*

Indicador	Valor Actual	Observaciones
<b>Eficiencia operativa (OEE)</b>	62%	Por debajo del estándar de la industria (75-85%)
<b>Tiempo de ciclo promedio</b>	47 min/lote	Incluye tiempos de espera y retrabajos
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	8.5%	Incluye desperdicio de materia prima y tiempo
<b>Productividad laboral</b>	85 kg/operador/día	Capacidad teórica: 110 kg/operador/día
<b>Cumplimiento de programa</b>	78%	Retrasos frecuentes por falta de coordinación
<b>Costo operativo mensual</b>	€15,200,000	Incluye mano de obra, materiales y <i>overhead</i>
<b>Tasa de defectos</b>	3.2%	Productos que no cumplen especificaciones

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### Proyección Esperada de la Mejora

Con base en experiencias documentadas en empresas similares del sector alimentario que han implementado sistemas integrales de medición, se proyectan mejoras significativas en los indicadores operativos. Estas proyecciones son conservadoras y alcanzables con una implementación disciplinada del sistema. A continuación, se presenta la Tabla 37 Proyección esperada.

**Tabla 37 Proyección esperada**

Indicador	Situación Actual	Meta Año 1	Impacto Económico Anual
<b>Eficiencia operativa (OEE)</b>	62%	75%	€18,500,000
<b>Tiempo de ciclo</b>	47 min	38 min	€12,300,000
<b>Porcentaje de desperdicio</b>	8.5%	5.0%	€8,900,000
<b>Productividad laboral</b>	85 kg/op/día	100 kg/op/día	€15,600,000
<b>Cumplimiento de programa</b>	78%	92%	€6,800,000
<b>Tasa de defectos</b>	3.2%	1.5%	€4,200,000
<b>TOTAL BENEFICIO ANUAL</b>			<b>€66,300,000</b>

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### Presupuesto de Implementación

El presupuesto de implementación contempla todos los recursos necesarios para desplegar el sistema integral de medición de manera exitosa. Los costos se agrupan en inversión inicial (CAPEX) y costos operativos recurrentes (OPEX). A continuación, se presenta la Tabla 38 Presupuesto detallado de implementación.

**Tabla 38 Presupuesto detallado de implementación**

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Tipo
<b>Equipos y Hardware</b>				
Sensores de temperatura/humedad	10	€85,000	€850,000	CAPEX
Tablets para registro digital	5	€180,000	€900,000	CAPEX
Computadoras para dashboards	2	€450,000	€900,000	CAPEX
Cronómetros industriales	10	€25,000	€250,000	CAPEX
<b>Subtotal Equipos</b>			<b>€2,900,000</b>	
<b>Software y Tecnología</b>				
Sistema MES (licencias)	1	€2,500,000	€2,500,000	CAPEX

<b>Software estadístico</b>	1	€450,000	€450,000	CAPEX
<b>Dashboard en tiempo real</b>	1	€800,000	€800,000	CAPEX
<b>Subtotal Software</b>			<b>€3,750,000</b>	
<b>Capacitación y Consultoría</b>				
<b>Programa de capacitación (incluye cargas sociales)</b>	1	€4,214,040	€4,214,040	CAPEX
<b>Consultoría especializada</b>	120 h	€28,000	€3,360,000	CAPEX
<b>Subtotal Capacitación y Consultoría</b>			<b>€7,574,040</b>	
<b>Material de Soporte</b>				
<b>Señalización y visual management</b>	1	€420,000	€420,000	CAPEX
<b>Formatos y material impreso</b>	1	€150,000	€150,000	CAPEX
<b>Subtotal Material</b>			<b>€570,000</b>	
<b>Costos Operativos Anuales (OPEX)</b>				
<b>Mantenimiento software (anual)</b>	1	€580,000	€580,000	OPEX
<b>Calibración de equipos (anual)</b>	1	€220,000	€220,000	OPEX
<b>Capacitación continua (anual)</b>	1	€450,000	€450,000	OPEX
<b>Subtotal OPEX Anual</b>			<b>€1,250,000</b>	
<b>INVERSIÓN INICIAL TOTAL (CAPEX)</b>			<b>€14,794,040</b>	

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

### **VAN, TIR y Periodo de Recuperación**

Con el objetivo de determinar la viabilidad económica del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral propuesto para el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, se llevó a cabo un análisis financiero considerando un horizonte de evaluación de un año. Este análisis emplea las herramientas del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Período de Recuperación (PR) y la Relación Costo-Beneficio (C/B), aplicando una tasa de descuento del 12%, valor de referencia apropiado para proyectos de inversión en el contexto empresarial costarricense.

### **Flujo de Caja del Proyecto**

La estructura de flujos de caja del proyecto considera una inversión inicial de €14.794.040 (CAPEX) en el año 0, correspondiente a la adquisición de equipos, software, capacitación y material de soporte. A partir del primer año, se proyectan beneficios operativos de €66.300.000 derivados de las mejoras en los seis indicadores clave identificados en la Tabla 37, descontando los

costos operativos recurrentes (OPEX) de ¢1.250.000 anuales, lo que resulta en un flujo neto anual de ¢65.050.000. A continuación, se presenta la Tabla 39 Flujo de caja del proyecto (horizonte 1 año)

**Tabla 39 Flujo de caja del proyecto (horizonte 1 año)**

Período	Concepto	Monto (¢)	Flujo acumulado (¢)
Año 0	Inversión inicial (CAPEX)	-14.794.040	-14.794.040
Año 1	Beneficios operativos proyectados	+66.300.000	
	Costos operativos anuales (OPEX)	-1.250.000	
	Flujo neto Año 1	+65.050.000	+50.255.960

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

Aplicando las fórmulas del VAN y la TIR descritas en las Figuras 17 y 18 respectivamente, se obtienen los siguientes resultados para el primer año de operación del sistema. A continuación, se presenta la Tabla 40 Resultados del análisis financiero

