

Maestría en
**Gestión Estratégica de la Cadena de
Suministro**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Gestión Estratégica de la Cadena de Suministro**

AUTORES:

Collaguazo Pulupa Sandra Jacqueline

Guamán Córdova Juan José

Molina Freile María Cristina

Paredes Gallardo Nathaly Melissa

Peña Ochoa Cynthia Carlina

TUTORES:

Director de maestría: Mgs. José Francisco Garrido Casas

Coordinador de maestría: PhD(c). Carlos Luis Calderón Espinales

**“Modelo de resiliencia en la cadena de suministro láctea para mitigar disrupciones
climáticas: caso Lácteos del Valle”**

Quito, agosto 2026

Certificación de autoría

Nosotros, **Collaguazo Pulupa Sandra Jacqueline, Guamán Córdova Juan José, Molina Freile María Cristina, Paredes Gallardo Nathaly Melissa, Peña Ochoa Cynthia Carlina**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



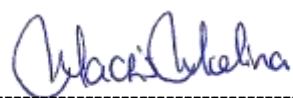
Firma del graduando

Cynthia Carlina Peña Ochoa



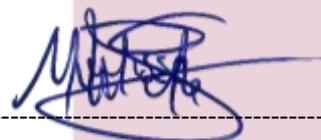
Firma del graduando

Juan José Guamán Córdova



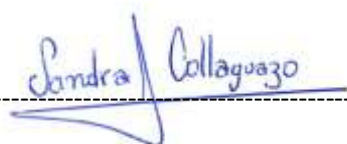
Firma del graduando

Maria Cristina Molina Freile



Firma del graduando

Nathaly Melissa Paredes Gallardo



Firma del graduando

Sandra Jacqueline Collaguazo Pulupa

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Collaguazo Pulupa Sandra Jacqueline, Guamán Córdova Juan José, Molina Freile María Cristina, Paredes Gallardo Nathaly Melissa, Peña Ochoa Cynthia Carlina**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado ***“Modelo de resiliencia en la cadena de suministro láctea para mitigar interrupciones climáticas: caso Lácteos del Valle”***, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, Agosto 2026



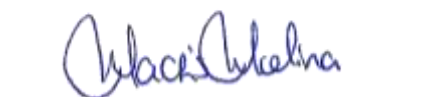
Firma del graduando

Cynthia Carlina Peña Ochoa



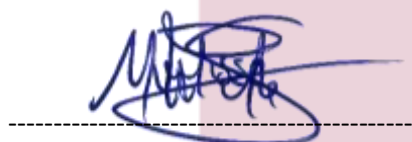
Firma del graduando

Juan José Guamán Córdova



Firma del graduando

Maria Cristina Molina Freile



Firma del graduando

Nathaly Melissa Paredes Gallardo



Firma del graduando

Sandra Jacqueline Collaguazo Pulupa

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, director Mgs José Francisco Garrido Casas y Coordinador PhD(c) Carlos Luis

Calderón Espinales, declaramos que los graduandos: Collaguazo Pulupa Sandra Jacqueline, Guamán Córdova Juan José, Molina Freile María Cristina, Paredes Gallardo Nathaly Melissa, Peña Ochoa Cynthia Carlina son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Mgs José Francisco Garrido Casas

Director de la

Maestría Gestión Estratégica de la Cadena de
Suministro

PhD(c) Carlos Luis Calderón Espinales

Coordinador de la

Maestría Gestión Estratégica de la Cadena de
Suministro

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo. Su confianza y motivación han sido fundamentales para alcanzar esta meta académica. De manera especial, a mi esposa, por su amor, paciencia y respaldo incondicional, siendo un pilar fundamental en cada etapa de este desafío.

Juan José Guamán Córdova.

Dedico este logro a mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. A mis hermanos, por su compañía, confianza y motivación constante. Y a mis sobrinos, quienes con su alegría me inspiran a seguir creciendo y superándome cada día. Este logro es el reflejo del cariño y respaldo que siempre he recibido de ustedes.

Cynthia Peña Ochoa.

Dedico a mi esposo, por su amor, paciencia y apoyo incondicional en cada etapa de este camino. Tu compañía y confianza han sido fundamentales para alcanzar este logro, que también es tuyo. A mi familia, por su respaldo constante, sus valores y su motivación que me han impulsado a seguir adelante. Gracias por estar presentes y ser parte esencial de este proceso académico.

María Cristina Molina

Dedico este trabajo a la constancia y determinación que me permitieron culminar esta meta. A mis padres, por su amor, confianza y ejemplo constante; y a mis hermanos, por su compañía, apoyo y cariño a lo largo de este proceso. Esta meta también lleva una parte de ustedes y de todo lo compartido.

Melissa Paredes Gallardo

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta importante etapa de mi vida. A mis padres, por su amor incondicional, su constante apoyo en cada paso de este camino gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles. A mis compañeros de tesis, por el compromiso, la colaboración y el aprendizaje compartido durante este tiempo. Este logro es el resultado del apoyo de todos ustedes y lo dedico con profunda gratitud y cariño.

Sandra Collaguazo Pulupa

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta importante etapa de formación académica, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Dios por guiarnos, fortalecernos y permitirnos alcanzar esta meta que representa el fruto del esfuerzo, la dedicación y la perseverancia.

Agradecemos profundamente a nuestros docentes, quienes compartieron sus conocimientos, experiencia y valores, contribuyendo de manera significativa a nuestro crecimiento profesional y personal. De manera especial, reconocemos el apoyo y orientación de nuestra tutora académica, por su guía fundamental durante el desarrollo de nuestros estudios.

Asimismo, extendemos nuestra gratitud a nuestras familias y seres queridos, quienes con su amor, comprensión y constante motivación nos acompañaron a lo largo de este camino, brindándonos la fortaleza necesaria para superar cada desafío.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros de maestría y a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron a que este logro fuera posible. La culminación de esta maestría representa un paso trascendental en nuestras vidas, fortaleciendo nuestros conocimientos, capacidades y compromiso para enfrentar con responsabilidad y excelencia los retos profesionales y personales que el futuro nos depara.

RESUMEN

La industria láctea ecuatoriana enfrenta una creciente exposición a interrupciones climáticas que comprometen la continuidad operativa de sus cadenas de suministro. Fenómenos como sequías prolongadas, lluvias intensas e interrupciones viales afectan la productividad ganadera, el abastecimiento de leche cruda, los tiempos logísticos y los costos operativos, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la capacidad de respuesta de las organizaciones del sector. El objetivo general de la investigación fue diseñar un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle, empresa construida con fines académicos, orientado a mitigar el impacto de las interrupciones climáticas y fortalecer la continuidad operativa, el desempeño logístico y la sostenibilidad financiera de la organización. La metodología adoptó un enfoque cuantitativo, aplicado, descriptivo y explicativo, con un diseño no experimental y transversal. Para el diagnóstico y desarrollo de la propuesta se integraron el Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (SCOR), el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), una matriz de riesgos y una simulación comparativa entre el estado actual de la cadena de suministro (AS-IS) y el modelo futuro propuesto (TO-BE). Los resultados proyectan mejoras en los principales indicadores logísticos. El indicador de entregas a tiempo y completas, denominado OTIF (On Time In Full), aumentaría del 88 % al 91 %; el tiempo total de abastecimiento o lead time se reduciría entre el 15 % y el 20 %; y el Tiempo de Recuperación (TTR, Time to Recovery) disminuiría de más de 15 días a 11 días. Asimismo, se proyecta una reducción del 30 % en los quiebres de stock y una disminución de entre el 10 % y el 14 % en los costos extraordinarios. La evaluación financiera estima un Retorno sobre la Inversión (ROI, Return on Investment) de entre el 18 % y el 20 %. Se concluye que el modelo resiliente constituye una alternativa técnica y financieramente viable para fortalecer la continuidad operativa frente a la creciente incertidumbre climática del sector agroindustrial.

Palabras Claves: resiliencia, cadena de suministro, interrupciones climáticas, industria láctea, modelo SCOR.

ABSTRACT

The Ecuadorian dairy industry faces increasing exposure to climate disruptions that threaten the operational continuity of its supply chains. Phenomena such as prolonged droughts, heavy rainfall, and road interruptions affect livestock productivity, raw milk supply, logistics lead times, and operating costs, highlighting the need to strengthen organizational response capacity within the sector. The general objective of this research was to design a supply chain resilience model for Lácteos del Valle, a company developed for academic purposes, aimed at mitigating the impact of climate disruptions and strengthening operational continuity, logistics performance, and the financial sustainability of the organization. The methodology adopted a quantitative, applied, descriptive, and explanatory approach, with a non-experimental and cross-sectional design. The study integrated the Supply Chain Operations Reference model (SCOR), the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats analysis (SWOT), a risk matrix, and a comparative scenario simulation between the current state (AS-IS) and the proposed future model (TO-BE). The results project significant improvements in key logistics indicators. The On Time In Full indicator (OTIF) would increase from 88% to 91%, while lead time would decrease between 15% and 20%. The Time to Recovery (TTR) would decline from more than 15 days to 11 days. In addition, stockouts would decrease by 30%, and extraordinary costs would be reduced by between 10% and 14%. The estimated Return on Investment (ROI) would range from 18% to 20%. It is concluded that the resilient model represents a technically and financially viable alternative for strengthening operational continuity in the face of growing climate uncertainty in the agroindustrial sector.

Keywords: Resilience, supply chain, climate disruptions, dairy industry, SCOR model.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Capítulo 1. Introducción	1
1.1.	Planteamiento del problema e importancia del estudio	1
1.1.1.	<i>Definición del problema de investigación</i>	4
1.1.2.	<i>Formulación problema de investigación</i>	5
1.1.3.	<i>Preguntas de investigación</i>	5
1.2.	Justificación de la investigación	6
1.3.	Objetivos de la investigación	7
1.3.1.	<i>Objetivo general</i>	7
1.3.2.	<i>Objetivos específicos</i>	7
1.4.	Alcance y delimitación del estudio	8
1.5.	Hipótesis y supuestos de investigación	9
1.5.1.	<i>Hipótesis general</i>	9
1.5.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	9
1.5.3.	<i>Supuestos de investigación</i>	10
1.6.	Variables de investigación	10
2.	Capítulo 2. La Organización	13
2.1.	Perfil de la organización	13
2.2.	Misión	14
2.3.	Visión	14
2.4.	Valores corporativos	14
2.5.	Actividades	15
2.6.	Ubicación de la sede	18
2.7.	Ubicación de las operaciones	18
2.8.	Propiedad y forma jurídica	19
2.9.	Mercados	20
2.10.	Tamaño de la organización	21

2.11.	Empleados.....	21
2.12.	Procesos clave relacionados con el objetivo propuesto	22
2.13.	Principales cifras que definen a la empresa	24
2.14.	Modelo de negocio	26
2.15.	Grupos de interés internos y externos	27
3.	Capítulo 3. Marco Teórico	29
3.1.	Supply Chain Management (SCM).....	29
3.2.	Cadena de suministro agroindustrial.....	30
3.3.	Resiliencia de la cadena de suministro	30
3.3.1.	<i>Componentes de resiliencia en supply chain</i>	31
3.3.2.	<i>Resiliencia versus eficiencia</i>	33
3.4.	Gestión de riesgos en la cadena de suministro	35
3.5.	Modelo SCOR como herramienta diagnóstica	35
3.6.	Estrategias Push y Pull en la cadena de suministro	37
3.6.1.	<i>Estrategia Push</i>	37
3.6.2.	<i>Estrategia Pull</i>	38
3.6.3.	<i>Estrategia híbrida Push–Pull</i>	39
3.7.	Gestión de inventarios en entornos de incertidumbre	40
3.7.1.	<i>Modelo EOQ (Economic Order Quantity)</i>	41
3.8.	Costo Total de Propiedad (TCO).....	43
3.9.	Simulación de escenarios	45
3.10.	Analítica de datos aplicada a la cadena de suministro resiliente	45
4.	Capítulo 4. Metodología de la Investigación	47
4.1.	Enfoque de investigación	48
4.2.	Tipo y alcance de la investigación.....	48
4.3.	Diseño de investigación.....	49
4.4.	Unidad de análisis	49
4.5.	Población y muestra	50
4.6.	Fuentes de información	50

4.7.	Técnicas de investigación	51
4.8.	Operacionalización de variables	53
4.9.	Metodología del diagnóstico AS-IS	56
4.10.	Metodología de diseño del modelo TO-BE	58
4.11.	Validación mediante simulación de escenarios	59
4.11.1.	Lógica de la simulación comparativa	60
4.11.2.	Escenarios de simulación	60
4.12.	Indicadores de desempeño	62
5.	Capítulo 5. Diagnóstico Estructural e Impacto Operativo De La Cadena De Suministro Actual (AS-IS)	64
5.1.	Diagnóstico estructural de la cadena de suministro	64
5.1.1.	Configuración actual de la red logística	65
5.1.2.	Diagnóstico del abastecimiento primario	65
5.1.3.	Diagnóstico del transporte y recolección	66
5.1.4.	Diagnóstico del procesamiento industrial	67
5.1.5.	Diagnóstico de inventarios	68
5.1.6.	Diagnóstico de distribución	69
5.1.7.	Cuellos de botella operativos	70
5.2.	Análisis del impacto de disrupciones climáticas en el desempeño	71
5.2.1.	Diagnóstico mediante modelo SCOR	71
5.2.2.	Identificación de riesgos críticos	75
5.2.3.	Análisis FODA de la cadena de suministro de Lácteos del Valle	76
5.2.4.	Impacto financiero estimado	78
5.3.	Conclusión del diagnóstico	79
6.	Capítulo 6. Propuesta Del Modelo De Resiliencia De La Cadena De Suministro (TO-BE)	81
6.1.	Objetivo del modelo resiliente	82
6.2.	Arquitectura del modelo propuesto	82
6.2.1.	Eje 1: Diversificación y segmentación de proveedores	83
6.2.2.	Eje 2. Sistema dinámico de inventario resiliente	87

6.2.3.	<i>Eje 3. Red logística contingente</i>	91
6.2.4.	<i>Eje 4. Planeación híbrida Push–Pull</i>	102
6.2.5.	<i>Eje 5. Sistema predictivo de monitoreo resiliente</i>	103
6.3.	Modelo integrado TO–BE	105
6.4.	Evaluación económica preliminar	106
7.	Capítulo 7. Validación Del Modelo Y Simulación De Escenarios	108
7.1.	Diseño de escenarios de simulación	108
7.1.1.	<i>Escenario 1. Sequía prolongada</i>	109
7.1.2.	<i>Escenario 2. Lluvias intensas e interrupción vial</i>	111
7.1.3.	<i>Escenario 3. Variabilidad extrema de abastecimiento</i>	113
7.1.4.	<i>Escenario 4. Incremento inesperado de demanda</i>	114
7.2.	Indicadores de validación	115
7.3.	Resultados comparativos AS-IS vs TO-BE	115
7.3.1.	<i>Nivel de servicio (OTIF)</i>	116
7.3.2.	<i>Fill Rate</i>	117
7.3.3.	<i>Lead Time</i>	118
7.3.4.	<i>Recovery Time (TTR)</i>	118
7.3.5.	<i>Quiebres de stock</i>	119
7.3.6.	<i>Costos extraordinarios</i>	120
7.4.	Evaluación financiera	121
7.5.	Discusión de resultados	123
8.	Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones	126
8.1.	Conclusiones	126
8.2.	Recomendaciones	128
9.	Referencias	131
10.	Anexos	135

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variables de investigación	11
Tabla 2 Principales actividades	15
Tabla 3 Ubicación de la sede	18
Tabla 4 Ubicación de las operaciones.....	19
Tabla 5 Mercados.....	20
Tabla 6 Empleados	22
Tabla 7 Procesos clave	23
Tabla 8 Principales cifras e indicadores referenciales de Lácteos del Valle.....	24
Tabla 9 Modelo de negocio	26
Tabla 10 Grupos de interés internos y externos.....	27
Tabla 11 Fuentes de investigación.....	50
Tabla 12 Técnicas de investigación.....	51
Tabla 13 Operacionalización de variables	54
Tabla 14 Escenarios de simulación	60
Tabla 15 Indicadores de desempeño	62
Tabla 16 Identificación de riesgos críticos	75
Tabla 17 Análisis FODA.....	77
Tabla 18 Clasificación ABC de productos estratégicos de Lácteos del Valle.....	88
Tabla 19 Indicadores clave del inventario resiliente	89
Tabla 20 Dimensión 1.....	96
Tabla 21 Dimensión 2.....	97
Tabla 22 KPIs resilientes	104
Tabla 23 Resumen de beneficios esperados	107
Tabla 24 Modelo Propuesto	110
Tabla 25 Indicadores de validación	115
Tabla 26 Resultados comparativos del nivel de servicio OTIF	116
Tabla 27 Resultados comparativos del Fill Rate	117
Tabla 28 Resultados comparativos del Lead Time	118
Tabla 29 Resultados comparativos del Recovery Time (TTR)	119
Tabla 30 Resultados comparativos de quiebres de stock.....	119
Tabla 31 Resultados comparativos de costos extraordinarios	120
Tabla 32 Indicadores preliminares de evaluación financiera del modelo resiliente.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa conceptual del problema de investigación.	4
Figura 2 Estructura organizacional de Lácteos del Valle	13
Figura 3 Componentes de resiliencia en supply chain	32
Figura 4 Eficiencia vs Resiliencia: el equilibrio estratégico	34
Figura 5 Modelo SCOR	37
Figura 6 Comparación estrategias Push, Pull e Híbrida	39
Figura 7 Curva del modelo EOQ.	42
Figura 8 Componentes del Costo Total de Propiedad (TCO).....	44
Figura 9 Diseño metodológico de la investigación.	47
Figura 10 Esquema de comparación AS-IS vs TO-BE.....	61
Figura 11 Red logística actual de Lácteos del Valle.	65
Figura 12 Resultados del diagnóstico SCOR.....	74
Figura 13 Matriz de riesgos críticos.....	76
Figura 14 Impacto financiero estimado por categoría	79
Figura 15 Arquitectura del modelo resiliente propuesto	83
Figura 16 Segmentación de proveedores (Dual Sourcing).	85
Figura 17 Red logística contingente (Rutas escalonadas).	93
Figura 18 Dimensión	97
Figura 19 Hoja de ruta de implementación: inventario y logística resiliente	100
Figura 20 Diagrama radar comparativo SCOR.	122

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Parametrización Completa del Modelo de Inventario Dinámico por SKU.</i>	135
Anexo 2 <i>Proyección Financiera Detallada del Modelo Resiliente (ROI y Payback)</i>	137
Anexo 3 <i>Protocolo de Activación Logística. Descripción Operativa por Nivel</i>	139
Anexo 4 <i>Simulación Numérica: Escenario de Sequía Prolongada (AS-IS vs TO-BE)</i>	140
Anexo 5 <i>Arquitectura Completa del Modelo Resiliente TO-BE Componentes e Interacciones</i>	141
Anexo 6 <i>Estructura del aporte científico de la investigación</i>	143

LISTA DE ACRÓNIMOS

Sigla	Significado
ABC	Clasificación de inventarios en categorías A, B y C
AS-IS	Estado actual de la cadena de suministro
EOQ	Cantidad Económica de Pedido (Economic Order Quantity)
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
KPI	Indicador Clave de Desempeño (Key Performance Indicator)
OTIF	Entregas a Tiempo y Completas (On Time In Full)
ROI	Retorno sobre la Inversión (Return on Investment)
SCM	Gestión de la Cadena de Suministro (Supply Chain Management)
SCOR	Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (Supply Chain Operations Reference)
TCO	Costo Total de Propiedad (Total Cost of Ownership)
TO-BE	Estado futuro o modelo propuesto de la cadena de suministro
TTR	Tiempo de Recuperación (Time to Recovery)
SWOT	Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)

Capítulo 1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema e importancia del estudio

La presente investigación tiene como finalidad diseñar un modelo de resiliencia para la cadena de suministro láctea de la empresa Lácteos del Valle, orientado a mitigar los impactos derivados de disrupciones climáticas tales como lluvias intensas, sequías y eventos asociados a la variabilidad climática. La cadena láctea se caracteriza por una alta sensibilidad a estos fenómenos, debido a su dependencia de factores ambientales que condicionan directamente la producción primaria en sistemas ganaderos (Tchonkouang et al., 2024). Cuando se presentan eventos extremos, no solo se compromete la disponibilidad de materia prima, sino que se desencadenan efectos en cascada sobre la logística, los niveles de inventario, los costos operativos y el cumplimiento del nivel de servicio (Yuan et al., 2024).

En el contexto latinoamericano, y particularmente en Ecuador, la producción láctea constituye una actividad estratégica por su contribución al ingreso rural, la seguridad alimentaria y el empleo en territorios andinos. La estructura del sector combina un elevado número de pequeños y medianos productores, redes de acopio con distintos niveles de formalización y plantas procesadoras que dependen de un flujo estable de leche cruda para sostener su capacidad instalada (FAO y Global Dairy Platform, 2019). Esta interdependencia configura una red compleja de actores cuya estabilidad productiva y financiera depende, en gran medida, de la continuidad del abastecimiento primario y de la capacidad de las cadenas para absorber perturbaciones externas.

Parrado León et al.(2022) evidencian que los sistemas agroalimentarios y ganaderos han incrementado su exposición a fenómenos climáticos extremos, manifestados en lluvias más intensas, sequías prolongadas, alteraciones en patrones hidrológicos y variabilidad de temperatura. En el caso

de las cadenas lácteas, estos eventos impactan la productividad del ganado, la calidad y disponibilidad de pasturas, el acceso a zonas rurales, los tiempos de transporte y la oferta de leche cruda para la industria, afectando tanto la estabilidad volumétrica como la regularidad de entrega. (Tchonkouang et al., 2024) muestran que estos impactos se transmiten a lo largo de la cadena a través de atrasos logísticos, mayores pérdidas poscosecha y aumento de costos por reconfiguración operativa.

Estos choques climáticos generan efectos en cascada dentro de la cadena de suministro: reducciones en el abastecimiento de leche pueden traducirse en subutilización de capacidad instalada, incremento de costos logísticos unitarios, desalineación entre demanda y oferta, deterioro del nivel de servicio e incumplimientos contractuales con clientes. A ello se suman presiones sobre inventarios, mayores costos extraordinarios asociados a compras de emergencia o a la contratación de transporte alternativo, y la necesidad de rediseñar rutas y políticas de distribución bajo condiciones de alta incertidumbre (Unnikrishnan et al., 2025). Esta dinámica ha sido documentada en análisis recientes sobre vulnerabilidad de cadenas agroalimentarias, donde se evidencia que los eventos disruptivos tienden a amplificarse en eslabones intermedios cuando no existen mecanismos formales de gestión de riesgos y resiliencia.

No obstante, gran parte de las cadenas agroindustriales continúan estructurándose bajo criterios tradicionales de eficiencia operativa, centrados en la reducción de costos, la minimización de inventarios y la consolidación de proveedores. Si bien estas estrategias mejoran la competitividad en entornos relativamente estables, presentan limitaciones significativas frente a escenarios de alta volatilidad climática y de mercado, donde la falta de redundancia, flexibilidad y visibilidad incrementa el riesgo sistémico y la vulnerabilidad organizacional (Unnikrishnan et al., 2025). Por su parte, Parrado León et al. (2022) sugieren que enfoques exclusivamente orientados a eficiencia pueden exacerbar la

fragilidad de las cadenas agroalimentarias frente a shocks externos, especialmente cuando no se han desarrollado capacidades de anticipación y respuesta coordinada.

En este escenario, la resiliencia de la cadena de suministro emerge como una capacidad estratégica que permite anticipar, absorber, adaptarse y recuperarse ante interrupciones, manteniendo el desempeño crítico de la operación (Unnikrishnan et al., 2025). De acuerdo con orientaciones recientes de organismos internacionales, la resiliencia implica no solo la capacidad de resistir perturbaciones, sino también de transformar prácticas y estructuras para reducir la exposición y la sensibilidad a riesgos recurrentes (Yuan et al., 2024). Desde una perspectiva logística, una cadena resiliente no elimina el riesgo, pero sí reduce el impacto operativo y financiero de las disrupciones, acorta los tiempos de recuperación y fortalece la continuidad del servicio a lo largo del tiempo.

En el caso de Lácteos del Valle, el problema central radica en la ausencia de un modelo estructurado de resiliencia que permita gestionar de manera preventiva y coordinada las disrupciones climáticas a lo largo de su cadena de suministro. La información operativa disponible evidencia vulnerabilidades específicas: un indicador OTIF en torno al 88%, por debajo de estándares de servicio reportados en cadenas lácteas de referencia, un lead time promedio de 4 a 5 días que puede incrementarse hasta en un 25% en escenarios disruptivos, un tiempo de recuperación superior a 15 días después de eventos severos y un costo logístico que puede aumentar hasta un 18% bajo condiciones de interrupción (Tchonkouang et al., 2024). Estas cifras reflejan una sensibilidad significativa a perturbaciones climáticas que se traducen en pérdidas de eficiencia, deterioro de la calidad del servicio y mayor exposición financiera.

Si esta situación se mantiene, la organización enfrenta el riesgo de un deterioro progresivo en indicadores clave de desempeño, una reducción de su competitividad frente a otras empresas del

sector y una mayor vulnerabilidad financiera ante la intensificación de eventos climáticos extremos proyectada por la literatura reciente. En respuesta a este escenario, la presente investigación propone el diseño de un modelo estructurado de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle, sustentado en el modelo de referencia SCOR, enfoques contemporáneos de gestión de riesgos, estrategias Push–Pull y políticas de inventarios dinámicos (FAO y Global Dairy Platform, 2019). Dicho modelo busca fortalecer la capacidad de anticipación, absorción, adaptación y recuperación de la cadena frente a disrupciones climáticas, reducir vulnerabilidades operativas y contribuir a la estabilidad logística y financiera de largo plazo de la organización.

Figura 1 Mapa conceptual del problema de investigación.



1.1.1. Definición del problema de investigación

La cadena de suministro de Lácteos del Valle presenta una alta exposición a disrupciones climáticas, evidenciada en la fluctuación del abastecimiento de leche cruda, el incremento de los costos operativos y la inestabilidad de indicadores clave de desempeño como OTIF, lead time, inventarios y nivel de servicio. Esta situación se agrava por la ausencia de un modelo estructurado de resiliencia que oriente, de manera preventiva y coordinada, la identificación de riesgos climáticos, la definición de estrategias de respuesta y la implementación de mecanismos de monitoreo que

permitan anticipar, absorber y reducir el impacto de estas interrupciones sobre la operación y los resultados financieros de la organización.

1.1.2. Formulación problema de investigación

¿Cómo diseñar un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle que permita mitigar el impacto de las interrupciones climáticas, fortalecer la continuidad operativa y mejorar el desempeño logístico-financiero de la organización?

1.1.3. Preguntas de investigación

¿Cuál es la situación actual de la cadena de suministro de Lácteos del Valle y qué vulnerabilidades operativas, logísticas y de abastecimiento se presentan frente a los riesgos climáticos?

¿Cuál es el impacto de las interrupciones climáticas sobre variables críticas de desempeño de la cadena de suministro de Lácteos del Valle, como el nivel de servicio, el lead time, los inventarios, el abastecimiento y los costos operativos?

¿Qué herramientas y enfoques de resiliencia (como SCOR, estrategias Push–Pull, modelos EOQ (Cantidad Económica de Pedido (*Economic Order Quantity*)), análisis de costo total –TCO, conocido como Costo Total de Propiedad y analítica predictiva) resultan más pertinentes para fortalecer la resiliencia de cadenas de suministro agroindustriales como la de Lácteos del Valle, de acuerdo con la literatura científica reciente y criterios de pertinencia sectorial?

¿Cómo debe estructurarse un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle que integre estrategias de abastecimiento, inventarios de seguridad, rutas logísticas contingentes y mecanismos de monitoreo predictivo frente a interrupciones climáticas?

¿En qué medida el modelo de resiliencia propuesto mejora los indicadores de desempeño de la cadena de suministro de Lácteos del Valle en escenarios simulados de interrupción climática, de acuerdo con los resultados de la simulación y el análisis comparativo antes y después de su aplicación?

1.2. Justificación de la investigación

La presente investigación aporta al campo de estudio de la gestión estratégica de cadenas de suministro resilientes, particularmente dentro de contextos agroindustriales altamente sensibles a factores climáticos. Aunque la literatura sobre resiliencia logística ha crecido significativamente durante los últimos años, persiste una limitada aplicación contextualizada al sector lácteo ecuatoriano, especialmente desde una perspectiva integrada entre abastecimiento, continuidad operativa y desempeño financiero. El estudio busca contribuir al entendimiento de cómo herramientas de resiliencia, gestión del riesgo y diseño logístico pueden integrarse en un modelo aplicable a organizaciones con elevada exposición a incertidumbre climática.

Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque cuantitativo y aplicado, combinando herramientas de análisis logístico, gestión de riesgos, simulación de escenarios y evaluación de indicadores de desempeño. La integración del modelo SCOR, análisis de criticidad, EOQ ajustado por incertidumbre, inventarios de seguridad y simulación operativa permitirá construir un modelo de resiliencia técnicamente sustentado y replicable en organizaciones similares.

Desde una perspectiva empresarial, el estudio responde a una necesidad operativa concreta: reducir la vulnerabilidad de la cadena de suministro frente a eventos climáticos extremos. La propuesta permitirá fortalecer la continuidad del abastecimiento, reducir costos extraordinarios derivados de interrupciones y mejorar el nivel de servicio. Además, el modelo contribuirá a una toma de decisiones

más robusta, permitiendo anticipar escenarios de riesgo y mejorar la capacidad adaptativa de la organización.

La estabilidad de la cadena láctea posee implicaciones económicas y sociales relevantes, debido a la participación de pequeños productores rurales cuya sostenibilidad depende de relaciones estables de abastecimiento. El fortalecimiento de la resiliencia de la cadena puede contribuir indirectamente a mejorar la estabilidad de ingresos de productores primarios, garantizar disponibilidad de alimentos y fortalecer la competitividad del sector agroindustrial nacional.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Diseñar un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle que permita mitigar el impacto de las interrupciones climáticas, fortalecer la continuidad operativa y mejorar el desempeño logístico-financiero de la organización.

1.3.2. *Objetivos específicos*

Diagnosticar la situación actual de la cadena de suministro de Lácteos del Valle, identificando vulnerabilidades operativas, logísticas y de abastecimiento asociadas a riesgos climáticos.

Analizar el impacto de las interrupciones climáticas sobre variables críticas de desempeño, tales como nivel de servicio, lead time, inventarios, abastecimiento y costos operativos.

Seleccionar las herramientas de resiliencia más pertinentes para cadenas de suministro agroindustriales (SCOR, Push–Pull, EOQ, TCO y Analítica Predictiva), mediante revisión de literatura científica reciente y aplicación de criterios técnicos de pertinencia sectorial.

Diseñar un modelo estructurado de resiliencia para Lácteos del Valle, integrando estrategias de abastecimiento, inventarios de seguridad, rutas logísticas contingentes y mecanismos de monitoreo predictivo.

Validar el modelo propuesto mediante simulación de escenarios de interrupción climática y análisis comparativo de indicadores de desempeño antes y después de la implementación.

1.4. Alcance y delimitación del estudio

Esta investigación se orienta al diseño de un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle, enfocado específicamente en la mitigación de riesgos asociados a interrupciones climáticas que afectan la continuidad operativa de la organización. El estudio comprende el análisis integral de los principales eslabones de la cadena de suministro, incluyendo abastecimiento de leche cruda, procesos de recolección, transporte primario, procesamiento industrial, almacenamiento y distribución hacia los distintos canales de comercialización. La investigación se centra particularmente en los riesgos derivados de fenómenos climáticos como lluvias intensas, sequías prolongadas, afectaciones viales y variabilidad en la disponibilidad de materia prima.

Desde el punto de vista geográfico, el estudio se contextualiza dentro del territorio ecuatoriano, tomando como referencia regiones productoras de leche donde operan redes típicas de abastecimiento lácteo. Aunque Lácteos del Valle constituye un caso representativo construido para fines académicos, su configuración responde a características operativas consistentes con empresas medianas del sector agroindustrial lácteo nacional. Temporalmente, la investigación considera un horizonte de análisis de cinco años, permitiendo proyectar escenarios de riesgo, recuperación operativa y comportamiento esperado de indicadores logísticos y financieros bajo diferentes niveles de exposición climática.

En términos metodológicos, el estudio se limita al análisis de resiliencia logística y continuidad operativa, sin profundizar en variables propias de formulación financiera corporativa, estructura de capital, mercadeo o comportamiento del consumidor final. Asimismo, no se abordará el rediseño integral de procesos industriales internos, concentrando el análisis en la capacidad adaptativa de la cadena de suministro. La validación de la propuesta se realizará mediante simulación de escenarios, análisis comparativo de indicadores y evaluación de impacto esperado, sin llegar a una implementación operativa real dentro de la organización.

1.5. Hipótesis y supuestos de investigación

1.5.1. Hipótesis general

El diseño e implementación de un modelo de resiliencia en la cadena de suministro de Lácteos del Valle reduce el impacto operativo y financiero de las interrupciones climáticas, mejorando los indicadores de desempeño logístico y de servicio.

1.5.2. Hipótesis específicas

H1: La identificación y gestión estructurada de riesgos climáticos reduce la variabilidad del abastecimiento de leche cruda en la cadena de suministro de Lácteos del Valle.

H2: La implementación de estrategias de abastecimiento diversificado y de inventarios de seguridad disminuye la probabilidad de quiebres de stock en los eslabones clave de la cadena de suministro de Lácteos del Valle.

H3: La incorporación de rutas logísticas contingentes reduce el impacto de las interrupciones climáticas sobre el lead time de entrega hacia los clientes de Lácteos del Valle.

H4: La aplicación de mecanismos de análisis predictivo y de monitoreo de indicadores de resiliencia mejora la capacidad de respuesta de Lácteos del Valle frente a disrupciones climáticas, reduciendo el tiempo de recuperación de la cadena de suministro.