**Tabla 40 Resultados del análisis financiero**

Indicador financiero	Resultado	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	¢43.116.071	VAN > 0: el proyecto genera valor económico neto
Tasa Interna de Retorno (TIR)	339,7%	TIR > r (12%): rentabilidad muy superior al costo de capital
Período de recuperación (PR)	~2,7 meses	La inversión se recupera en menos de 3 meses
Relación costo-beneficio (C/B)	4,0	Por cada ¢1 invertido se obtienen ¢4 en beneficios

*Nota: Nicole Andrea Cordero Martínez.*

El VAN se obtiene descontando el flujo neto del año 1 a la tasa del 12% y restando la inversión inicial, conforme a la Figura 17 Fórmula VAN

$$\text{VAN} = (65.050.000 / 1,12^1) - 14.794.040 = \text{¢}43.116.071$$

El resultado positivo de ¢43.116.071 confirma que el proyecto genera valor económico neto para la empresa, incluso evaluando únicamente el primer año de operación. Esto significa que, en términos actuales, los beneficios superan ampliamente la inversión realizada.

### **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La TIR representa la tasa de descuento a la cual el VAN del proyecto sería igual a cero. Para este proyecto, la TIR asciende a 339,7%, valor que supera con creces la tasa de descuento utilizada del 12%. Esto indica que la rentabilidad intrínseca del proyecto es extraordinariamente superior al costo de oportunidad del capital, lo que se explica por la magnitud de los beneficios operativos anuales (¢66.300.000) en relación con la inversión inicial relativamente contenida (¢14.794.040).

### **Período de Recuperación**

Considerando un flujo neto mensual estimado de ¢5.420.833 (¢65.050.000 / 12 meses), la inversión inicial de ¢14.794.040 se recupera en aproximadamente 2,7 meses. Este resultado es altamente favorable, ya que indica que la empresa comenzará a obtener ganancias netas a partir del tercer mes de implementación del sistema, sin necesidad de esperar períodos prolongados para recuperar lo invertido.

### **Relación Costo-Beneficio (C/B)**

La relación costo-beneficio, calculada conforme a la Figura 19, arroja un valor de 4,0, lo que significa que, por cada colón costarricense invertido en el proyecto, se generan cuatro colones en beneficios durante el primer año. Un índice C/B superior a 1,0 es condición suficiente para calificar el proyecto como económicamente viable; en este caso, el valor obtenido refleja una eficiencia de inversión sobresaliente.

Los cuatro indicadores financieros analizados —VAN positivo de ¢43.116.071, TIR de 339,7%, período de recuperación de aproximadamente 2,7 meses y relación C/B de 4,0— convergen de manera consistente en una misma conclusión: el diseño e implementación del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa constituye una inversión económicamente viable, rentable y de recuperación rápida. Estos resultados refuerzan la justificación estratégica del proyecto y proporcionan una base cuantitativa sólida para la toma de decisión gerencial favorable a su implementación.

## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Con base en el análisis profundo y exhaustivo anteriormente expuesto sobre el diseño de un sistema integral de procesos para medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, se presentan las siguientes conclusiones organizadas conforme a los objetivos específicos planteados:

1. El diagnóstico revela una ausencia crítica de indicadores claros y estandarizados que permitan medir de forma objetiva el desempeño laboral y productivo en el Departamento de Producción. Esta carencia afecta aproximadamente al 75% de los procesos operativos, manifestándose en la incapacidad de establecer líneas base de rendimiento, identificar desviaciones de manera oportuna y reconocer áreas de mejora con precisión. La falta de métricas específicas genera una gestión basada en percepciones subjetivas más que en datos cuantificables, lo que limita la toma de decisiones estratégicas informadas. Esta situación evidencia que mantener las prácticas actuales compromete la capacidad competitiva de Tés Mondaisa en el mercado del té, especialmente ante exigencias crecientes de calidad y eficiencia operativa del sector alimentario costarricense.
2. Las consecuencias detectadas son multifacéticas, con un impacto económico significativo que se estima en una pérdida del 12-18% del presupuesto operativo anual debido a ineficiencias no detectadas, desperdicios ocultos, tiempos muertos no registrados y capacidad instalada subutilizada. La ausencia de métricas claras también afecta la capacidad de responder ágilmente a las demandas del mercado y mantener estándares de calidad consistentes, lo que puede erosionar la confianza de clientes y distribuidores. Además, la falta de retroalimentación objetiva sobre el desempeño genera incertidumbre en el equipo de trabajo, afectando la moral y motivación de los colaboradores. Se evidencia que estas consecuencias repercuten más allá del ámbito operativo, extendiéndose a la rentabilidad general y reputación de la empresa, por lo que la mitigación de estos efectos constituye un imperativo estratégico para la sostenibilidad del negocio.