1.5.3. Supuestos de investigación

Para el desarrollo de la investigación se establecen los siguientes supuestos:

- Los eventos climáticos extremos continuarán incrementando su frecuencia e intensidad en el entorno operativo del sector lácteo ecuatoriano durante el horizonte de análisis del estudio.
- La estructura de abastecimiento de Lácteos del Valle presenta características representativas de una empresa mediana del sector lácteo nacional, en términos de tamaño, base de proveedores y configuración logística.
- Los proveedores primarios de Lácteos del Valle presentan variabilidad productiva asociada a condiciones climáticas, lo que afecta el volumen y la regularidad del suministro de leche cruda.
- La empresa dispone de información operativa suficiente y confiable para modelar indicadores logísticos y de desempeño (por ejemplo, OTIF, lead time, inventarios y costos).
- La simulación de escenarios constituye una aproximación válida y razonable del comportamiento esperado de la cadena de suministro de Lácteos del Valle frente a interrupciones climáticas, permitiendo evaluar los efectos del modelo de resiliencia.

1.6. Variables de investigación

En coherencia con el problema de investigación, el objetivo general y las hipótesis planteadas, la investigación se estructura en torno a dos variables principales: el modelo de resiliencia de la cadena de suministro, como variable independiente y la continuidad operativa de la cadena de suministro, como variable dependiente. Estas variables se operacionalizan a través de dimensiones e indicadores que permiten analizar el efecto de la implementación del modelo de resiliencia sobre el desempeño logístico y financiero de Lácteos del Valle en escenarios de disrupción climática.

Tabla 1 Variables de investigación

Tipo de variable	Nombre de la variable	Definición sintética	Dimensiones principales
Independiente	Modelo de resiliencia de la cadena de suministro	Conjunto de estrategias, políticas, capacidades y mecanismos orientados a anticipar, absorber, adaptarse y recuperarse de disrupciones climáticas.	Diversificación de proveedores Gestión de inventarios de seguridad Flexibilidad logística Estrategias de abastecimiento Push/Pull Monitoreo predictivo de riesgos Planes de contingencia.
	Continuidad operativa de la cadena de suministro	Capacidad de mantener el abastecimiento, la producción y la distribución de forma estable frente a eventos disruptivos.	Nivel de servicio (OTIF) Lead time logístico; disponibilidad de producto Rotación de inventarios Tiempo de recuperación (TTR) Coste total de operación (TCO).

La tabla 1 facilita el establecimiento de la estructura analítica del estudio, al distinguir entre la continuidad operativa como variable dependiente y el modelo de resiliencia como variable independiente. Los aspectos mostrados indican que la propuesta se evaluará a través de elementos

vinculados con el aprovisionamiento, los inventarios, la flexibilidad en términos logísticos, el seguimiento y la recuperación. Por lo tanto, se infiere que las variables, los objetivos propuestos y los indicadores que se emplearán más adelante para evaluar el impacto del modelo resiliente están en consonancia.

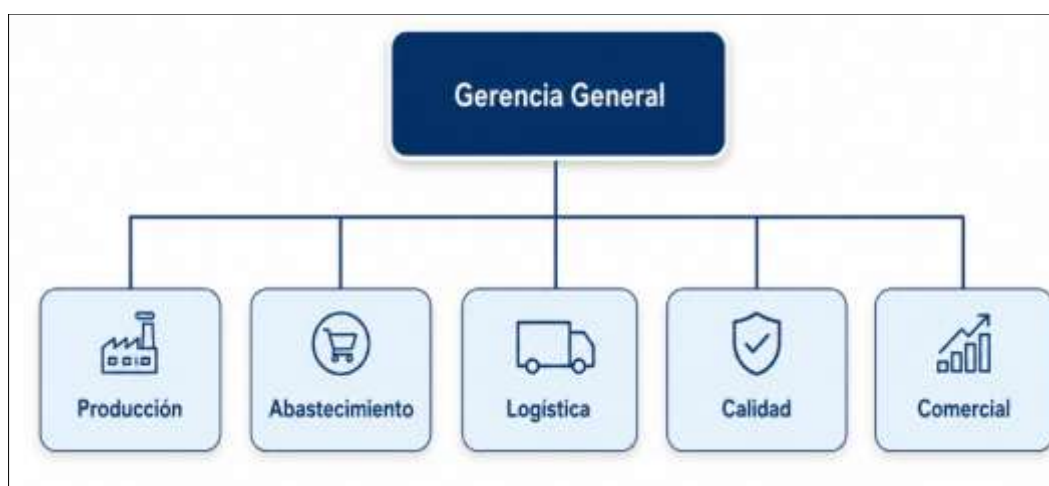
Capítulo 2. La Organización

2.1. Perfil de la organización

Una vez planteado el problema de investigación y definidas las variables que orientan el estudio, corresponde presentar el contexto organizacional sobre el cual se desarrolla la propuesta. Lácteos del Valle S.A. constituye un caso de estudio construido con fines exclusivamente académicos, diseñado para aplicar los marcos conceptuales y metodológicos abordados durante la maestría. Su configuración operativa, indicadores de desempeño y estructura de cadena de suministro se desarrollaron a partir de benchmarking sectorial y de información pública disponible sobre empresas medianas del sector lácteo ecuatoriano, para simular un entorno empresarial verosímil que permita evaluar escenarios, problemáticas y propuestas de mejora aplicables al sector."

La organización desarrolla sus operaciones bajo un modelo de integración parcial de cadena de suministro, articulando productores ganaderos, centros de acopio, transformación industrial y distribución hacia diferentes canales comerciales. La selección de Lácteos del Valle como objeto de estudio responde a la necesidad metodológica de analizar vulnerabilidades logísticas y operativas asociadas a disrupciones climáticas dentro de un contexto empresarial representativo de la industria láctea ecuatoriana.

Figura 2 Estructura organizacional de Lácteos del Valle



2.2. Misión

Producir y comercializar productos lácteos de alta calidad mediante procesos eficientes, sostenibles y orientados a garantizar abastecimiento confiable, satisfaciendo las necesidades nutricionales del mercado ecuatoriano.

2.3. Visión

Consolidarse como una empresa referente del sector lácteo nacional, reconocida por su capacidad operativa, estabilidad de abastecimiento, sostenibilidad productiva y adaptación frente a escenarios cambiantes del entorno.

2.4. Valores corporativos

- **Calidad:** Garantizar estándares de inocuidad y excelencia en los productos.
- **Compromiso:** Mantener relaciones sostenibles con productores, clientes y colaboradores.
- **Responsabilidad:** Operar bajo principios de sostenibilidad económica y social.
- **Adaptabilidad:** Fortalecer capacidad de respuesta frente a cambios del entorno.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Trabajo en equipo: Promover coordinación eficiente entre actores de la cadena.

2.5. Actividades

Lácteos del Valle desarrolla sus operaciones a lo largo de la cadena de valor láctea, integrando actividades de abastecimiento, procesamiento, conservación, distribución y soporte técnico. Esta articulación operativa le permite mantener un flujo continuo desde la recolección de leche cruda hasta la entrega de productos terminados al mercado, bajo criterios de calidad, inocuidad y eficiencia logística.

Tabla 2 Principales actividades

Actividades principales	
Actividad	Descripción
Recolección de leche cruda	Comprende la captación de leche en fincas proveedoras y centros de acopio, la coordinación con productores y la programación de rutas de retiro para garantizar el abastecimiento oportuno de materia prima.
Procesamiento industrial	Incluye la recepción, análisis, filtrado, estandarización, pasteurización o tratamiento UHT, así como las operaciones de transformación necesarias para convertir la leche cruda en productos aptos para el consumo.
Producción de derivados lácteos	Abarca la elaboración de yogures, quesos frescos, bebidas lácteas y otros derivados, incorporando procesos de fermentación, formulación, maduración, envasado y control de especificaciones técnicas.
Almacenamiento refrigerado	Corresponde a la conservación de materia prima, productos intermedios y productos terminados en condiciones controladas de temperatura, con el fin de preservar la calidad, inocuidad y vida útil del portafolio.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Comercialización y distribución	Comprende la gestión de pedidos, asignación de clientes, preparación de despachos, distribución física de productos y seguimiento del cumplimiento de entregas hacia los diferentes canales comerciales.
Marcas y líneas comerciales	
Elemento	Descripción
Marca corporativa	Lácteos del Valle se presenta como una marca orientada a calidad, confianza, disponibilidad y cercanía con productores y consumidores dentro del mercado nacional.
Posicionamiento comercial	La marca se orienta a un segmento de consumo masivo y abastecimiento institucional, combinando atributos de frescura, inocuidad, continuidad de suministro y cobertura regional.
Proyección de portafolio	Su línea comercial busca equilibrar productos básicos de alta rotación con productos de mayor valor agregado, lo que favorece la diversificación de ingresos y la adaptación a distintos segmentos del mercado.
Principales productos	
Producto	Descripción
Leche pasteurizada	Producto básico de consumo diario obtenido mediante tratamiento térmico de pasteurización y distribuido bajo cadena de frío, dirigido principalmente al mercado urbano y familiar.
Leche UHT	Leche sometida a ultra alta temperatura y envasado aséptico, con mayor vida útil y facilidad de almacenamiento, adecuada para canales comerciales con rotación extendida.
Yogures	Productos fermentados elaborados a base de leche, disponibles en distintas presentaciones y sabores, orientados al consumo individual, familiar e institucional.
Bebidas lácteas	Productos líquidos formulados a partir de leche o suero, complementados con saborizantes u otros componentes, diseñados

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

	para ampliar el portafolio y responder a preferencias diferenciadas del consumidor.
Quesos frescos	Derivados lácteos de alta rotación y corta maduración, con demanda constante en mercados locales y regionales, que requieren control estricto de temperatura y tiempos de distribución.
Derivados funcionales	Productos enriquecidos o formulados con componentes funcionales, como probióticos, vitaminas u otros atributos nutricionales, orientados a segmentos de mayor valor agregado.
Servicios complementarios	
Servicio	Descripción
Asistencia técnica a productores	Acompañamiento técnico dirigido a los proveedores primarios para fortalecer prácticas de ordeño, manejo sanitario, alimentación y calidad de la leche cruda.
Control de calidad de materia prima	Evaluación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y de inocuidad de la leche recibida, con el fin de asegurar el cumplimiento de estándares internos y normativos.
Soporte logístico de abastecimiento	Coordinación operativa del retiro, transporte y recepción de materia prima, incluyendo programación de rutas, tiempos de entrega y capacidad de respuesta ante contingencias.

Desde la recolección de leche cruda hasta la venta y distribución de los productos acabados, la Tabla 2 resume las acciones que componen la cadena de valor de Lácteos del Valle. Su exposición permite reconocer la interdependencia que existe entre el suministro, procesamiento, almacenamiento y entrega al cliente. Se determina que la coordinación constante entre estos procesos es esencial para la continuidad de las operaciones de la empresa; por lo tanto, si se interrumpe alguno de ellos, puede haber un impacto en el rendimiento total de la cadena de suministro.

2.6. Ubicación de la sede

La sede administrativa principal de Lácteos del Valle se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador. Esta localización resulta estratégica por su cercanía a centros de comercialización, acceso a infraestructura vial y conectividad con los principales corredores logísticos nacionales, lo que facilita la coordinación comercial, administrativa y operativa de la empresa.

Tabla 3 *Ubicación de la sede*

Elemento	Descripción
Ciudad sede	Quito, Ecuador.
Función principal	Concentración de actividades administrativas, comerciales, de planificación y coordinación corporativa.
Ventaja estratégica	Proximidad a mercados de alto consumo, conectividad vial nacional y acceso a servicios empresariales y logísticos.

La Tabla 3 se emplea para describir la ubicación administrativa de la compañía y su relevancia en el marco de la coordinación de la cadena de suministro. Los datos muestran que Quito brinda cercanía a rutas viales estratégicas, mercados de gran consumo y servicios para empresas. Por consiguiente, se infiere que el emplazamiento de la sede contribuye a la planificación y administración comercial; no obstante, la continuidad de las operaciones está igualmente supeditada a la conexión con los centros de procesamiento y las áreas productivas.

2.7. Ubicación de las operaciones

Las operaciones de abastecimiento y recolección se desarrollan en distintas zonas ganaderas de la región Sierra, donde se concentra una parte importante de la producción lechera. La planta principal de procesamiento se ubica estratégicamente cerca de corredores logísticos nacionales para

facilitar tanto el ingreso de materia prima como la distribución de productos terminados hacia mercados urbanos y semiurbanos del país.

Tabla 4 *Ubicación de las operaciones*

Componente operativo	Ubicación o alcance	Descripción
Abastecimiento y recolección	Zonas ganaderas de la región Sierra	Área de captación de leche cruda mediante productores asociados y rutas de acopio primario.
Planta de procesamiento	Zona estratégica cercana a corredores logísticos	Localización orientada a reducir tiempos de transporte, facilitar el acceso a materia prima y optimizar la distribución.
Red comercial	Cobertura nacional en mercados urbanos y semiurbanos	Alcance de distribución hacia clientes mayoristas, minoristas e institucionales en distintas ciudades del país.

La Tabla 4 facilita la observación de cómo están distribuidos a nivel territorial los principales componentes operativos de la compañía. Se constata que la planta y la red comercial se conectan con mercados nacionales y corredores logísticos, en tanto que el suministro está concentrado en áreas ganaderas de la región Sierra. Por lo tanto, esta configuración permite una cobertura comercial más sencilla. Sin embargo, también aumenta la vulnerabilidad de la cadena frente a interrupciones viales, cambios climáticos y alteraciones en los tiempos de tránsito.

2.8. Propiedad y forma jurídica

Lácteos del Valle opera bajo la figura jurídica de sociedad anónima (S.A.), con una estructura organizacional orientada a la toma de decisiones centralizada y a la coordinación operativa integrada entre abastecimiento, producción, logística y comercialización. La empresa se desenvuelve dentro del

marco formal del sector agroindustrial ecuatoriano, cumpliendo las regulaciones sanitarias, comerciales y productivas aplicables a la industria láctea.

2.9. Mercados

La empresa orienta sus operaciones principalmente al mercado nacional, atendiendo distintos canales de comercialización que le permiten diversificar riesgo comercial y ampliar cobertura. La mayor concentración de la demanda se ubica en ciudades de alta densidad poblacional y actividad económica, donde existe un consumo sostenido de productos lácteos y una mayor dinámica de distribución.

Tabla 5 Mercados

Segmento o mercado	Descripción
Supermercados	Canal formal de venta con altos requerimientos de abastecimiento, cumplimiento de entregas y estandarización de producto.
Distribuidores mayoristas	Intermediarios que permiten ampliar cobertura geográfica y atender mercados secundarios con mayor eficiencia comercial.
Tiendas minoristas	Canal de proximidad con alta rotación de productos de consumo diario y presencia en barrios y zonas urbanas intermedias.
Canal institucional	Abastecimiento a organizaciones, establecimientos y entidades que requieren volumen, regularidad y cumplimiento de especificaciones.
Ubicación de sus actividades de negocio	
Ciudad	Caracterización
Quito	Principal centro de comercialización y nodo estratégico de distribución.
Guayaquil	Mercado de alta demanda y conexión relevante para cobertura costa.
Cuenca	Plaza urbana de consumo consolidado con potencial de distribución regional.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Ambato	Ciudad estratégica por su ubicación intermedia y conexión con corredores logísticos.
---------------	--

Con el fin de entender la estructura de su demanda y las necesidades logísticas de cada canal, Lácteos del Valle ofrece en la Tabla 5 los segmentos comerciales y las ciudades más importantes que atiende. Las tiendas minoristas, los supermercados, los clientes institucionales y los distribuidores necesitan distintos grados de cumplimiento, frecuencia y volumen. Se llega a la conclusión de que diversificar el comercio reduce la dependencia de un único mercado, si bien incrementa la complejidad del inventario, la planificación y la distribución.

2.10. Tamaño de la organización

Para fines metodológicos, Lácteos del Valle se clasifica como una empresa mediana del sector agroindustrial. Esta clasificación responde a una capacidad instalada suficiente para atender demanda regional y nacional, así como a una estructura operativa que combina procesamiento industrial, red de abastecimiento primario y distribución comercial en varios mercados. El tamaño organizacional permite analizar vulnerabilidades y estrategias de resiliencia propias de una empresa con operaciones integradas.

2.11. Empleados

La organización cuenta con personal distribuido en áreas funcionales clave que sostienen el funcionamiento de la cadena de suministro. Además del talento humano directo, mantiene vínculos operativos con productores ganaderos, transportistas y proveedores externos, quienes cumplen un papel fundamental en la continuidad del abastecimiento y la ejecución logística.

Tabla 6 Empleados

Área o vínculo laboral	Descripción
Producción	Personal encargado de procesos industriales, transformación, envasado y control operativo de planta.
Abastecimiento	Equipo responsable de coordinación con proveedores, programación de acopio y aseguramiento de materia prima.
Calidad	Personal dedicado al control de calidad, inocuidad, validación de procesos y cumplimiento de estándares técnicos.
Administración	Área orientada a planificación, finanzas, gestión documental, recursos y soporte corporativo.
Logística y distribución	Equipo encargado de almacenamiento, despacho, transporte, ruteo y seguimiento de entregas.
Productores ganaderos	Actores vinculados indirectamente a la empresa como proveedores primarios de leche cruda.
Transportistas y proveedores externos	Prestadores de servicios y suministros necesarios para la operación logística, productiva y comercial.