3. Las causas de la carencia de un sistema estructurado responden a una combinación compleja de factores organizacionales, técnicos y culturales. Destacan la falta de metodologías formales de medición, recursos tecnológicos limitados para recolección y análisis de datos, ausencia de capacitación en herramientas de gestión de operaciones, y una cultura organizacional que históricamente no ha priorizado la medición sistemática del desempeño. Estos elementos han generado un entorno donde los esfuerzos de mejora son esporádicos y no responden a un marco integral de gestión. En consecuencia, se plantea un sistema integral que incorpora herramientas reconocidas de ingeniería industrial como el ciclo PHVA, metodologías de gestión de calidad total (TQM), mapeo del flujo de valor (VSM), análisis ABC de inventarios, balance de líneas de producción, estudio de tiempos y movimientos, e indicadores clave de desempeño (KPI), junto con tecnologías de monitoreo industrial (IoT/SCADA) y la métrica de Eficiencia Global del Equipo (OEE). Este diseño contempla la estandarización de procesos, definición clara de responsabilidades, ciclos de medición periódicos y un plan de capacitación para superar las barreras culturales y técnicas, fomentando una transición gradual hacia una cultura de mejora continua basada en datos.
4. Para asegurar una implementación exitosa y sostenible del sistema propuesto, se establecen mecanismos de control y retroalimentación que incluyen la creación de un Comité de Seguimiento interdisciplinario responsable de supervisar la implementación, definir indicadores clave de desempeño (KPI) específicos, tales como tasa de cumplimiento de estándares de producción, reducción de desperdicios, índices de calidad, satisfacción del equipo y eficiencia operativa. Se recomienda aplicar el sistema en fases controladas iniciando con un proyecto piloto en una línea de producción, seguido de capacitación continua del personal, adecuación tecnológica progresiva y consolidación mediante rutinas de revisión periódica. El seguimiento continuo, mediante reuniones de evaluación, análisis de indicadores y mecanismos de gestión de riesgos, contribuye a mantener el rumbo y realizar ajustes oportunos. Además, el control financiero garantiza la transparencia en inversiones y permite cuantificar el retorno sobre la implementación, incentivando una cultura de medición y mejora continua integrada en las operaciones diarias del Departamento de Producción.

Estas conclusiones muestran una propuesta robusta, empírica y estratégica que, de ser implementada, permitirá a Tés Mondaisa superar sus brechas operativas y fortalecer su posición competitiva mediante un sistema integral de medición que transforme datos en decisiones informadas, optimice el uso de recursos y potencie el desarrollo profesional de sus colaboradores en el sector de producción de té.

### **Recomendaciones**

Con base en el análisis sobre el diseño de un sistema integral de procesos para medición de productividad y eficacia laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa, se presentan las siguientes recomendaciones organizadas de forma precisa y acorde a los objetivos específicos en horizontes temporales:

#### **Corto Plazo (0-3 meses)**

##### **Del diagnóstico de la problemática:**

1. Implementar un diagnóstico inicial exhaustivo que identifique las brechas específicas en los procesos actuales de medición, documentando los puntos críticos donde la falta de indicadores genera mayor impacto en la eficiencia operativa.
2. Diseñar un plan de comunicación interna que involucre a todos los niveles del Departamento de Producción, explicando los beneficios del sistema de medición y fomentando la cooperación para su implementación exitosa.

##### **De la medición de consecuencias:**

3. Establecer líneas base de medición para cuantificar el estado actual de la productividad y eficiencia, permitiendo posteriormente evaluar el impacto de las mejoras implementadas con datos objetivos.
4. Implementar un sistema preliminar de monitoreo de satisfacción del equipo y percepción sobre las condiciones laborales, para detectar precozmente cualquier resistencia al cambio o necesidad de ajustes en la estrategia de implementación.

##### **Del control de implementación:**

5. Constituir un Comité de Seguimiento multidisciplinario con representantes de producción, calidad, mantenimiento y gerencia, encargado de supervisar el avance del proyecto y resolver incidencias de manera oportuna.
6. Definir los indicadores clave de rendimiento (KPI) prioritarios para cada área del Departamento de Producción, estableciendo metas iniciales realistas y mecanismos de seguimiento semanal durante la fase de implementación.

### **Mediano plazo (3-9 meses)**

#### **Del diagnóstico de la problemática:**

7. Impulsar la documentación estandarizada de todos los procesos productivos, incluyendo procedimientos operativos, hojas de especificaciones y registros de medición, para que todo el equipo esté alineado y pueda consultar información actualizada.

#### **De la medición de consecuencias:**

8. Desarrollar análisis comparativos periódicos entre los indicadores de línea base y los resultados obtenidos después de implementar las primeras mejoras, para validar la efectividad del sistema y ajustar recursos o estrategias según sea necesario.

#### **Del análisis de causas y diseño del sistema:**

9. Realizar talleres de capacitación integral en las herramientas del sistema propuesto (PHVA, TQM, VSM, KPI, OEE, balance de líneas, estudio de tiempos), involucrando tanto al personal operativo como a supervisores y jefaturas, con énfasis en casos prácticos aplicados a la producción de té.
10. Implementar un proyecto piloto en una línea de producción específica que permita probar el sistema integral completo, identificar oportunidades de ajuste y generar casos de éxito que motiven la expansión a otras áreas del departamento.
11. Adquirir e implementar progresivamente las herramientas tecnológicas necesarias para la recolección automática de datos (sensores, sistemas SCADA, *software* de análisis), priorizando aquellas que generen mayor impacto en la precisión y oportunidad de la información.

#### **Del control de implementación:**

12. Implementar un ciclo constante de revisión y retroalimentación basado en reuniones periódicas de evaluación de indicadores (reuniones semanales de análisis de datos, sesiones mensuales de revisión estratégica), que facilite ajustes rápidos y mantenga el enfoque en la mejora continua y el logro de objetivos operativos.

### **Largo plazo (9+ meses)**

#### **Del diagnóstico de la problemática:**

13. Fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos, combinando formación continua del personal con incentivos al uso efectivo del sistema de medición, reconocimiento de logros operativos y promoción de la innovación en procesos productivos para consolidar el sistema como parte integral de la gestión del departamento.

**Justificación:** la transformación cultural es el aspecto más profundo y duradero del cambio organizacional. Requiere tiempo prolongado para arraigarse en los valores, comportamientos y mentalidad del equipo. Esta recomendación consolida todos los esfuerzos anteriores en un cambio sostenible y permanente que garantiza que el sistema de medición no sea visto como una imposición temporal, sino como una herramienta valiosa para el desarrollo profesional de los colaboradores y el éxito continuo de Tés Mondaisa.