Los actores externos y las áreas internas que participan en el funcionamiento de la cadena de suministro son determinados por la Tabla 6. De acuerdo con los datos, la producción, el suministro, la calidad, la logística y la administración están directamente vinculados con los proveedores, los ganaderos y los transportistas. Se concluye que la continuidad operativa no es solo resultado del personal interno, sino que también depende de cómo se coordinen y respondan los participantes externos relacionados con la distribución y el aprovisionamiento.

2.12. Procesos clave relacionados con el objetivo propuesto

Los procesos clave relacionados con el objetivo de investigación corresponden a aquellos eslabones de la cadena que presentan mayor sensibilidad frente a disrupciones climáticas y que, al mismo tiempo, tienen incidencia directa sobre el desempeño logístico y financiero de la empresa. Su

análisis resulta fundamental para identificar vulnerabilidades, diseñar estrategias de resiliencia y evaluar la continuidad operativa ante escenarios de interrupción.

Tabla 7 *Procesos clave*

Proceso clave	Descripción
Abastecimiento primario	Comprende la coordinación con productores, programación de acopio y disponibilidad de leche cruda como base del proceso industrial.
Recolección de leche cruda desde productores	Incluye el retiro físico de la materia prima en fincas y centros de acopio, con dependencia de condiciones viales y climáticas.
Transporte y logística	Corresponde al traslado de materia prima y producto terminado, así como a la gestión de rutas, tiempos y medios de movilización.
Procesamiento industrial	Abarca la transformación, tratamiento térmico, formulación, empaque y aseguramiento de inocuidad de los productos lácteos.
Gestión de inventarios	Incluye la administración de stock de materia prima, insumos y producto terminado para sostener continuidad operativa y nivel de servicio.
Distribución	Comprende la entrega al canal comercial, cumplimiento de pedidos y servicio al cliente en distintos mercados y puntos de consumo.

La Tabla 7 se usa para reconocer aquellos procesos que tienen una relación directa con la meta de crear un modelo de resiliencia. Los procesos de recolección, procesamiento, transporte, distribución, inventarios y abastecimiento son las principales conexiones de la cadena. Por lo tanto, se llega a la conclusión de que estos procesos deben enfocarse en las acciones de prevención, monitoreo y contingencia, ya que un error en cualquiera de ellas puede tener un impacto acumulativo en el costo operativo y el nivel de servicio.

2.13. Principales cifras que definen a la empresa

Dado que Lácteos del Valle constituye una empresa construida con fines metodológicos, los indicadores presentados a continuación tienen carácter referencial y han sido estructurados para contextualizar su tamaño operativo, su desempeño base y las condiciones sobre las cuales se desarrolla el análisis de resiliencia. Estas cifras permiten representar el comportamiento esperado de una empresa mediana del sector lácteo ecuatoriano y establecer una línea base útil para la simulación de escenarios y la evaluación de vulnerabilidades logísticas.

Tabla 8 Principales cifras e indicadores referenciales de Lácteos del Valle

Categoría	Indicador	Valor referencial	Interpretación operativa
Operación	Productores asociados	180-220	Refleja una red de abastecimiento primaria de tamaño medio con dependencia significativa del entorno rural y climático.
Operación	Centros de acopio	6	Muestra una estructura descentralizada de recepción de leche, con necesidad de coordinación logística permanente.
Operación	Capacidad de procesamiento diaria	80.000 litros/día	Indica una escala de producción suficiente para atender mercados regionales y nacionales con operaciones continuas.
Operación	SKU principales	25-35	Evidencia un portafolio diversificado que exige sincronización entre producción, inventario y distribución.
Distribución	Cobertura geográfica	Sierra y Costa	Señala un alcance comercial interregional que incrementa la complejidad logística y la exposición a interrupciones.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Distribución	Clientes activos	~450	Representa una base comercial amplia que demanda estabilidad en abastecimiento y nivel de servicio.
Logística	Lead time promedio	4-5 días	Permite dimensionar el tiempo logístico estándar de respuesta desde la preparación hasta la entrega del pedido.
Logística	OTIF	88%	Expresa un nivel de cumplimiento inferior al deseable para cadenas que requieren alta confiabilidad de servicio.
Logística	Fill rate	89%	Refleja la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda requerida con inventario disponible.
Logística	Recovery time	>15 días	Indica una recuperación lenta frente a eventos disruptivos, lo que justifica la necesidad de un modelo de resiliencia.
Inventario	Cobertura de inventario	7-10 días	Muestra el margen operativo disponible para responder a retrasos de abastecimiento o variaciones de demanda.
Talento humano	Empleados directos	180-220	Sugiere una estructura organizacional mediana con recursos humanos distribuidos en áreas críticas del negocio.
Talento humano	Empleo indirecto	>300	Representa el efecto extendido de la operación sobre actores externos vinculados a producción y logística.

La Tabla 8 fija un estándar de referencia acerca del tamaño, la capacidad y el rendimiento operativo de Lácteos del Valle. Los datos vinculados a los centros de recolección, la capacidad de procesamiento, los clientes, la cobertura, los tiempos logísticos y los productores posibilitan la representación de una compañía mediana con operaciones interregionales. Se determina que la

organización tiene una estructura adecuada para cubrir varios mercados, pero su extensión operativa requiere también una coordinación más elevada y mecanismos de resiliencia ante interrupciones.

2.14. Modelo de negocio

Lácteos del Valle opera bajo un modelo híbrido B2B y B2C, combinando producción industrial con comercialización a intermediarios y consumidor final. Se sustenta la propuesta de valor en la calidad del producto, la disponibilidad permanente y también la continuidad del abastecimiento, elementos que resultan decisivos en una industria donde la frescura, el cumplimiento y la confiabilidad comercial tienen alta relevancia competitiva.

Tabla 9 *Modelo de negocio*

Elemento	Descripción
Tipo de modelo	B2B y B2C híbrido.
Enfoque comercial	Atención simultánea a intermediarios, distribuidores, canal institucional y consumidor final.
Propuesta de valor	Calidad, disponibilidad y continuidad de abastecimiento como atributos centrales del negocio.

La Tabla 9 permite resumir el modelo híbrido de negocio que emplea la organización. La propuesta de valor se centra en la continuidad del suministro, la calidad y la disponibilidad, mientras que atender simultáneamente a los consumidores finales y a los mercados empresariales aumenta las fuentes de ingresos y el alcance comercial. Por lo tanto, se deduce que la satisfacción del cliente final y la relación con los intermediarios pueden verse afectadas por las interrupciones logísticas; así, el cumplimiento logístico es un elemento esencial dentro del modelo de negocio.

2.15. Grupos de interés internos y externos

La operación de Lácteos del Valle involucra diversos grupos de interés que inciden en su desempeño y sostenibilidad. La articulación entre actores internos y externos resulta particularmente relevante debido a que la resiliencia de la cadena de suministro depende del grado de coordinación, respuesta y alineación entre todos los participantes del sistema.

Tabla 10 Grupos de interés internos y externos

Tipo	Actor	Descripción
Interno	Accionistas	Aportan capital, direccionamiento estratégico y expectativas de rentabilidad y sostenibilidad empresarial.
Interno	Directivos	Toman decisiones estratégicas y coordinan la gestión integral de la organización.
Interno	Trabajadores	Ejecutan actividades operativas, técnicas y administrativas necesarias para el funcionamiento diario de la empresa.
Interno	Área logística	Gestiona abastecimiento, almacenamiento, transporte, distribución y cumplimiento del servicio.
Interno	Producción	Asegura la transformación industrial de la leche y la disponibilidad del portafolio de productos.
Externo	Productores ganaderos	Constituyen la base del abastecimiento primario y un actor crítico en la estabilidad de la cadena.
Externo	Clientes	Reciben los productos de la empresa y condicionan la exigencia de servicio, calidad y disponibilidad.
Externo	Distribuidores	Facilitan cobertura comercial y expansión geográfica del portafolio hacia diferentes mercados.
Externo	Consumidores	Determinan la demanda final y la aceptación del portafolio comercial ofrecido por la empresa.
Externo	Autoridades regulatorias	Supervisan el cumplimiento de normas sanitarias, comerciales y productivas del sector.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La Tabla 10 señala los grupos de interés que afectan la actuación y la sustentabilidad de la empresa. Los actores internos están involucrados en la ejecución, el liderazgo y la planificación de las acciones, mientras que los clientes, los distribuidores, los productores, los consumidores y las autoridades tienen un impacto en el abastecimiento, la comercialización y la observancia de las normas.

Se infiere que para lograr la resiliencia de la cadena es necesario que estos participantes coordinen sus acciones de forma integral, pues sus decisiones y habilidades para responder tienen el potencial de potenciar o restringir la continuidad operativa.

Capítulo 3. Marco Teórico

Una vez caracterizada la organización y sus grupos de interés, resulta necesario revisar las bases conceptuales que sustentarán el diagnóstico y la propuesta posterior. Los fundamentos conceptuales y técnicos que sustentan la investigación se desarrollan en el presente capítulo; permitiendo comprender la relación entre resiliencia; riesgo climático; continuidad operativa y desempeño logístico dentro de cadenas de suministro agroindustriales. Debido a la naturaleza del problema de investigación; el análisis integra enfoques provenientes de la gestión estratégica de la cadena de suministro; resiliencia organizacional; gestión del riesgo; planeación logística.

El objetivo del marco teórico no consiste únicamente en definir conceptos; sino en establecer relaciones funcionales entre las herramientas existentes y su aplicación dentro del contexto operativo de Lácteos del Valle. El capítulo se orienta hacia la construcción de un sustento técnico que permita justificar metodológicamente el diseño del modelo de resiliencia propuesto.

3.1. Supply Chain Management (SCM)

Constituye un enfoque estratégico la gestión de la cadena de suministro para coordinar el flujo eficiente de materiales y los recursos financieros desde el proveedor primario hasta el consumidor final. La cadena de suministro se debe interpretar como un sistema integrado donde las decisiones tomadas en un eslabón repercuten sobre el desempeño global de la organización.

El propósito central del Supply Chain Management (SCM) consiste en maximizar valor para el cliente mientras se optimiza el costo total del sistema. En términos operativos, la gestión de la cadena implica coordinación entre: Abastecimiento, Transporte, Almacenamiento, Producción, Distribución, Servicio.

En industrias altamente sensibles al tiempo y a la perecibilidad; como el sector lácteo; el desempeño del sistema depende; de la sincronización entre abastecimiento y transformación industrial. Una interrupción parcial dentro de cualquier eslabón puede generar efectos acumulativos sobre inventarios, capacidad instalada, costos logísticos y nivel de servicio. Por ello, la gestión moderna de supply chain ha evolucionado desde una lógica puramente eficiente hacia modelos orientados también a resiliencia y continuidad operativa.

3.2. Cadena de suministro agroindustrial

Las cadenas agroindustriales presentan condiciones particulares que incrementan complejidad operativa. Entre sus principales características destacan:

- Dependencia ambiental: La disponibilidad de materia prima depende de factores biológicos y climáticos.
- Perecibilidad: Los productos poseen tiempos limitados de conservación.
- Dispersión territorial: Los proveedores suelen ubicarse en múltiples regiones geográficas.
- Variabilidad operativa: Existe fluctuación permanente en producción, demanda y calidad.

Estas características convierten a la industria láctea en un sector especialmente vulnerable frente a disrupciones externas. Los modelos tradicionales basados únicamente en eficiencia presentan limitaciones para responder a escenarios de incertidumbre prolongada.

3.3. Resiliencia de la cadena de suministro

El concepto de resiliencia ha adquirido creciente relevancia dentro de la gestión logística debido al aumento de eventos disruptivos que afectan la estabilidad de las operaciones. Desde un enfoque tradicional, muchas organizaciones priorizaron eficiencia extrema mediante reducción de

costos, minimización de inventarios y consolidación de proveedores. No obstante, esta lógica ha demostrado vulnerabilidades importantes. Una red altamente optimizada puede funcionar adecuadamente en entornos estables, pero volverse frágil ante perturbaciones inesperadas. La resiliencia emerge como una capacidad complementaria a la eficiencia. No busca reemplazarla, busca equilibrarla

3.3.1. Componentes de resiliencia en supply chain

La resiliencia logística puede entenderse a partir de cinco capacidades fundamentales que permiten a las organizaciones responder de mejor manera frente a interrupciones dentro de la cadena de suministro.

a) Capacidad de anticipación

Corresponde a la habilidad de identificar amenazas potenciales antes de que estas se materialicen y afecten la operación. Esta capacidad implica mecanismos de monitoreo de riesgos, analítica predictiva y vigilancia de variables críticas, permitiendo una toma de decisiones más preventiva. En el caso de Lácteos del Valle, esto supone monitorear condiciones climáticas; disponibilidad hídrica y vulnerabilidad vial; debido al impacto que estos factores tienen sobre abastecimiento y logística.

b) Capacidad de absorción

Se refiere a la habilidad del sistema para mantener continuidad operativa aun bajo condiciones adversas o escenarios disruptivos. Esta capacidad permite reducir el impacto inmediato de las interrupciones y sostener niveles mínimos de funcionamiento. La capacidad de absorción puede fortalecerse mediante inventarios de seguridad; capacidad redundante y alternativas de

abastecimiento que permitan responder frente a disminuciones temporales de suministro o afectaciones logísticas.

c) Capacidad adaptativa

Representa la flexibilidad de la organización para reconfigurar decisiones operativas frente a cambios del entorno. Una cadena de suministro adaptable puede modificar rápidamente sus procesos para responder a interrupciones o variaciones de demanda. Esta capacidad incluye mecanismos como rutas logísticas contingentes, sustitución de proveedores y ajustes en programación operativa, permitiendo reducir afectaciones sobre continuidad del servicio.

d) Capacidad de recuperación

Se relaciona con el tiempo requerido para restablecer niveles normales de operación después de una interrupción. Mientras menor sea el tiempo de recuperación, mayor será la capacidad resiliente de la organización frente a eventos disruptivos. En este contexto, la recuperación no solo implica reiniciar operaciones, sino también minimizar impactos financieros y logísticos derivados de la interrupción.

e) Capacidad de aprendizaje

Consiste en transformar experiencias previas y eventos disruptivos en mecanismos de mejora continua y prevención futura. Las organizaciones resilientes analizan interrupciones ocurridas, documentan aprendizajes y ajustan progresivamente sus procesos operativos. Esta capacidad permite fortalecer preparación organizacional y desarrollar respuestas más eficientes frente a futuros escenarios de riesgo.

Figura 3 *Componentes de resiliencia en supply chain*



3.3.2. Resiliencia versus eficiencia

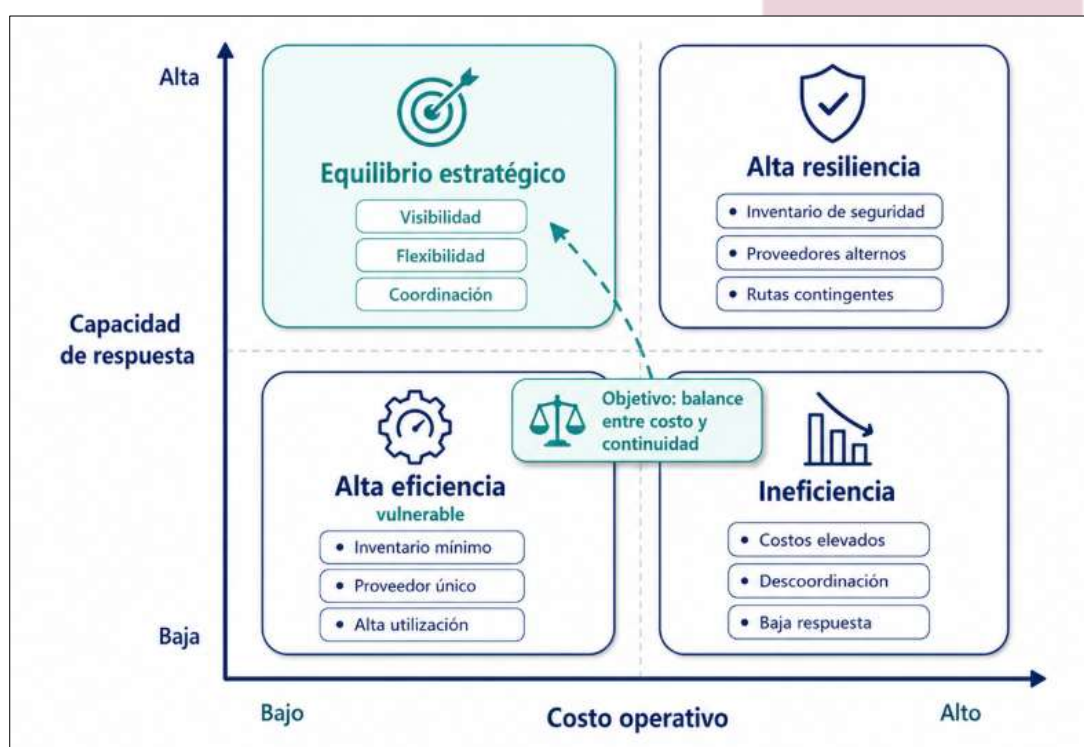
Uno de los principales debates dentro del supply chain management se relaciona con la tensión existente entre eficiencia operativa y resiliencia organizacional. Tradicionalmente, muchas cadenas de suministro han sido diseñadas bajo criterios de eficiencia, priorizando la reducción de costos, optimización de recursos y maximización del uso de activos disponibles.

Las cadenas eficientes buscan mantener niveles bajos de inventario, menores costos operativos y alta utilización de capacidad instalada, para reducir desperdicios y mejorar rentabilidad. Sin embargo, aunque este enfoque puede generar beneficios financieros en condiciones normales de operación, también reduce los márgenes de maniobra frente a eventos disruptivos, incrementando vulnerabilidad ante interrupciones del abastecimiento, problemas logísticos o cambios inesperados del entorno.

Por otro lado, una cadena de suministro resiliente incorpora mecanismos de protección que permiten sostener continuidad operativa frente a escenarios adversos. Esto implica el uso de redundancias estratégicas, como inventarios de seguridad, proveedores alternativos, rutas logísticas contingentes o capacidad operativa flexible.

La decisión organizacional no consiste en elegir exclusivamente entre eficiencia o resiliencia, sino en encontrar un equilibrio operativo y financiero entre ambas dimensiones, permitiendo optimizar costos sin comprometer continuidad del negocio. En industrias críticas y altamente sensibles a interrupciones, como la industria láctea, este balance resulta especialmente importante por la naturaleza perecible, dependencia climática y necesidad de mantener abastecimiento continuo hacia el mercado.

Figura 4 Eficiencia vs Resiliencia: el equilibrio estratégico



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.4. Gestión de riesgos en la cadena de suministro

El riesgo en la cadena de suministro (supply chain) puede describirse como la posibilidad de que sucedan sucesos que puedan interrumpir el flujo habitual de información, recursos financieros o materiales, lo cual afectaría negativamente el funcionamiento operativo de una empresa. La gestión de riesgos en supply chain tiene como propósito principal identificar posibles eventos de interrupción, evaluar su nivel de probabilidad e impacto, implementar medidas de mitigación y facilitar la recuperación de la operación cuando las afectaciones no puedan evitarse completamente.

Dentro de cadenas agroindustriales, los riesgos suelen clasificarse en diferentes categorías según su origen y nivel de afectación. Por su parte, los riesgos logísticos comprenden bloqueos, fallas de transporte e infraestructura deficiente, generando retrasos en abastecimiento y distribución. Existen riesgos operativos; relacionados con fallas de producción; deterioro de calidad o interrupciones dentro de los procesos industriales; así como riesgos de mercado; asociados a fluctuaciones de demanda.

En el caso de Lácteos del Valle, los riesgos climáticos representan la principal fuente de incertidumbre, debido a la alta dependencia de la producción ganadera y las condiciones de accesibilidad rural. Su impacto afecta simultáneamente el abastecimiento de leche, los procesos de transporte y la disponibilidad operativa, incrementando vulnerabilidad dentro de la cadena de suministro y justificando la necesidad de un enfoque resiliente para prevención y recuperación.

3.5. Modelo SCOR como herramienta diagnóstica

El modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference) es de los más utilizados para analizar y evaluar el desempeño de las cadenas de suministro. Su propósito principal consiste en estandarizar procesos logísticos, facilitar el análisis organizacional e identificar oportunidades de mejora dentro de

la operación, permitiendo medir el desempeño mediante indicadores estructurados y comparables (APICS, 2017). El modelo se estructura sobre seis procesos fundamentales que representan las principales actividades dentro de una cadena de suministro. El proceso Source (Abastecimiento) comprende adquisición de materias primas y gestión de proveedores. Por su parte, Make (Producción) se relaciona con transformación industrial y ejecución operativa.

El proceso Deliver (Distribución) contempla almacenamiento, transporte y entrega de productos hacia clientes, mientras que Return (Devoluciones) se orienta a la gestión de productos retornados o no conformes. Finalmente, el proceso Enable (Habilitación o soporte) integra actividades de soporte tecnológico, gestión de información y mecanismos organizacionales necesarios para el funcionamiento eficiente de la cadena de suministro. Además de analizar procesos, el modelo SCOR permite evaluar desempeño mediante cinco atributos clave, los cuales facilitan una visión integral de la operación:

- Reliability (Confiabilidad): capacidad de cumplir pedidos en tiempo, cantidad y calidad esperada.
- Responsiveness (Capacidad de respuesta): velocidad con la que la cadena responde frente a requerimientos operativos.
- Agility (Agilidad): capacidad de adaptación ante cambios o interrupciones inesperadas.
- Cost (Costo): eficiencia económica de las operaciones logísticas y productivas.
- Asset Management (Gestión de activos): utilización eficiente de inventarios, infraestructura y recursos disponibles.

En Esta investigación; el modelo SCOR servirá como herramienta diagnóstica para identificar vulnerabilidades dentro de la cadena de suministro de Lácteos del Valle y evaluar el impacto de la propuesta resiliente planteada.

3.6. Estrategias Push y Pull en la cadena de suministro

Las estrategias de abastecimiento y planificación constituyen uno de los componentes más relevantes dentro del desempeño de la cadena de suministro; niveles de inventario; capacidad de respuesta y costos operativos. Tradicionalmente, las organizaciones han operado bajo dos enfoques predominantes: sistemas Push y sistemas Pull (Ivo Nunes, 2022).

Figura 5 *Modelo SCOR*



3.6.1. Estrategia Push

La estrategia Push se caracteriza por operar bajo pronósticos de demanda, donde la producción y el abastecimiento se ejecutan de manera anticipada a partir de estimaciones históricas, proyecciones comerciales y patrones de consumo. Entre sus principales ventajas se encuentran la disponibilidad continua de productos, reducción del riesgo de desabastecimiento y mayor estabilidad productiva, debido a que la operación se planifica anticipadamente y permite mantener niveles de abastecimiento relativamente constantes.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

No obstante, la estrategia Push también presenta ciertas limitaciones; principalmente sobre el incremento de inventarios; mayores costos de almacenamiento y riesgo de obsolescencia o desperdicio. Dentro del contexto de la industria láctea, un modelo exclusivamente Push puede resultar problemático debido a la naturaleza perecible de los productos y a la sensibilidad de la demanda frente a cambios del entorno. En estos casos, errores en los pronósticos pueden generar pérdidas asociadas a sobreproducción, vencimiento de inventarios o incrementos innecesarios de costos operativos.

3.6.2. Estrategia Pull

La estrategia Pull opera bajo una lógica opuesta al enfoque Push, ya que las decisiones de producción y abastecimiento se activan a partir de la demanda real del mercado. En este sistema, los procesos productivos responden a requerimientos específicos del cliente o al comportamiento efectivo de consumo, reduciendo la necesidad de mantener altos niveles de inventario. Entre sus principales ventajas destacan la reducción de almacenamiento, disminución de desperdicios y una mayor eficiencia operativa, debido a un mejor aprovechamiento del capital de trabajo y una menor acumulación de inventarios innecesarios.

Sin embargo, los sistemas Pull también presentan ciertas limitaciones, particularmente en contextos de alta incertidumbre o interrupciones del abastecimiento. La dependencia de la demanda inmediata y la ausencia de inventarios de respaldo pueden incrementar vulnerabilidad operativa, generando quiebres de stock cuando existen retrasos logísticos, problemas de abastecimiento o cambios abruptos en el comportamiento del mercado. En industrias sensibles como la industria láctea; un enfoque exclusivamente Pull puede generar riesgos importantes sobre continuidad operativa; donde la falta de disponibilidad puede afectar cumplimiento comercial y niveles de servicio hacia clientes.

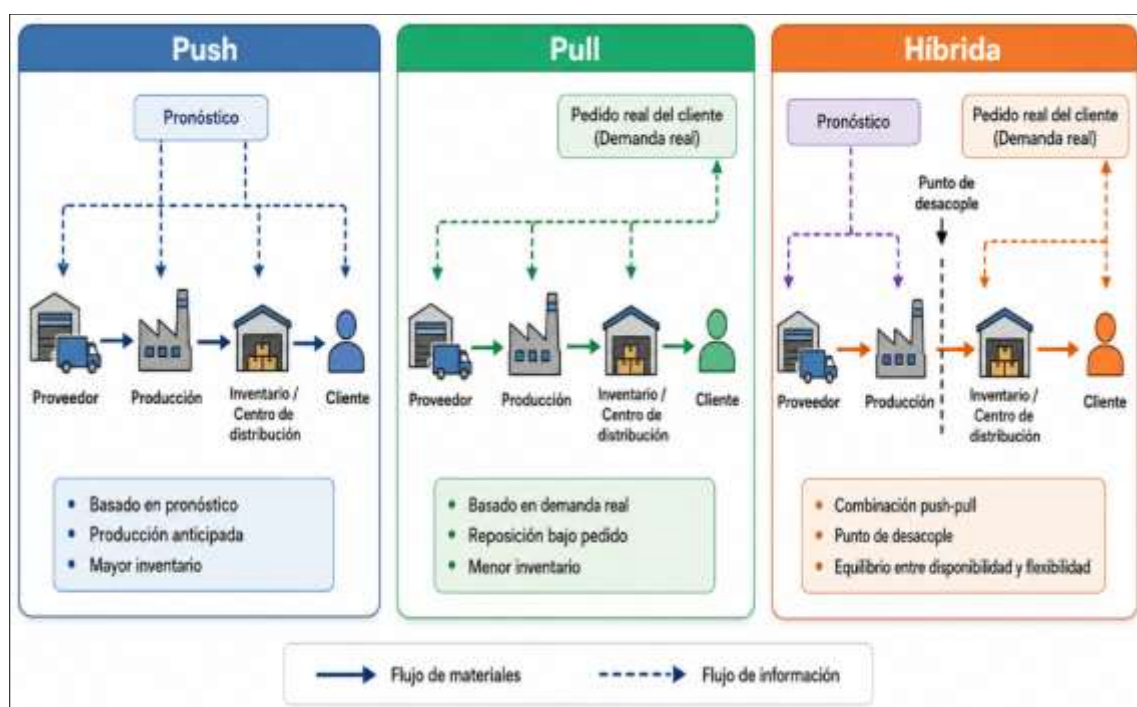
3.6.3. Estrategia híbrida Push–Pull

Debido a las limitaciones operativas que presentan los enfoques Push y Pull cuando se aplican de manera aislada; capaces de combinar eficiencia operativa con mayor capacidad de respuesta frente a cambios del entorno. La estrategia híbrida Push–Pull integra ambos enfoques dentro de la cadena de suministro, asignando diferentes lógicas de planificación según las características de los productos y comportamiento de la demanda. En este modelo, el enfoque Push se utiliza para productos de alta rotación y abastecimiento crítico, donde resulta prioritario garantizar disponibilidad continua y estabilidad operativa.

Para Lácteos del Valle, la implementación de una estrategia híbrida representa una alternativa técnicamente viable, considerando tanto la naturaleza perecible de los productos como la necesidad de mantener continuidad del abastecimiento. En este sentido, productos esenciales como leche UHT y leche pasteurizada podrían operar bajo una lógica Push, apoyada por inventarios de seguridad que permitan absorber interrupciones temporales del suministro y reducir riesgos de desabastecimiento.

En contraste, productos de comportamiento más variable o líneas especializadas podrían gestionarse mediante mecanismos Pull; ajustando producción y abastecimiento según niveles reales de demanda y evitando acumulaciones innecesarias de inventario. Este enfoque híbrido permite reducir simultáneamente el riesgo de quiebres de stock; sobreinventario y costos extraordinarios; fortaleciendo además la capacidad adaptativa de la organización frente a disrupciones climáticas y operativas.

Figura 6 Comparación estrategias Push, Pull e Híbrida



3.7. Gestión de inventarios en entornos de incertidumbre

La gestión de inventarios es uno de los mecanismos más relevantes para garantizar continuidad operativa dentro de cadenas de suministro expuestas a escenarios de incertidumbre. Su función principal consiste en encontrar un equilibrio entre dos objetivos tradicionalmente conflictivos: minimizar costos operativos y garantizar disponibilidad de producto, permitiendo mantener niveles adecuados de servicio sin generar sobrecostos innecesarios.

En contextos estables, muchas organizaciones operan bajo políticas de inventario reducidas, orientadas a maximizar eficiencia financiera y disminuir costos de almacenamiento. Sin embargo, cuando existen escenarios de incertidumbre o alta variabilidad operativa, una política excesivamente ajustada puede incrementar vulnerabilidad sistémica, elevando el riesgo de quiebres de stock, interrupciones productivas o incumplimientos comerciales. Dentro del contexto de la industria láctea, la gestión de inventarios adquiere una complejidad adicional debido a características propias del

sector, entre las que destacan la perecibilidad del producto, variabilidad del abastecimiento, restricciones de almacenamiento refrigerado y sensibilidad de la demanda.

Por esta razón, el diseño de inventarios resilientes debe responder a una lógica adaptativa, capaz de ajustarse a cambios del entorno y variaciones del abastecimiento. En este sentido, la gestión resiliente no implica mantener inventarios elevados de forma indiscriminada, sino definir niveles óptimos de stock que permitan absorber interrupciones temporales sin generar costos excesivos de almacenamiento o desperdicio. Para el caso de Lácteos del Valle; es relevante debido a la influencia de factores climáticos sobre el abastecimiento de leche y la necesidad de garantizar continuidad operativa frente a posibles disrupciones en la cadena de suministro.

3.7.1. Modelo EOQ (Economic Order Quantity)

El modelo EOQ (Economic Order Quantity) constituye una de las herramientas más utilizadas en la gestión de inventarios, ya que permite determinar el tamaño óptimo de pedido que minimiza los costos totales asociados al abastecimiento y al mantenimiento de existencias. Su utilidad radica en establecer un equilibrio entre el costo de ordenar y el costo de mantener inventario, aportando una base técnica para la toma de decisiones sobre reabastecimiento.

La formulación clásica del modelo se expresa de la siguiente manera:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

D = demanda anual;

S = costo por pedido;

H = costo anual de mantenimiento por unidad.

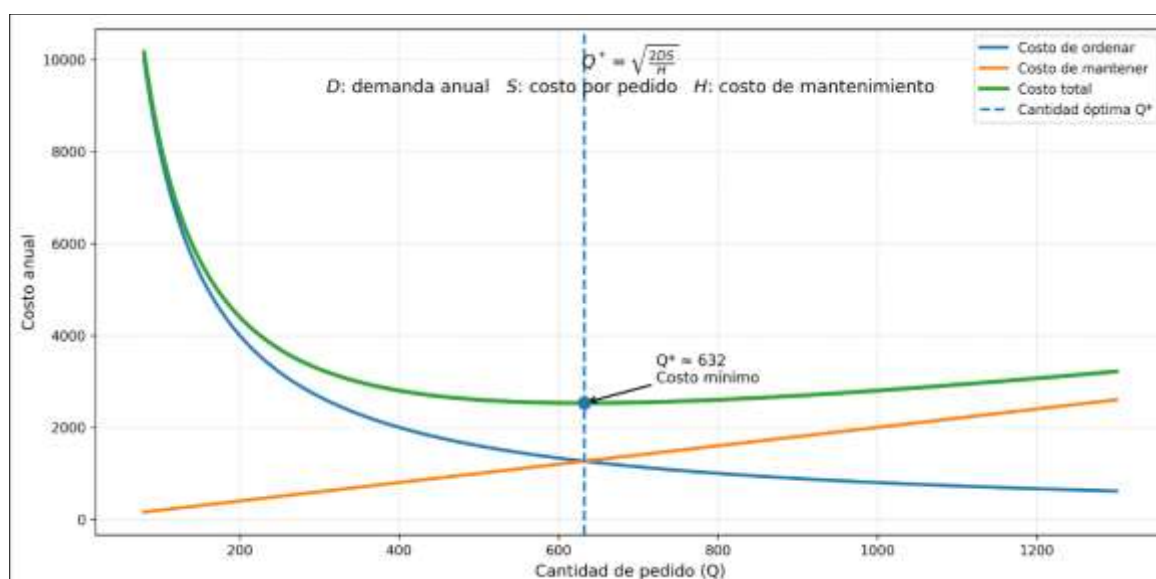
Desde una perspectiva teórica, el modelo EOQ resulta especialmente útil en contextos donde la demanda, los tiempos de reposición y las condiciones de abastecimiento presentan un comportamiento relativamente estable. Sin embargo, en cadenas de suministro agroindustriales expuestas a variabilidad operativa y climática, la formulación tradicional presenta limitaciones importantes, debido a que parte de supuestos estrictos como demanda constante, lead time fijo, abastecimiento continuo y ausencia de interrupciones relevantes en el suministro.

En el caso de la cadena de suministro láctea, estos supuestos no siempre se cumplen. La disponibilidad de leche cruda puede verse afectada por sequías, lluvias intensas, variaciones en la productividad ganadera, restricciones de movilidad rural o alteraciones logísticas que modifican tanto la frecuencia de abastecimiento como los tiempos de entrega. En consecuencia, el comportamiento real del inventario no responde completamente a un entorno determinístico, sino a un escenario donde la incertidumbre y las disrupciones pueden elevar el riesgo de quiebres de stock o, en sentido contrario, generar sobrecostos por acumulación preventiva.