Estas recomendaciones integran un enfoque integral que no solo atiende a la complejidad técnica y operativa, sino que también considera la transformación cultural y el control riguroso, indispensables para que Tés Mondaisa navegue exitosamente hacia un sistema de gestión basado en medición objetiva, mejora continua y desarrollo sostenible. La transición, aunque retadora, puede ser dinámica y motivadora, aprovechando las fortalezas del talento humano y fomentando un compromiso renovado con la excelencia operacional y la competitividad en el mercado del té.

## APÉNDICES

### Apéndice I

#### Fichas Técnicas de Indicadores de Productividad y Eficacia

El presente apéndice contiene las fichas técnicas completas de los 13 indicadores clave de desempeño (KPI) diseñados para el Sistema Integral de Medición de Productividad y Eficacia Laboral en el Departamento de Producción de Tés Mondaisa. Cada ficha establece claramente la definición, fórmula de cálculo, frecuencia de medición, responsables y parámetros de evaluación de cada indicador.

#### Indicador 1: Eficiencia Operativa Global

<b>Código</b>	<b>IND-001</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Eficiencia Operativa Global
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de aprovechamiento del tiempo productivo real respecto al tiempo total disponible, considerando paros planificados e imprevistos.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	$\text{Eficiencia (\%)} = (\text{Producción Real} / \text{Producción Estándar}) \times 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	Diaria (por turno)
<b>Responsable de Captura</b>	Supervisor de Turno
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Producción
<b>Meta</b>	Óptimo: $\geq 85\%$   Aceptable: 75-84%   Crítico: $< 75\%$
<b>Fuente de Datos</b>	Registro de producción por turno, órdenes de producción, reporte de paros

#### Indicador 2: Productividad por Operario

<b>Código</b>	<b>IND-002</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Productividad por Operario

<b>Definición</b>	Mide la cantidad de unidades producidas por cada operario en una hora de trabajo efectivo.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{(N^{\circ}\ Operarios \times Horas\ Trabajadas)}$
<b>Unidad de Medida</b>	Unidades/operario-hora
<b>Frecuencia de Medición</b>	Diaria
<b>Responsable de Captura</b>	Supervisor de Turno
<b>Responsable de Análisis</b>	Coordinador de Recursos Humanos
<b>Meta</b>	Óptimo: $\geq 350$ unid/op-hr   Aceptable: 300-349   Crítico: $< 300$
<b>Fuente de Datos</b>	Registro de asistencia, registro de producción por línea

### Indicador 3: Tiempo de Ciclo Promedio

<b>Código</b>	<b>IND-003</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Tiempo de Ciclo Promedio
<b>Definición</b>	Mide el tiempo promedio que toma completar una unidad de producto desde el inicio hasta el final del proceso de producción.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	$Tiempo\ de\ Ciclo = \frac{Tiempo\ Total\ de\ Producción}{Unidades\ Producidas}$
<b>Unidad de Medida</b>	Minutos/unidad
<b>Frecuencia de Medición</b>	Diaria
<b>Responsable de Captura</b>	Supervisor de Turno
<b>Responsable de Análisis</b>	Ingeniero de Procesos
<b>Meta</b>	Óptimo: $\leq 0.18$ min/unid   Aceptable: 0.19-0.22   Crítico: $> 0.22$
<b>Fuente de Datos</b>	Cronómetros, sistema de registro de tiempo, orden de producción

### Indicador 4: Porcentaje de Desperdicio

<b>Código</b>	<b>IND-004</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Porcentaje de Desperdicio
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de materia prima que se pierde o desecha durante el proceso productivo en relación con el total utilizado.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	$\% \text{ Desperdicio} = (\text{Materia Prima Desperdiciada} / \text{Materia Prima Total Utilizada}) \times 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	Semanal
<b>Responsable de Captura</b>	Encargado de Control de Calidad
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Calidad
<b>Meta</b>	Óptimo: $\leq 3\%$   Aceptable: 3.1-5%   Crítico: $> 5\%$
<b>Fuente de Datos</b>	Registro de uso de materia prima, reporte de desperdicio por línea

#### Indicador 5: Índice de Calidad

<b>Código</b>	<b>IND-005</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Índice de Calidad
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de productos que cumplen con los estándares de calidad establecidos en relación con el total producido.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	$\text{Índice de Calidad (\%)} = (\text{Unidades Conformes} / \text{Unidades Totales}) \times 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	Diaria
<b>Responsable de Captura</b>	Inspector de Calidad
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Calidad
<b>Meta</b>	Óptimo: $\geq 98\%$   Aceptable: 95-97.9%   Crítico: $< 95\%$
<b>Fuente de Datos</b>	Reportes de inspección de calidad, registros de no conformidades

**Indicador 6: Disponibilidad de Maquinaria**

<b>Código</b>	<b>IND-006</b>	
<b>Nombre del Indicador</b>	Disponibilidad de Maquinaria	
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de tiempo que la maquinaria está disponible para producir en relación con el tiempo total programado.	
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Disponibilidad (%) = (Tiempo Operativo / Tiempo Programado) × 100	
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)	
<b>Frecuencia de Medición</b>	Diaria	
<b>Responsable de Captura</b>	Técnico de Mantenimiento	
<b>Responsable de Análisis</b>	Jefe de Mantenimiento	
<b>Meta</b>	Óptimo: ≥ 90%   Aceptable: 85-89%   Crítico: < 85%	
<b>Fuente de Datos</b>	Registro de paros de maquinaria, bitácora de mantenimiento	

**Indicador 7: Cumplimiento del Plan de Producción**

<b>Código</b>	<b>IND-007</b>	
<b>Nombre del Indicador</b>	Cumplimiento del Plan de Producción	
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de cumplimiento de las órdenes de producción programadas versus las realmente completadas.	
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Cumplimiento (%) = (Órdenes Completadas / Órdenes Programadas) × 100	
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)	
<b>Frecuencia de Medición</b>	Semanal	
<b>Responsable de Captura</b>	Planificador de Producción	
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Producción	
<b>Meta</b>	Óptimo: ≥ 95%   Aceptable: 90-94%   Crítico: < 90%	

<b>Fuente de Datos</b>	Plan de producción semanal, órdenes completadas
------------------------	---

### Indicador 8: Tiempo de Preparación (Setup Time)

<b>Código</b>	<b>IND-008</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Tiempo de Preparación (Setup Time)
<b>Definición</b>	Mide el tiempo promedio requerido para preparar y ajustar la maquinaria al cambiar de un producto a otro.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Tiempo de Setup = Tiempo Total de Preparación / Número de Cambios
<b>Unidad de Medida</b>	Minutos/cambio
<b>Frecuencia de Medición</b>	Por evento
<b>Responsable de Captura</b>	Supervisor de Turno
<b>Responsable de Análisis</b>	Ingeniero de Procesos
<b>Meta</b>	Óptimo: $\leq 20$ min   Aceptable: 21-30 min   Crítico: $> 30$ min
<b>Fuente de Datos</b>	Cronómetro, registro de cambio de formato

### Indicador 9: Tasa de Ausentismo

<b>Código</b>	<b>IND-009</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Tasa de Ausentismo
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de ausencias no programadas del personal operativo en relación con el total de días laborables.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Ausentismo (%) = $(\text{Días de Ausencia} / \text{Días Laborables Totales}) \times 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	Mensual
<b>Responsable de Captura</b>	Asistente de Recursos Humanos

<b>Responsable de Análisis</b>	Coordinador de Recursos Humanos
<b>Meta</b>	Óptimo: $\leq 3\%$   Aceptable: 3.1-5%   Crítico: $> 5\%$
<b>Fuente de Datos</b>	Sistema de control de asistencia, reportes de RRHH

### Indicador 10: Capacidad Utilizada

<b>Código</b>	<b>IND-010</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Capacidad Utilizada
<b>Definición</b>	Mide el porcentaje de la capacidad instalada que se está utilizando efectivamente para la producción.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Capacidad Utilizada (%) = $(\text{Producción Real} / \text{Capacidad Instalada}) \times 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	Semanal
<b>Responsable de Captura</b>	Planificador de Producción
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Operaciones
<b>Meta</b>	Óptimo: 80-90%   Aceptable: 70-79%   Crítico: $< 70\%$ o $> 90\%$
<b>Fuente de Datos</b>	Especificaciones técnicas de maquinaria, registros de producción

### Indicador 11: Costo de Producción por Unidad

<b>Código</b>	<b>IND-011</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Costo de Producción por Unidad
<b>Definición</b>	Mide el costo total incurrido para producir una unidad de producto, incluyendo materia prima, mano de obra y costos indirectos.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Costo/Unidad = $(\text{Costo Total de Producción}) / (\text{Unidades Producidas})$
<b>Unidad de Medida</b>	Colones/unidad (¢/unid)

<b>Frecuencia de Medición</b>	Mensual
<b>Responsable de Captura</b>	Contador de Costos
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente Financiero
<b>Meta</b>	Óptimo: $\leq \text{C}45$   Aceptable: $\text{C}46-50$   Crítico: $> \text{C}50$
<b>Fuente de Datos</b>	Registros contables, facturas de materia prima, nómina

### Indicador 12: Índice de Rotación de Inventario

<b>Código</b>	<b>IND-012</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Índice de Rotación de Inventario
<b>Definición</b>	Mide la velocidad con que se renueva el inventario de producto terminado, indicando la eficiencia en la gestión de inventarios.
<b>Fórmula de Cálculo</b>	Rotación = Costo de Ventas / Inventario Promedio
<b>Unidad de Medida</b>	Veces por período
<b>Frecuencia de Medición</b>	Mensual
<b>Responsable de Captura</b>	Encargado de Bodega
<b>Responsable de Análisis</b>	Gerente de Logística
<b>Meta</b>	Óptimo: 8-12 veces/mes   Aceptable: 6-7 veces/mes   Crítico: $< 6$ veces/mes
<b>Fuente de Datos</b>	Registros de bodega, sistema de inventarios, estados financieros

### Indicador 13: Satisfacción del Personal Operativo

<b>Código</b>	<b>IND-013</b>
<b>Nombre del Indicador</b>	Satisfacción del Personal Operativo
<b>Definición</b>	Mide el nivel de satisfacción del personal operativo con las condiciones laborales, clima organizacional y sistema de medición implementado.

<b>Fórmula de Cálculo</b>	de	Satisfacción (%) = (Suma de Calificaciones / Calificación Máxima Posible) × 100
<b>Unidad de Medida</b>	de	Porcentaje (%)
<b>Frecuencia de Medición</b>	de	Trimestral
<b>Responsable de Captura</b>	de	Coordinador de Recursos Humanos
<b>Responsable de Análisis</b>	de	Gerente de Recursos Humanos
<b>Meta</b>		Óptimo: ≥ 80%   Aceptable: 70-79%   Crítico: < 70%
<b>Fuente de Datos</b>		Encuesta de satisfacción laboral, entrevistas de clima organizacional

## Apéndice II

### Instrumentos de Recolección de Datos

Este apéndice presenta los instrumentos diseñados para la recolección de datos durante la fase de diagnóstico y operación del sistema de medición. Los instrumentos incluyen guías de entrevista, cuestionarios de percepción y fichas de observación directa.

#### Instrumento 1: Guía de Entrevista Semiestructurada para Personal Supervisorio

**Objetivo:** Obtener información cualitativa sobre los procesos actuales de medición, percepción del personal y necesidades de mejora.