Por esta razón, en la presente investigación el modelo EOQ no se asume de manera rígida, sino como una base analítica susceptible de ajuste dentro de un enfoque de resiliencia. En lugar de aplicarlo bajo supuestos totalmente estáticos, se plantea su adaptación conceptual mediante la incorporación de inventarios de seguridad, variabilidad del lead time y escenarios de interrupción climática, con el propósito de lograr una gestión de inventarios más coherente con la realidad operativa de Lácteos del Valle. De este modo, el EOQ se integra como una herramienta de apoyo para fortalecer la capacidad de respuesta de la cadena de suministro, reducir vulnerabilidades y sostener la continuidad operativa frente a eventos disruptivos.

Figura 7 *Curva del modelo EOQ.*

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.



3.8. Costo Total de Propiedad (TCO)

El Costo Total de Propiedad (TCO, por sus siglas en inglés Total Cost of Ownership) constituye un enfoque integral para la toma de decisiones dentro de la gestión logística y de abastecimiento. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados únicamente en el precio de compra, el TCO considera el costo total asociado a una decisión operativa a lo largo del tiempo, lo que permite una evaluación más amplia de sus implicaciones económicas y estratégicas.

Este enfoque incorpora componentes adicionales que influyen sobre el costo real de operación, entre ellos transporte, almacenamiento, mantenimiento de inventarios, fallas operativas, retrasos logísticos, pérdidas, compras de emergencia e interrupciones del abastecimiento. En consecuencia, el análisis no se limita al costo inicial de adquisición, sino que integra también costos indirectos, costos ocultos y factores de riesgo que pueden afectar el desempeño financiero y la estabilidad operativa de la organización.

Desde esta perspectiva, una alternativa aparentemente más económica no siempre representa la mejor decisión para la empresa. Por ejemplo, un proveedor geográficamente cercano puede ofrecer un menor precio unitario, pero al mismo tiempo presentar mayor vulnerabilidad frente a eventos climáticos, restricciones de transporte o interrupciones logísticas, lo que incrementa la probabilidad de desabastecimiento y la aparición de costos extraordinarios no previstos en una evaluación convencional.

En contraste, un sistema de abastecimiento diversificado puede implicar un costo inicial más elevado; sin embargo, puede reducir la exposición al riesgo, mejorar la capacidad de respuesta y fortalecer la continuidad operativa frente a escenarios de incertidumbre. Bajo esta lógica, el TCO permite valorar de manera más realista las decisiones de abastecimiento, ya que incorpora no solo el costo directo de compra, sino también el impacto económico de la vulnerabilidad, la interrupción y la recuperación dentro de la cadena de suministro.

En el marco de esta investigación, el TCO resulta especialmente pertinente porque permite evaluar la resiliencia no como un gasto adicional aislado, sino como una inversión estratégica orientada a reducir pérdidas futuras, sostener la continuidad del negocio y fortalecer la sostenibilidad operativa y financiera de Lácteos del Valle. Así, la incorporación del enfoque TCO contribuye a fundamentar decisiones logísticas y de abastecimiento más robustas frente a disrupciones climáticas, al visibilizar costos que normalmente no se reflejan en análisis centrados exclusivamente en eficiencia de corto plazo.

Figura 8 *Componentes del Costo Total de Propiedad (TCO)*



3.9. Simulación de escenarios

La simulación de escenarios constituye una herramienta ampliamente utilizada dentro de la gestión logística y de cadenas de suministro, debido a su capacidad para analizar sistemas complejos bajo condiciones de incertidumbre y evaluar posibles comportamientos operativos frente a distintos eventos disruptivos.

3.10. Analítica de datos aplicada a la cadena de suministro resiliente

La analítica de datos constituye un componente cada vez más relevante dentro de las cadenas de suministro resilientes, debido a su capacidad para fortalecer la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre. En entornos operativos complejos, caracterizados por alta variabilidad y exposición a riesgos externos, la disponibilidad de información oportuna y el uso de herramientas analíticas avanzadas permiten mejorar la capacidad de anticipación y respuesta organizacional.

La aplicación de analítica de datos en la cadena de suministro posibilita anticipar riesgos mediante el monitoreo de variables climáticas, predecir la demanda a partir de patrones históricos de

consumo, optimizar rutas logísticas frente a interrupciones y simular posibles impactos antes de que estos ocurran. De este modo, la organización puede evaluar escenarios alternativos, priorizar recursos críticos y diseñar respuestas más ágiles frente a eventos disruptivos.

En el caso de las cadenas agroindustriales, donde factores externos como las condiciones climáticas y la disponibilidad de materia prima influyen directamente sobre el desempeño operativo, la analítica de datos contribuye a fortalecer la capacidad predictiva y a reducir la incertidumbre en los procesos de abastecimiento, producción y distribución. La integración de información climática, productiva y logística permite identificar patrones de riesgo y ajustar políticas de inventario, abastecimiento y transporte de manera más proactiva.

Para Lácteos del Valle, la incorporación de herramientas analíticas resulta especialmente relevante, ya que facilitaría el monitoreo de variables relacionadas con disponibilidad hídrica, afectaciones climáticas en zonas proveedoras y variaciones en la oferta de leche cruda. Esta información, integrada a los sistemas de planificación operativa, permitiría ajustar rutas de recolección, redefinir prioridades de abastecimiento y adaptar los planes de producción frente a eventos inesperados, reduciendo la probabilidad de quiebres de stock y sobrecostos logísticos.

En este sentido, una cadena de suministro resiliente no depende únicamente de su capacidad física instalada o de la disponibilidad de recursos materiales, sino también de su habilidad para capturar, interpretar y utilizar información relevante en tiempo oportuno. La analítica de datos se convierte así en un habilitador clave para anticipar riesgos, mejorar la velocidad de respuesta organizacional y apoyar decisiones que equilibren eficiencia, continuidad operativa y robustez frente a disrupciones climáticas.

Capítulo 4. Metodología de la Investigación

El presente capítulo expone la metodología aplicada para el desarrollo de la investigación orientada al diseño de un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle. En coherencia con el problema de investigación, el enfoque metodológico se orienta a diagnosticar vulnerabilidades, identificar relaciones entre riesgos climáticos y desempeño logístico, diseñar un modelo de mejora y validar su comportamiento mediante simulación comparativa de escenarios.

La metodología responde al propósito de construir una propuesta técnicamente sustentada y metodológicamente verificable, por lo que combina herramientas de análisis de procesos, evaluación de riesgos, modelación logística y contrastación de indicadores operativos. Este planteamiento resulta pertinente en estudios de resiliencia de cadenas de suministro, donde el análisis cuantitativo y el uso de escenarios permiten examinar el comportamiento del sistema bajo condiciones de incertidumbre y apoyar decisiones de mejora antes de su implementación real.

Figura 9 *Diseño metodológico de la investigación.*



4.1. Enfoque de investigación

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, dado que el análisis se sustenta en la medición de variables operativas, logísticas y financieras relacionadas con el desempeño de la cadena de suministro. Este enfoque permite representar el comportamiento del sistema mediante indicadores observables y comparar de forma objetiva el estado actual de la organización con el modelo resiliente propuesto.

El enfoque cuantitativo es adecuado para esta investigación porque facilita la identificación de vulnerabilidades, la estimación del impacto de las interrupciones sobre el abastecimiento y la logística, y la evaluación del efecto esperado de las estrategias de resiliencia mediante indicadores como OTIF, Fill Rate, Lead Time, quiebres de stock, Recovery Time y costo total de operación. Asimismo, posibilita el desarrollo de simulaciones entre el estado actual de la cadena de suministro (AS-IS) y el estado propuesto (TO-BE), lo que fortalece la validez analítica de la propuesta.

4.2. Tipo y alcance de la investigación

El estudio corresponde a una investigación aplicada, puesto que se orienta a resolver un problema concreto de carácter organizacional: la vulnerabilidad de la cadena de suministro de Lácteos del Valle frente a interrupciones climáticas. En este sentido, la investigación no se limita a describir la situación existente, sino que formula una propuesta de intervención estructurada y contextualizada para mejorar la continuidad operativa y el desempeño logístico-financiero.

En este sentido, el alcance descriptivo se manifiesta en la caracterización del estado actual de la cadena de suministro, sus procesos clave, sus nodos operativos y sus principales vulnerabilidades. Este nivel de análisis permite construir el diagnóstico AS-IS y comprender cómo se configura el desempeño logístico de la empresa en condiciones normales y bajo exposición a riesgos climáticos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La investigación incorpora además un alcance explicativo, ya que busca analizar la relación entre eventos climáticos disruptivos y variaciones en el desempeño de la cadena de suministro. Bajo esta perspectiva, se examina cómo factores como sequías, lluvias intensas, restricciones viales o variabilidad del abastecimiento inciden sobre indicadores como lead time, nivel de servicio, disponibilidad de inventario, costos extraordinarios y tiempo de recuperación.

4.3. Diseño de investigación

El estudio presenta un diseño no experimental, debido a que las variables de análisis no serán manipuladas en un entorno real de operación. Los fenómenos serán observados y modelados a partir de información secundaria, indicadores referenciales y escenarios simulados, sin intervención directa sobre la realidad organizacional.

Asimismo, el diseño es de corte transversal, puesto que el análisis se realiza a partir de un periodo de referencia específico que representa el comportamiento operativo esperado de la organización. No obstante, la metodología incorpora una proyección de escenarios futuros para examinar el desempeño de la cadena de suministro frente a distintos niveles de riesgo climático, lo cual amplía la capacidad explicativa del diseño sin alterar su naturaleza transversal.

4.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde a la cadena de suministro de Lácteos del Valle, entendida como el sistema integrado de procesos que articula abastecimiento, recolección, transporte, procesamiento, almacenamiento y distribución. El interés analítico se centra en la interacción entre estos componentes y en su comportamiento frente a disrupciones climáticas que afectan la continuidad operativa.

4.5. Población y muestra

La población de estudio está conformada por los procesos logísticos y operativos que integran la cadena de suministro de Lácteos del Valle. Para efectos metodológicos, esta población incluye productores primarios, centros de acopio, transporte, planta industrial y red de distribución comercial, considerados como eslabones del sistema bajo análisis.

La investigación utiliza una muestra no probabilística por criterio técnico, debido a que se seleccionan intencionalmente los procesos y nodos con mayor relevancia para la continuidad operativa y mayor exposición a interrupciones climáticas. En consecuencia, la muestra prioriza abastecimiento primario, transporte rural, gestión de inventarios, continuidad de procesamiento y distribución comercial, por ser los componentes más sensibles para la construcción del diagnóstico y la validación del modelo resiliente.

4.6. Fuentes de información

Dado el carácter académico de la investigación y la naturaleza metodológica del caso de estudio, la información empleada proviene de fuentes secundarias y de técnicas de análisis aplicado orientadas a construir un diagnóstico consistente y una propuesta técnicamente sustentada. La combinación de literatura científica, estadísticas sectoriales y benchmarking permite representar de forma razonable el comportamiento esperado de una empresa mediana del sector lácteo ecuatoriano.

Tabla 11 *Fuentes de investigación*

Tipo de fuente	Contenido y utilidad metodológica
Literatura científica especializada	Sustenta conceptualmente los enfoques de resiliencia, gestión del riesgo, SCOR, inventarios, abastecimiento y simulación en cadenas de suministro.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Reportes sectoriales del sector lácteo ecuatoriano y latinoamericano	Permiten contextualizar la estructura operativa, la vulnerabilidad climática y el comportamiento esperado del sector.
Bases estadísticas oficiales (INEC, MAG, FAO)	Proveen datos de contexto productivo, territorial y económico útiles para el análisis del entorno.
Estudios de benchmarking sectorial	Sirven para construir indicadores referenciales y contrastar el desempeño esperado de empresas medianas del sector agroindustrial.

La Tabla 11 se utiliza para transparentar el origen y la utilidad de la información empleada en la construcción del caso de estudio. La combinación de literatura científica, reportes sectoriales, estadísticas oficiales y estudios de benchmarking permite sustentar tanto el marco conceptual como los parámetros referenciales de la organización. En consecuencia, se concluye que la utilización conjunta de estas fuentes fortalece la consistencia metodológica del estudio y reduce el riesgo de fundamentar la propuesta en una única clase de información.

4.7. Técnicas de investigación

En coherencia con el enfoque cuantitativo y el carácter aplicado del estudio, se seleccionó un conjunto de técnicas orientadas a sustentar el marco conceptual, comprender la estructura actual de la cadena de suministro y validar el comportamiento del modelo propuesto. Estas técnicas se complementan entre sí, ya que la revisión documental proporciona la base teórica y metodológica, el análisis de procesos permite representar el estado AS-IS de la operación y la simulación comparativa de escenarios facilita evaluar, en términos cuantitativos, el impacto esperado del modelo resiliente sobre los indicadores clave de desempeño de Lácteos del Valle.

Tabla 12 *Técnicas de investigación*

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Técnica	Descripción metodológica	Resultado esperado
Revisión documental	Análisis de literatura científica y documentos técnicos sobre resiliencia logística, supply chain risk management, SCOR, estrategias Push-Pull, inventarios bajo incertidumbre y analítica predictiva.	Fundamentación teórica y metodológica del estudio.
Análisis de procesos	Mapeo del flujo logístico del caso de estudio para identificar nodos críticos, interdependencias y puntos sensibles frente a disrupciones.	Diagnóstico estructural del estado AS-IS.
Simulación comparativa de escenarios	Contraste entre el estado actual (AS-IS) y el modelo propuesto (TO-BE) bajo distintos escenarios de riesgo climático, mediante indicadores logísticos y operativos.	Validación analítica del modelo resiliente.

La Tabla 12 presenta las técnicas seleccionadas y el resultado esperado de cada una dentro del proceso investigativo. Se concluye que estas técnicas son complementarias, debido a que permiten avanzar de la fundamentación conceptual al diagnóstico y, posteriormente, a la validación cuantitativa de la propuesta.

Como instrumentos de apoyo metodológico se emplearán matrices de riesgo, tablas de indicadores, fichas de caracterización de procesos, cuadros comparativos AS-IS/TO-BE y tablas de simulación de escenarios. Estos instrumentos permiten sistematizar la información secundaria y traducirla en una estructura analítica útil para el diseño del modelo resiliente.

La investigación se centró en la evaluación de la cadena de suministro de Lácteos del Valle mediante un enfoque metodológico integral y aplicado, diseñado para identificar vulnerabilidades y diseñar un modelo de resiliencia basado en indicadores logísticos. Se emplearon diversas técnicas

complementarias: la revisión documental proporcionó los fundamentos conceptuales, el análisis de procesos representó el estado actual, el modelo SCOR facilitó una evaluación estructurada, el análisis FODA apoyó la identificación de vulnerabilidades, y la simulación comparativa permitió contrastar escenarios AS-IS y TO-BE.

Dado que Lácteos del Valle es una empresa académica sin una población real de trabajadores, se optó por revisiones documentales y benchmarking en lugar de encuestas o entrevistas. Estas últimas podrían haber ofrecido percepciones y cualidades, pero no eran suficientes para medir indicadores operativos. La selección del Modelo de Referencia SCOR sobre otras herramientas como SIPOC o Value Stream Mapping se justificó por su capacidad de abordar de manera integral los procesos de planificación, abastecimiento, producción, distribución y devolución, vinculándolos a indicadores de confiabilidad y costos.

El análisis FODA fue elegido para combinar factores internos y externos que influyen en la resiliencia de la empresa. Aunque se consideraron el análisis PESTEL y las cinco fuerzas de Porter, el FODA permitió una conexión más efectiva entre capacidades internas y condiciones externas, facilitando la formulación de estrategias aplicables al modelo TO-BE. Por otra parte, la matriz de probabilidad e impacto se utilizó para priorizar riesgos climáticos y logísticos, siendo más adecuada que el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) o el método Bow-Tie debido a la naturaleza académica del caso y la disponibilidad de información. Esta elección permitió una clasificación uniforme de eventos según su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el abastecimiento y transporte.

4.8. Operacionalización de variables

Con el fin de evitar redundancia respecto de la definición conceptual de las variables presentada en capítulos anteriores, en esta sección se desarrolla únicamente su operacionalización,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

es decir, la manera en que cada variable será observada y medida dentro del estudio. La operacionalización permite conectar el modelo teórico con los indicadores utilizados en el diagnóstico y en la validación por simulación.

Una vez que se justificaron las herramientas metodológicas elegidas, el siguiente paso consiste en operacionalizar las variables de investigación. Este proceso busca establecer dimensiones, indicadores y criterios de medición que guiarán tanto el diagnóstico como la validación del modelo propuesto.

Tabla 13 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Interpretación metodológica
Modelo de resiliencia de la cadena de suministro	Abastecimiento	Proveedores alternativos habilitados	Número	Mide el grado de diversificación del abastecimiento frente a disrupciones.
	Inventario	Stock de seguridad	Días	Refleja la capacidad de absorción ante variaciones del suministro o de la demanda.
	Logística	Rutas contingentes definidas o activadas	Número	Evalúa la flexibilidad operativa ante restricciones de movilidad o interrupciones viales.