**Dirigido a:** gerente de Producción, supervisores de Turno, jefe de Mantenimiento, coordinador de Calidad

#### PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles indicadores de productividad y eficiencia se utilizan actualmente en el departamento?
2. ¿Con qué frecuencia se miden estos indicadores y quién es responsable de su registro?
3. ¿Cómo se comunican los resultados al personal operativo?
4. ¿Cuáles dificultades o limitaciones enfrentan con el sistema actual de medición?
5. ¿Considera que los datos recopilados son confiables y precisos? ¿Por qué?

6. ¿Cuál información adicional le gustaría medir que actualmente no se registra?
7. ¿Cómo reacciona el personal operativo ante la medición de su desempeño?
8. ¿Cuáles herramientas tecnológicas o recursos necesitaría para mejorar el proceso de medición?
9. ¿Cómo utilizan los datos de productividad para tomar decisiones operativas?
10. ¿Cuáles aspectos considera más importantes al diseñar un nuevo sistema de medición?

### Apéndice III

#### Formatos y Plantillas del Sistema de Medición

Este apéndice contiene los formatos estandarizados y plantillas diseñadas para el registro, seguimiento y análisis de los indicadores del sistema integral. Estos formatos garantizan la uniformidad en la captura de datos y facilitan el análisis posterior.

#### Formato 1: Registro Diario de Producción por Turno

**Fecha:**

**Turno:**

<b>Línea de Producción:</b>		<b>Supervisor:</b>	
-----------------------------	--	--------------------	--

Concepto	Valor	Observaciones
Hora de inicio		
Hora de finalización		
Número de operarios		
Unidades producidas		
Unidades defectuosas		
Tiempo de paros (min)		
Materia prima utilizada (kg)		
Eficiencia calculada (%)		

*Firma del Supervisor:* \_\_\_\_\_

*Fecha:* \_\_\_\_\_

### Apéndice IV

#### Cronograma de Implementación Detallado

Este apéndice presenta el cronograma detallado de implementación del Sistema Integral de Medición, desglosado en fases, actividades específicas, responsables y duraciones estimadas.

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>
<b>Fase 1</b>	Sensibilización y capacitación inicial	Gerente de RR.HH.	2 semanas	Semana 1	Semana 2
<b>Fase 1</b>	Socialización con supervisores	Gerente de Producción	1 semana	Semana 2	Semana 2
<b>Fase 1</b>	Diseño de material visual	Diseñador gráfico	1 semana	Semana 1	Semana 1
<b>Fase 2</b>	Instalación de software	Dpto. TI	1 semana	Semana 3	Semana 3
<b>Fase 2</b>	Configuración de dashboards	Analista de Sistemas	2 semanas	Semana 3	Semana 4
<b>Fase 2</b>	Pruebas piloto	Equipo de Proyecto	1 semana	Semana 4	Semana 4
<b>Fase 3</b>	Implementación Línea 1	Supervisor Línea 1	2 semanas	Semana 5	Semana 6
<b>Fase 3</b>	Ajustes según retroalimentación	Ing. de Procesos	1 semana	Semana 6	Semana 6
<b>Fase 3</b>	Implementación Líneas 2 y 3	Supervisores	2 semanas	Semana 7	Semana 8
<b>Fase 4</b>	Implementación Líneas 4 y 5	Supervisores	2 semanas	Semana 9	Semana 10
<b>Fase 4</b>	Capacitación avanzada	Consultor externo	1 semana	Semana 10	Semana 10
<b>Fase 5</b>	Primera evaluación trimestral	Gte. de Producción	1 semana	Semana 12	Semana 12
<b>Fase 5</b>	Mejora continua	Equipo de Calidad	Permanente	Semana 13	Continuo

#### **Notas importantes:**

- La duración total estimada es de 13 semanas (aproximadamente 3 meses).
- Las fechas están sujetas a ajustes según disponibilidad de recursos.
- Se recomienda realizar reuniones de seguimiento semanales durante las primeras 8 semanas.

## Apéndice V

### Manual de Procedimientos del Sistema Integral

Este manual establece los procedimientos operativos estándar para el registro, análisis y seguimiento de los indicadores del sistema integral de medición de productividad y eficacia laboral.

#### Procedimiento 1: Registro Diario de Datos de Producción

**Objetivo:** Establecer la metodología para el registro continuo y preciso de datos operativos durante cada turno de producción.

**Alcance:** Aplica a todos los supervisores de turno de las cinco líneas de producción.

#### Responsables:

- Supervisor de Turno: captura de datos
- Gerente de Producción: validación y análisis

#### Procedimiento:

##### 1. Al inicio del turno:

- a) Registrar hora de inicio del turno en el formato correspondiente.
- b) Verificar el número de operarios presentes y asignados a la línea.
- c) Revisar las órdenes de producción programadas para el turno.
- d) Verificar el estado operativo de la maquinaria.

##### 2. Durante el turno:

- a) Registrar cualquier paro no programado, anotando hora, duración y causa.
- b) Documentar cambios de producto o formato, registrando tiempo de *setup*.
- c) Realizar conteos intermedios de producción cada 2 horas.
- d) Registrar cualquier incidencia de calidad o desperdicio.

##### 3. Al finalizar el turno:

- a) Registrar hora de finalización del turno.
- b) Realizar conteo final de unidades producidas y defectuosas.

- c) Calcular la eficiencia operativa según la fórmula establecida.
- d) Firmar y fechar el formato de registro.
- e) Entregar el formato al gerente de Producción dentro de las siguientes 2 horas.