Continuidad operativa de la cadena de suministro	Monitoreo	Variables críticas monitoreadas	Número	Indica el nivel de visibilidad y seguimiento preventivo del riesgo.
	Capacidad adaptativa	Medidas de respuesta implementadas	Número	Permite valorar la capacidad del sistema para reaccionar y reconfigurarse.
	Servicio	OTIF	Porcentaje	Mide el cumplimiento de pedidos en tiempo y cantidad.
	Disponibilidad	Fill Rate	Porcentaje	Evalúa la capacidad de satisfacer la demanda con inventario disponible.
	Tiempo	Lead Time	Días	Mide el tiempo requerido para completar el ciclo logístico.
	Recuperación	Recovery Time (TTR)	Días	Refleja el tiempo necesario para restablecer la operación después de una interrupción.
	Costos	Costo total de operación / TCO	USD	Permite estimar el impacto económico de la operación y de los eventos disruptivos.
	Inventario	Quiebres de stock	Número o frecuencia	Indica el nivel de discontinuidad en la

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

 disponibilidad de
 producto o materia
 prima.

La Tabla 13 se emplea para transformar las variables conceptuales en dimensiones e indicadores que pueden ser observados. Los indicadores escogidos posibilitan la evaluación de los costos, la recuperación, el monitoreo, la disponibilidad, los tiempos, el nivel de servicio y la flexibilidad logística. Por lo tanto, se concluye que la operacionalización establece una relación comprobable entre el modelo de resiliencia y la continuidad operativa, lo que simplifica las comparaciones posteriores entre los estados TO-BE y AS-IS.

4.9. Metodología del diagnóstico AS-IS

El diagnóstico del estado actual de la cadena de suministro se desarrollará mediante un conjunto articulado de herramientas que permitan evaluar desempeño, identificar vulnerabilidades, priorizar riesgos y reconocer puntos críticos del sistema. El objetivo de esta fase es construir una línea base consistente sobre la cual se estructure el modelo resiliente propuesto.

Aplicación del modelo SCOR: Se empleará el modelo SCOR como marco de referencia para analizar y medir el desempeño de la cadena de suministro. Este modelo permite evaluar procesos y resultados mediante atributos como confiabilidad, capacidad de respuesta, agilidad, costo y gestión de activos, los cuales resultan pertinentes para el análisis de resiliencia logística.

Para esta investigación, los atributos del modelo SCOR se vincularán con indicadores específicos del caso de estudio: OTIF y Fill Rate para confiabilidad; Lead Time para capacidad de respuesta; disponibilidad de rutas alternas y proveedores alternativos para agilidad; costos logísticos

extraordinarios para costo; y cobertura de inventarios y utilización de capacidad para gestión de activos. Esta adaptación metodológica permite trasladar el marco general de SCOR al contexto particular de la cadena láctea analizada.

Matriz de riesgos probabilidad-impacto: Se construirá una matriz de riesgos climáticos y operativos en la que cada evento será valorado según su probabilidad de ocurrencia y su impacto sobre la continuidad operativa. La matriz permitirá priorizar riesgos críticos como sequías, lluvias intensas, afectaciones viales, variabilidad de abastecimiento y alteraciones en la demanda, facilitando la selección de estrategias de mitigación dentro del modelo TO-BE.

Análisis FODA aplicado a la cadena de suministro: El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) se utilizará como herramienta complementaria para identificar fortalezas y debilidades internas, así como oportunidades y amenazas del entorno. Su propósito no será sustituir el análisis cuantitativo, sino enriquecer la comprensión estratégica del sistema y relacionar los hallazgos operativos con condiciones estructurales de la empresa y del entorno sectorial.

Identificación de cuellos de botella e impacto financiero: A partir del análisis de procesos se identificarán los principales cuellos de botella operativos de la cadena de suministro, especialmente en abastecimiento, transporte, almacenamiento y distribución. Este análisis se complementará con una estimación del impacto financiero de las interrupciones, considerando costos extraordinarios de transporte, compras urgentes, pérdidas por desabastecimiento y subutilización de capacidad instalada, en coherencia con el enfoque de costo total de propiedad (TCO).

Construcción de indicadores referenciales: Dado el carácter metodológico del caso de estudio, los indicadores del diagnóstico se construirán a partir de literatura científica, benchmarking sectorial y reportes públicos del sector lácteo. Esta decisión metodológica permite generar una línea base consistente, verosímil y útil para la simulación, sin atribuir falsamente datos observados a una organización real no auditada.

4.10. Metodología de diseño del modelo TO-BE

La construcción del modelo resiliente propuesto se desarrollará a partir de cinco ejes estratégicos complementarios, definidos en función de los riesgos priorizados durante el diagnóstico AS-IS y de las herramientas seleccionadas en el marco teórico. El propósito de esta fase es configurar un modelo estructurado que incremente la capacidad de anticipación, absorción, adaptación y recuperación de la cadena de suministro frente a interrupciones climáticas.

- 1. Eje 1. Diversificación de proveedores:** Este eje busca reducir la dependencia geográfica y operativa del abastecimiento primario mediante la incorporación de proveedores alternativos o zonas de aprovisionamiento complementarias. Su finalidad es disminuir la exposición a interrupciones localizadas y mejorar la estabilidad del suministro de leche cruda.
- 2. Eje 2. Inventarios de seguridad dinámicos:** Este eje contempla la definición de políticas de stock de seguridad ajustadas a la variabilidad del abastecimiento, al lead time y al comportamiento de la demanda. Su inclusión permite incrementar la capacidad de absorción del sistema ante retrasos o caídas temporales del suministro.
- 3. Eje 3. Rutas logísticas contingentes:** Se incorporarán rutas alternativas y criterios de reconfiguración logística para responder a bloqueos viales, afectaciones climáticas o restricciones

de movilidad. Este eje fortalece la flexibilidad operativa y contribuye a sostener el abastecimiento y la distribución en condiciones adversas.

4. **Eje 4. Planeación híbrida Push-Pull:** La propuesta integra una lógica híbrida de abastecimiento y distribución que combine decisiones de empuje para productos de demanda estable con decisiones de arrastre para líneas más sensibles a la variabilidad. Este enfoque busca equilibrar continuidad operativa, disponibilidad de producto y eficiencia en el uso de inventarios.
5. **Eje 5. Monitoreo predictivo y alerta temprana:** El quinto eje incorpora el seguimiento sistemático de variables críticas, como condiciones climáticas, disponibilidad hídrica, comportamiento del abastecimiento y cumplimiento logístico. Su función es fortalecer la anticipación del riesgo y habilitar respuestas oportunas a través de señales tempranas de perturbación.

Cada uno de estos ejes será evaluado mediante su contribución esperada a la continuidad operativa, su incidencia sobre los indicadores clave de desempeño y sus implicaciones logístico-financieras. De esta manera, el diseño del modelo TO-BE no se limita a proponer acciones aisladas, sino que configura una arquitectura integrada de resiliencia.

4.11. Validación mediante simulación de escenarios

La validación del modelo resiliente se realizará mediante simulación comparativa entre el estado actual de la cadena de suministro (AS-IS) y el estado propuesto (TO-BE). La simulación constituye un mecanismo adecuado para examinar el comportamiento esperado de la cadena bajo distintos tipos de perturbación sin intervenir directamente en un entorno real, lo que permite contrastar el efecto potencial del modelo sobre la continuidad operativa y el desempeño logístico-financiero.

4.11.1. Lógica de la simulación comparativa

La simulación comparará ambos estados a partir de los mismos indicadores de desempeño y bajo condiciones de riesgo equivalentes. Para cada escenario se estimará el comportamiento del sistema sin intervención resiliente (AS-IS) y posteriormente se contrastará con el comportamiento esperado una vez incorporadas las estrategias del modelo propuesto (TO-BE). Este procedimiento permitirá observar diferencias en nivel de servicio, disponibilidad, tiempos de respuesta, recuperación y costos extraordinarios.

4.11.2. Escenarios de simulación

Se plantean cuatro escenarios contruidos a partir de los riesgos críticos identificados en el diagnóstico:

Tabla 14 Escenarios de simulación

Escenario	Descripción	Variables principalmente afectadas
Escenario 1. Sequía prolongada	Simula una reducción sostenida de disponibilidad de leche cruda debido a menor productividad ganadera y presión sobre recursos hídricos.	Abastecimiento, inventarios, Fill Rate, costos.
Escenario 2. Lluvias intensas e interrupciones viales	Representa afectaciones al acceso rural y al transporte por deterioro de vías, deslizamientos o bloqueos temporales.	Lead Time, OTIF, costos logísticos, Recovery Time.
Escenario 3. Variabilidad extrema de abastecimiento	Simula oscilaciones bruscas e inestables en el volumen de leche recibida, aun sin interrupción total del suministro.	Disponibilidad, inventarios, continuidad de procesamiento, quiebres de stock.

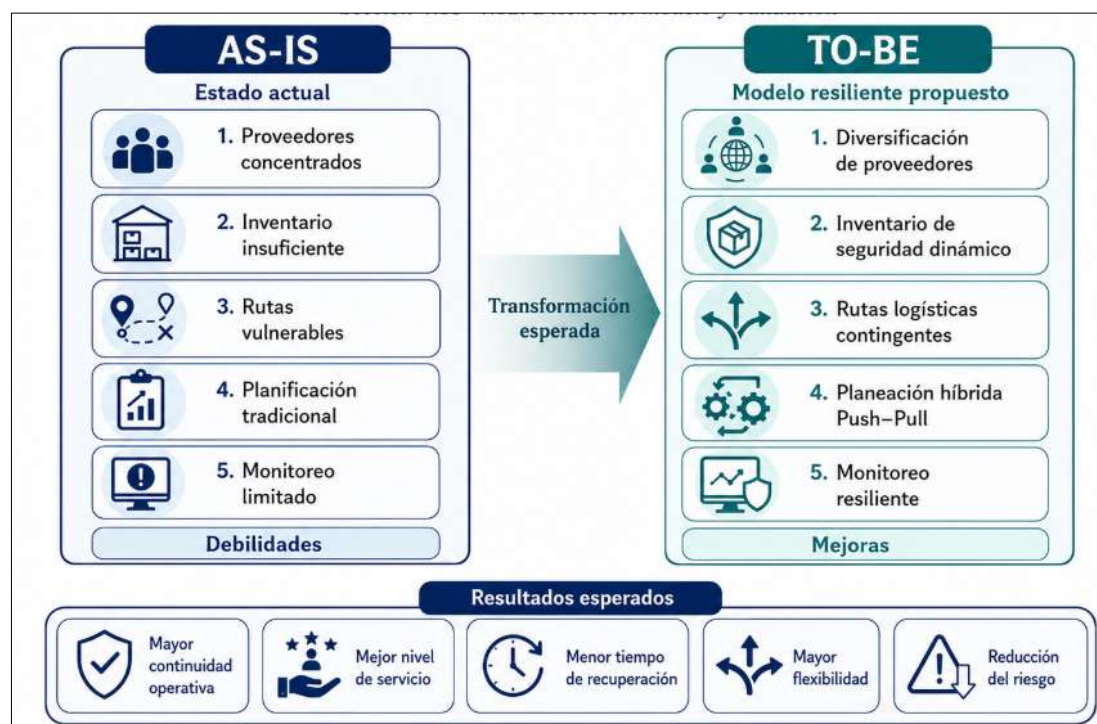
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Escenario 4.	Representa un aumento repentino en el	
Incremento	requerimiento del mercado, tensionando	OTIF, Fill Rate, lead time,
inesperado de	inventarios, procesamiento y	rotación de inventarios.
demanda	distribución.	

El procedimiento de validación se desarrollará en cuatro etapas (Tabla 14). En primer lugar, se establecerá una línea base con los indicadores del estado AS-IS. En segundo lugar, se aplicarán los supuestos de perturbación correspondientes a cada escenario. En tercer lugar, se incorporarán las estrategias del modelo TO-BE para estimar su efecto sobre el sistema. Finalmente, se compararán los resultados obtenidos en ambos estados mediante indicadores clave de desempeño y análisis de variación porcentual.

La comparación entre escenarios AS-IS y TO-BE se centrará en los siguientes criterios: capacidad para sostener el nivel de servicio, reducción de quiebres de stock, disminución del lead time bajo perturbación, reducción del Recovery Time y moderación del incremento de costos extraordinarios. La validación será favorable en la medida en que el modelo propuesto muestre una mejora consistente en estos indicadores frente a los escenarios simulados.

Figura 10 Esquema de comparación AS-IS vs TO-BE.



4.12. Indicadores de desempeño

La evaluación del modelo resiliente se sustentará en un conjunto de indicadores operativos, logísticos y económicos que permitan medir el desempeño de la cadena de suministro antes y después de la incorporación de la propuesta. Estos indicadores facilitan la comparación estructurada entre el estado actual y el estado deseado, así como la cuantificación del efecto esperado de las estrategias de resiliencia.

Tabla 15 Indicadores de desempeño

Indicador	Descripción metodológica	Utilidad en la investigación
OTIF (On Time In Full)	Mide el porcentaje de pedidos entregados completos y a tiempo.	Permite evaluar la confiabilidad del servicio.
Fill Rate	Mide la proporción de la demanda satisfecha con inventario disponible.	Refleja la disponibilidad operativa del sistema.

Lead Time	Mide el tiempo requerido para completar el ciclo de abastecimiento o entrega.	Evalúa la capacidad de respuesta logística.
Recovery Time (TTR)	Estima el tiempo necesario para recuperar la operación después de una interrupción.	Permite valorar la capacidad de recuperación de la cadena.
Rotación de inventario	Mide la eficiencia en el uso y movimiento del inventario.	Apoya el análisis de equilibrio entre disponibilidad y eficiencia.
Cost-to-Serve	Estima el costo total asociado al nivel de servicio ofrecido.	Permite analizar el impacto económico del servicio logístico.
Quiebres de stock	Mide la frecuencia o número de faltantes en inventario.	Indica vulnerabilidad en continuidad de abastecimiento y servicio.
ROI (Return on Investment) esperado	Estima el retorno proyectado de la inversión asociada al modelo resiliente.	Permite valorar la conveniencia económica de la propuesta.

Los indicadores que se usarán para comparar el rendimiento del modelo propuesto y el estado actual están en la Tabla 15. Los indicadores elegidos incluyen la confiabilidad del servicio, la disponibilidad, el tiempo de respuesta, la recuperación, los inventarios, los gastos y la rentabilidad. Por lo tanto, se concluye que la evaluación no se restringe a identificar mejoras operativas; también toma en cuenta la eficiencia financiera y la viabilidad económica del modelo resiliente.

Capítulo 5. Diagnóstico Estructural e Impacto Operativo De La Cadena De Suministro Actual (AS-IS)

Con base en la metodología descrita en el capítulo anterior, se aplican a continuación las técnicas e indicadores definidos para diagnosticar la situación actual de la organización. El presente capítulo tiene como propósito analizar el estado actual de la cadena de suministro de Lácteos del Valle, identificando vulnerabilidades, restricciones operativas y factores críticos que incrementan la exposición de la organización frente a interrupciones climáticas.

5.1. Diagnóstico estructural de la cadena de suministro

El diagnóstico constituye una fase fundamental dentro de la investigación, debido a que permite comprender el comportamiento operativo de la cadena antes del diseño del modelo resiliente propuesto. En consecuencia, el análisis del estado actual (AS-IS) servirá como línea base para evaluar posteriormente el impacto esperado del modelo resiliente (TO-BE).

La evaluación se desarrolla mediante un enfoque integral que combina análisis estructural de la red logística, identificación de riesgos, evaluación de desempeño, aplicación del modelo SCOR, análisis estratégico FODA e impacto financiero esperado. El objetivo no consiste únicamente en describir problemáticas operativas, sino en comprender las causas estructurales que limitan la capacidad adaptativa de la organización frente a escenarios de alta incertidumbre climática.

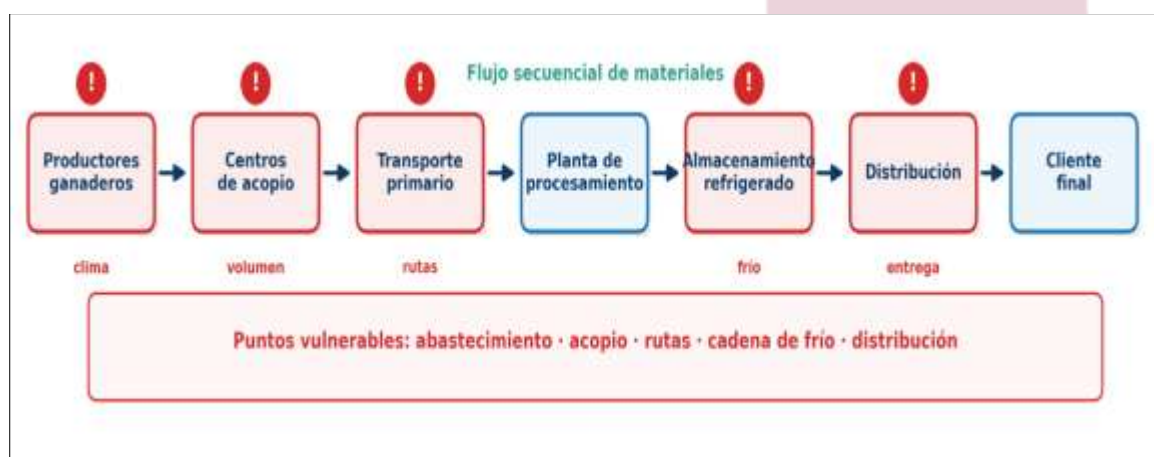
El diagnóstico se fundamenta en el análisis de procesos críticos relacionados con abastecimiento de leche cruda, recolección, transporte, transformación industrial, almacenamiento y distribución, considerando además factores exógenos que influyen sobre la continuidad operativa de la cadena.