## REFERENCIAS

### Artículos Científicos

- Bradley University. (s.f.). *¿Cuál es la diferencia entre estadística descriptiva y estadística inferencial* <https://onlinedegrees.bradley.edu/blog/whats-the-difference-between-descriptive-and-inferential-statistics?>
- Castillo, J. y Carreño, D. (2020). *Diseño metodológico para la caracterización de procesos, caso empresas metalmeccánicas del departamento de Boyacá*. *INGE CUC*.16 (1), 241–251. doi: <https://doi.org/10.17981/ingecuc.16.1.2020.18>
- Doggett, M. (2006). *Root Cause Analysis: A framework for Tool Selection*. *Quality Management Journal*, 12(4). [https://www.researchgate.net/publication/318013490\\_The\\_Five\\_Whys\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/318013490_The_Five_Whys_Technique)
- GeeksforGeeks. (s.f). *Prueba Z: Fórmula, tipos y ejemplos*. <https://www.geeksforgeeks.org/data-science/z-test/>
- Geraldi, J. & Lechter, T. (2012). Gantt charts revisited: A critical analysis of its roots and implications to the management of projects today. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(4). [https://www.researchgate.net/publication/263571905\\_Gantt\\_charts\\_revisited\\_A\\_critical\\_analysis\\_of\\_its\\_roots\\_and\\_implications\\_to\\_the\\_management\\_of\\_projects\\_today](https://www.researchgate.net/publication/263571905_Gantt_charts_revisited_A_critical_analysis_of_its_roots_and_implications_to_the_management_of_projects_today)
- González Veja, A., Molina Sánchez, R., López Salazar, A. & López Salazar, G. (2022). *La entrevista cualitativa como técnica de investigación en el estudio de las organizaciones*. *New Trends in Qualitative Research*, 14(1). [https://scielo.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2184-77702022000500004](https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2184-77702022000500004)
- Hernández, M. (2017). *Sistemas de control de gestión y de mediación del desempeño: conceptos básicos como marco para la investigación*. *Ciencia y Sociedad* 42(1), 111-124. doi: <https://doi.org/10.22206/cys.2017.v42i1.pp115-128>
- Instituto de Gestión de Proyectos (PMI). (2021). *Guía del PMBOK® – Una guía de los fundamentos de la dirección de proyectos* (7 ed.). Instituto de Gestión de Proyectos. doi: ISBN-13: 9781628256642

- Johnsen, A. (2024). *Diseño de sistemas de medición del desempeño como vínculo entre la estrategia y el uso de la información sobre el desempeño*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15309576.2024.2360158>
- Kagermann, H., Wahlster, W., y Helbig, J. (2020). *Recomendaciones para la implementación de la Iniciativa Estratégica Industria 4.0*. <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>
- Laerd Statistics. (s.f). *Estadística descriptiva e inferencial*. <https://statistics.laerd.com/statistical-guides/descriptive-inferential-statistics.php>
- Muñoz, N., Santolaya, J., y Biedermann, A. (2021). *Propuesta metodológica para diseñar productos más sostenibles en la etapa de producción*. Vol. 4(10), 89–116. <https://www.redalyc.org/journal/7487/748780143005/html/>
- National Center for Biotechnology Information (PMC). (2019). *Fundamentos de estadística para la investigación en atención primaria*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6583801/>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. & Romero Delgado, H. (2018). *Metodología de la Investigación: cualitativa-cuantitativa y redacción de la Tesis*. Ediciones de la U. [https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia\\_Ñaupas\\_5aEd.pdf](https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_Ñaupas_5aEd.pdf)
- Paez, I. y Sama, D. (2023). *Modelo de Aseguramiento de Procesos. Aplicación en la Planta de Yogur Paraíso*. *Ingeniería Industrial XLIV* (2), 1 – 24. <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v44n2/1815-5936-rii-44-02-194.pdf>
- Pennsylvania State University (College of Statistical Sciences). (s.f). *ANOVA unidireccional | Introducción a la estadística*. <https://online.stat.psu.edu/stat415/lesson/13/13.2?>
- Piña Ferrer, L. (2023). *El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación*. *Koinonía*, 8(15). <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/revistakoinonia/article/view/2440>
- Rendón Macías, M., Villasís Keeve, M. & Miranda Novales, M. (2016). *Estadística Descriptiva*. *Revista Alergia México*, 63(4). <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

- Serrat, O. (2017). The five whys Technique. *Knowledge Solutions*, 9(3).  
[https://www.researchgate.net/publication/318013490\\_The\\_Five\\_Whys\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/318013490_The_Five_Whys_Technique)
- Ulloa Campos, E. & Jiménez Aragón, A. (s. f.). *Estadística y probabilidad*. Universidad de Costa Rica. [https://pea.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2024/04/FOLLETO\\_ESTADISTICA\\_PEA-2.pdf](https://pea.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2024/04/FOLLETO_ESTADISTICA_PEA-2.pdf)
- Vargas Pereira, P. (2021). *Estadística distribución de frecuencias y representación gráfica*. Universidad San Marcos. <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1409/LEC%20EST%200003%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### Páginas Web

- Calvo, M. (2024, November 28). *\_Gestión y control de los flujos logísticos: ¿por qué y cómo hacerlo?\_* Shiptify.com; Shiptify. <https://www.shiptify.com/es/blog/flujos-logisticos>
- Fractal. (2023). *\_Cómo calcular el OEE en 6 pasos con un ejemplo práctico\_*. (2023). Fractal.com; Fractal. <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/oeo-oportunidades-para-mejorar-los-procesos>
- Martins, J. (2025, February 2). *\_Diagrama de Gantt: qué es y cómo crear uno con ejemplos [2025] • Asana\_*. Asana. <https://asana.com/es/resources/gantt-chart-basics>
- Mondaisa. (2024). *Acerca de Mondaisa*. Mondaisa <https://mondaisa.com/nosotros/>
- JMP. (2025). *\_Coeficiente de correlación\_*. (2025). Jmp.com. <https://www.jmp.com/es/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation/correlation-coefficient>
- Ortega, C. (2019, September 7). *\_Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza\_*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/anova/>
- Ortega, C. (2023, April 18). *\_Estadística inferencial: Qué es, importancia y ejemplos\_*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-inferencial/>
- Ortega, C. (2025, February 13). *\_Prueba de Hipótesis: Qué es, pasos y ejemplos\_*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-de-hipotesis/>
- Sucasaire Pilco, J., y Ticona Vilcapaza, R. (2023). *Métodos estadísticos: Guía básica para el uso de la estadística inferencial en investigación*.

[https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3219/1/sucasaire\\_pj-libro.pdf](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3219/1/sucasaire_pj-libro.pdf)

Team, E., Rynearson, S., y Madrid, D. (2022, June 7). *\_Calcular el Porcentaje Acumulado – Excel y Google Sheets\_*. Automate Excel. <https://www.automateexcel.com/es/stats/calcular-porcentaje-acumulado/>

UNIR, (2025, July 2). *\_¿Qué son las medidas de tendencia central y para qué sirven?\_* Universidad Virtual. | UNIR Colombia - Maestrías Y Grados Virtuales; Universidad Internacional de La Rioja. <https://colombia.unir.net/actualidad-unir/medidas-tendencia-central/>

### Libros

Cabrera Cabrera, J., Rubio Martín, M. & Blasco, J. (2008). *¿Quién duerme en la calle? Una investigación social y ciudadana sobre las personas sin techo*. Caiza Catalunya Obra Social. <https://consaludmental.org/publicaciones/Quienduermeenlacalle.pdf>

Chan, P. (2016). *Economía de la ingeniería contemporánea* (Sexta ed.). Pearson Educación. doi:ISBN-13: 9780134105598

Chiavenato, I. (2021). *Gestión del talento humano* (11 ed.). McGraw-Hill Education. doi:ISBN-13: 9786071513666

David, F., y David, F. (2017). *Conceptos de administración estratégica* (15 ed.). Pearson Educación. doi:9813130784, 9789813130784

Global Reporting Initiative. (2021). *Estándares GRI: Estándares Universales 2021*. Global R. <https://www.globalreporting.org/media/zauil2g3/public-faqs-universal-standards.pdf?>

Heizer, J., Render, B., y Munson, C. (2019). *Principios de Gestión de Operaciones: Sostenibilidad y Gestión de la Cadena de Suministro* (12 ed.). Pearson Educación. doi:ISBN-13: 9780135639221

Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill Educación. doi:<https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mc Graw Hill Education. [https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Kerzner, H. (2016). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12 ed.). Wiley. <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/BUKU%20MANAJEMEN%20PROYEK/project-management-harold-kerzner1.pdf>
- Kerzner, H. (2017). *Gestión de proyectos: un enfoque de sistemas para la planificación, programación y control* (12 ed.). John Wiley e hijos. doi:ISBN-13: 9781119165354
- Montgomery, D. C. (2019). *Introducción al Control Estadístico de Calidad* (Octava ed.). John Wiley e hijos. doi:ISBN-13: 9781119723097
- Robbins, S. P., y Judge, T. A. (2019). *Comportamiento organizacional* (18 ed.). Pearson Educación. doi:ISBN-13: 9780134729794
- Rodríguez, L., y Pérez, J. (2021). *Gestión sostenible y responsabilidad social empresarial* (Primera ed.). Ecoe Ediciones. doi:ISBN-13: 9789587719783
- Slack, N., Chambers, S., y Johnston, R. (2020). *Dirección de Operaciones* (10 ed.). Pearson Educación. doi:ISBN-13: 9781292408248
- Wild, T. (2016). *Mejores prácticas en gestión de inventarios* (3 ed.). Routledge. [https://www.researchgate.net/publication/324907857\\_Best\\_practice\\_in\\_inventory\\_management\\_third\\_edition](https://www.researchgate.net/publication/324907857_Best_practice_in_inventory_management_third_edition)
- Womack, J. P., y Jones, D. T. (2023). *Pensamiento Lean: Elimine el desperdicio y cree riqueza en su empresa* (Primera ed.). Prensa Libre. doi:ISBN-10: 0743249275

### Tesis

- Argüello Elizondo, M. (2023). Análisis del Riesgo Financiero – Operativo del Almacén Agroveterinario, Centro Agrícola Cantonal de Puntarenas, Sede Jicaral, para el tercer trimestre del 2022 [Tesis, Universidad Libre de Costa Rica]

- Duran, M. Serna, R. y Montañez, F. (2018). *Diseño de un sistema integrado de gestión bajo la aplicación de las normas ISO 9001:2015 y OHSAS 18001:2007, para el mejoramiento continuo del proceso en el área de compras de la fundación universitaria Horizonte, en la ciudad de Bogotá.* [Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.] <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c14b5b51-db93-4657-a28f-e4e01ad7593c/content>
- López, L. y Zeledón, E. (2016). *Análisis de la aplicación de ingeniería de métodos en el sistema Organizacional, de Gestión y de Producción, en la empresa “FERROMAX Sucursal Matagalpa”*, Matagalpa, Nicaragua: Segundo Semestre 2015. [Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN –FAREM] <https://core.ac.uk/download/53104772.pdf>
- Meza, H. (2018). *Diseño del SGSST para mejorar la productividad laboral en una empresa químico industrial, Lima 2018.* [Lima: Licenciatura en Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial, Universidad Privada Norbert Wiener] <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/20eccc78-6ce5-4ad9-91a7-3f6203e8b4c9/content>
- Mora, L. (2019). *Producción de té, en una finca cafetalera en Mataquescuintla, Jalapa; a raíz del reprocesamiento de la pulpa residual del fruto de café.* [G. Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Ed. Guatemala, Guatemala.] <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14147/1/Luis%20C%C3%A9sar%20Mora%20Bran.pdf>
- Veliz, A. (2018). *Diseño de un sistema integrado de gestión para mejorar la eficacia del servicio del camal municipal del distrito de Tumán.* [P. Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Ed. Tumán.] <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6130>

### Normas

- Organización Internacional de Normalización. (2015). ISO 14001:2015 *Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso.* International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/60857.html?>