5.1.1. Configuración actual de la red logística

La cadena de suministro de Lácteos del Valle responde a una estructura secuencial con integración parcial entre proveedores primarios, procesos industriales y canales de distribución. Su funcionamiento puede representarse mediante la siguiente secuencia operativa: Productores ganaderos → Centros de acopio → Transporte primario → Planta de procesamiento → Almacenamiento refrigerado → Distribución → Cliente final

Esta estructura presenta eficiencia funcional bajo condiciones normales; sin embargo, evidencia alta dependencia entre nodos críticos, generando sensibilidad sistémica frente a interrupciones. En términos operativos, cualquier afectación en uno de los eslabones repercute sobre el resto de la red, particularmente debido a la naturaleza perecible de la materia prima.

Figura 11 Red logística actual de Lácteos del Valle.



5.1.2. Diagnóstico del abastecimiento primario

El abastecimiento constituye el nodo más sensible de la cadena de suministro. Lácteos del Valle depende principalmente de pequeños y medianos productores ganaderos distribuidos en diferentes zonas rurales, condición que permite acceso a volumen de materia prima, pero también

incrementa complejidad operativa y variabilidad de suministro. Entre las principales limitaciones identificadas se encuentran:

- Alta dispersión geográfica de proveedores;
- Variabilidad de producción asociada a condiciones climáticas;
- Heterogeneidad en calidad de producto;
- Limitada capacidad de coordinación operativa;
- Vulnerabilidad frente a restricciones de acceso vial.

Durante periodos de sequía prolongada, se observan reducciones en productividad ganadera debido a disminución de disponibilidad hídrica y afectaciones sobre calidad de pasturas. Por otro lado, escenarios de lluvias intensas generan problemas de accesibilidad y retrasos de recolección. En este sentido, el abastecimiento presenta un comportamiento altamente expuesto a incertidumbre.

5.1.3. Diagnóstico del transporte y recolección

La logística primaria constituye uno de los componentes más críticos dentro de la operación de Lácteos del Valle, debido a la alta dependencia del abastecimiento continuo de leche cruda proveniente de productores ganaderos ubicados en distintas zonas rurales. El sistema de recolección se desarrolla a través de corredores logísticos con diferentes niveles de accesibilidad, muchos de los cuales presentan alta sensibilidad frente a condiciones climáticas adversas, especialmente durante temporadas de lluvias intensas o eventos asociados a variabilidad climática.

El análisis realizado evidencia una importante dependencia de rutas relativamente rígidas, con limitada disponibilidad de alternativas logísticas ante escenarios de interrupción vial. Esta situación incrementa la vulnerabilidad operativa de la organización, particularmente frente a derrumbes,

inundaciones o restricciones temporales de acceso, afectando directamente la continuidad del abastecimiento.

Adicionalmente, se identifican variaciones significativas en los tiempos de recolección, producto de diferencias geográficas, estado de la infraestructura vial y capacidad de respuesta del sistema de transporte. Esta variabilidad incrementa el riesgo de deterioro de la materia prima, considerando la naturaleza perecible de la leche y los requerimientos de control de temperatura dentro del proceso logístico.

Como consecuencia, estas condiciones generan incrementos en el lead time de abastecimiento, afectando la sincronización entre recolección, procesamiento industrial y planificación operativa, lo cual repercute directamente sobre el cumplimiento de objetivos de continuidad y eficiencia operacional.

5.1.4. Diagnóstico del procesamiento industrial

El procesamiento industrial de Lácteos del Valle depende directamente de la estabilidad y continuidad del flujo de abastecimiento de materia prima, debido a la estrecha relación existente entre volumen de recepción de leche, utilización de capacidad instalada y programación productiva. Cuando se presentan reducciones en la disponibilidad de materia prima, la organización enfrenta escenarios de subutilización de capacidad instalada, generando ineficiencias productivas y un incremento de costos unitarios asociados a menores volúmenes de procesamiento.

Escenarios de sobreabastecimiento inesperado también representan desafíos importantes para la operación, debido a la presión generada sobre la capacidad de almacenamiento y conservación

de materia prima. Esta situación incrementa el riesgo de pérdidas o desperdicios, especialmente considerando las limitaciones temporales asociadas a la conservación de productos perecibles.

Es por ello que, el diagnóstico evidencia la necesidad de fortalecer mecanismos de planificación de abastecimiento, sincronización operativa e implementación de modelos flexibles que permitan equilibrar capacidad productiva, disponibilidad de materia prima y continuidad operacional frente a escenarios de incertidumbre.

5.1.5. Diagnóstico de inventarios

La gestión de inventarios de Lácteos del Valle se encuentra orientada principalmente hacia una lógica de eficiencia operativa, priorizando la reducción de costos asociados al almacenamiento y al capital inmovilizado. Este enfoque busca minimizar costos financieros de corto plazo mediante niveles ajustados de inventario, favoreciendo una operación más ligera desde el punto de vista económico.

No obstante, si bien esta política puede representar beneficios inmediatos en términos de reducción de costos de mantenimiento; también incrementa significativamente la vulnerabilidad de la organización frente a interrupciones prolongadas del abastecimiento.

El diagnóstico realizado evidencia limitaciones importantes en la estructura actual de gestión de inventarios, destacándose la ausencia de mecanismos de stock de seguridad dinámico, adaptados a niveles de riesgo o fluctuaciones del entorno. Asimismo, no se identifican procesos formales de segmentación de productos según criticidad operativa, dificultando la priorización de inventarios estratégicos frente a posibles escenarios de escasez.

De igual manera, se observa la inexistencia de políticas resilientes adaptativas, orientadas a responder de forma flexible ante alteraciones del abastecimiento o eventos disruptivos. Como

consecuencia, la organización presenta una elevada exposición a quiebres de stock, afectando potencialmente continuidad operativa, disponibilidad de producto y niveles de servicio hacia clientes y distribuidores.

5.1.6. Diagnóstico de distribución

La distribución comercial de Lácteos del Valle se desarrolla mediante diversos canales de comercialización, entre los cuales destacan supermercados, distribuidores mayoristas, tiendas minoristas y canal institucional. Esta diversificación permite ampliar cobertura de mercado y reducir dependencia de un único segmento comercial; sin embargo, también incrementa complejidad logística y necesidad de sincronización operativa.

El análisis evidencia que el sistema de distribución presenta alta sensibilidad frente a retrasos acumulados dentro de la cadena de suministro, especialmente cuando existen afectaciones en abastecimiento, recolección o procesamiento industrial. Debido a la naturaleza perecible de los productos lácteos, pequeñas variaciones en tiempos logísticos pueden amplificarse rápidamente, afectando el cumplimiento de entregas y la satisfacción del cliente.

Se identifica una presión constante sobre el cumplimiento del indicador OTIF (On Time In Full), debido a la necesidad de garantizar entregas completas y puntuales en múltiples canales comerciales. El incumplimiento de estos niveles de servicio puede afectar relaciones comerciales, fidelización y posicionamiento competitivo de la empresa.

Finalmente, bajo escenarios disruptivos como restricciones viales, eventos climáticos extremos o incrementos extraordinarios en costos de transporte, se evidencia un incremento considerable del costo logístico, reduciendo eficiencia operativa y afectando márgenes de rentabilidad.

En consecuencia, el diagnóstico evidencia la necesidad de fortalecer mecanismos de flexibilidad logística, monitoreo operativo y capacidad de respuesta frente a contingencias que puedan comprometer continuidad de distribución.

5.1.7. Cuellos de botella operativos

El diagnóstico integral de la cadena de suministro permitió identificar diversos cuellos de botella operativos que limitan la capacidad de respuesta, continuidad y resiliencia de Lácteos del Valle frente a escenarios de incertidumbre. Estas restricciones afectan directamente el desempeño logístico y productivo de la organización, incrementando vulnerabilidad frente a interrupciones de abastecimiento y variabilidad del entorno.

El primer cuello de botella identificado corresponde a la dependencia de un abastecimiento vulnerable, sustentado principalmente en pequeños productores ganaderos expuestos a variaciones climáticas y limitaciones de productividad. Esta situación incrementa el riesgo de desabastecimiento parcial, variabilidad en volumen de entrega y dificultades para garantizar continuidad estable del flujo de materia prima.

En segundo lugar, se evidencia una infraestructura vial limitada, especialmente en zonas rurales utilizadas para la recolección de leche. La sensibilidad de estos corredores logísticos frente a lluvias intensas, derrumbes y restricciones de accesibilidad incrementa tiempos de transporte y limita capacidad de reacción frente a contingencias operativas.

Otro cuello de botella importante se relaciona con la existencia de inventarios insuficientes desde una perspectiva resiliente, debido a políticas predominantemente orientadas a eficiencia y reducción de costos de almacenamiento. Aunque esta estrategia reduce costos financieros de corto

plazo, también incrementa exposición frente a interrupciones prolongadas y limita capacidad de absorción ante variaciones inesperadas de abastecimiento o demanda.

Finalmente, se identifica una baja capacidad de reacción logística, derivada de limitada disponibilidad de rutas alternativas, reducida flexibilidad operativa y escasa preparación frente a eventos disruptivos. Esta condición restringe la capacidad adaptativa de la organización y dificulta la implementación de respuestas rápidas frente a escenarios de crisis. En conjunto, estos cuellos de botella reflejan la necesidad de fortalecer mecanismos de planificación, flexibilidad logística y estrategias resilientes que permitan reducir vulnerabilidad operativa y mejorar continuidad del negocio.

5.2. Análisis del impacto de disrupciones climáticas en el desempeño

En coherencia con el segundo objetivo específico, esta sección analiza el impacto de las disrupciones climáticas sobre el desempeño de la cadena de suministro, utilizando el modelo SCOR, la identificación de riesgos críticos, el análisis FODA y la estimación del impacto financiero asociado a eventos disruptivos.

5.2.1. Diagnóstico mediante modelo SCOR

Para evaluar el desempeño integral de la cadena, se utiliza el modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference), permitiendo analizar desempeño desde cinco atributos estratégicos.

Confiabilidad

La dimensión de confiabilidad (Reliability) dentro del modelo SCOR permite evaluar la capacidad de la cadena de suministro para cumplir consistentemente con requerimientos de tiempo, cantidad y calidad establecidos con clientes y distribuidores. En el caso de Lácteos del Valle, el

indicador estimado de cumplimiento OTIF (On Time In Full) alcanza aproximadamente un 88%, reflejando un desempeño operativo funcional, aunque todavía por debajo de niveles considerados óptimos dentro de industrias caracterizadas por alta exigencia en disponibilidad y continuidad de servicio.

El análisis evidencia que los principales factores que limitan el desempeño de confiabilidad se encuentran asociados a retrasos en el abastecimiento de materia prima, interrupciones viales derivadas de condiciones climáticas adversas, variabilidad en los tiempos logísticos y restricciones sobre disponibilidad de inventario.

Como principal hallazgo, se identifica que la organización presenta una limitada capacidad de absorción frente a eventos externos, reduciendo su capacidad de mantener estabilidad operativa ante escenarios de interrupción.

Capacidad de respuesta

La dimensión de capacidad de respuesta (Responsiveness) evalúa el tiempo requerido por la organización para responder frente a cambios operativos, alteraciones de demanda o eventos disruptivos que afecten el desempeño de la cadena de suministro.

El análisis realizado evidencia un lead time promedio estimado de entre cuatro y cinco días, comportamiento que resulta relativamente adecuado bajo condiciones normales de operación. Sin embargo, durante escenarios asociados a afectaciones climáticas o restricciones de abastecimiento, se estima un incremento aproximado del 25% en tiempos de respuesta, afectando sincronización operativa y continuidad de suministro.

Esta situación evidencia una limitada velocidad de adaptación frente a interrupciones prolongadas, afectando particularmente los procesos de abastecimiento, producción y distribución. Como principal hallazgo, se concluye que la organización presenta una baja velocidad de respuesta frente a escenarios disruptivos, lo cual incrementa vulnerabilidad operativa y riesgo de incumplimiento comercial.

Agilidad

La agilidad (Agility) representa la capacidad de la cadena de suministro para adaptarse oportunamente a cambios inesperados del entorno, especialmente aquellos relacionados con fluctuaciones de demanda, variabilidad operativa o interrupciones del abastecimiento.

En el caso de Lácteos del Valle, el análisis evidencia limitaciones significativas sobre la baja diversificación de proveedores, ausencia de rutas logísticas contingentes y una estructura de planeación operativa relativamente rígida. Estas condiciones limitan la capacidad de reacción frente a eventos no previstos y reducen el margen de maniobra ante alteraciones del entorno.

Como principal hallazgo, se concluye que la organización presenta una limitada capacidad adaptativa, dificultando la implementación rápida de medidas correctivas frente a escenarios de incertidumbre o interrupciones operativas.

Costo

La dimensión de costos (Cost) dentro del modelo SCOR evalúa el impacto financiero derivado de las actividades de la cadena de suministro y la capacidad de la organización para mantener eficiencia económica bajo diferentes escenarios operativos.

El análisis realizado identifica incrementos de costos asociados principalmente a transporte extraordinario, compras emergentes de abastecimiento, ineficiencias operativas, pérdidas de producto e interrupciones parciales del servicio logístico. Estas situaciones generan presiones financieras adicionales, especialmente bajo contextos de variabilidad climática o restricciones de conectividad.

Como resultado estimado, se identifica un incremento promedio aproximado del 18% en costos logísticos bajo escenarios disruptivos, situación que afecta directamente márgenes operativos y sostenibilidad financiera de la organización.

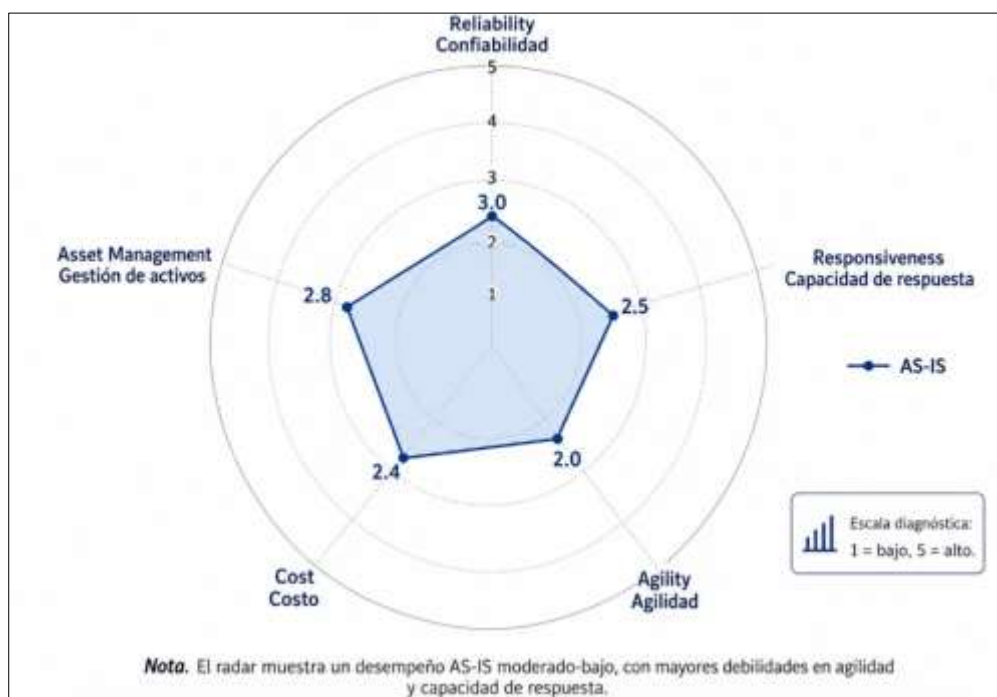
Gestión de activos

La dimensión de gestión de activos (Asset Management) permite evaluar el nivel de aprovechamiento y flexibilidad de los recursos físicos utilizados dentro de la cadena de suministro.

En el caso de Lácteos del Valle, se identifican limitaciones sobre una baja resiliencia de inventarios, utilización variable de capacidad instalada y elevada dependencia de infraestructura física para garantizar continuidad operativa. Si bien los activos presentan un comportamiento eficiente bajo condiciones normales de funcionamiento, la organización evidencia menor capacidad de adaptación frente a escenarios de disrupción prolongada.

Como principal hallazgo, se concluye que los activos operan eficientemente bajo condiciones de normalidad; sin embargo, presentan limitada flexibilidad frente a eventos disruptivos, incrementando la exposición al riesgo operativo y afectando la continuidad del negocio.

Figura 12 Resultados del diagnóstico SCOR



5.2.2. Identificación de riesgos críticos

El análisis permitió identificar cuatro riesgos prioritarios.

Tabla 16 Identificación de riesgos críticos

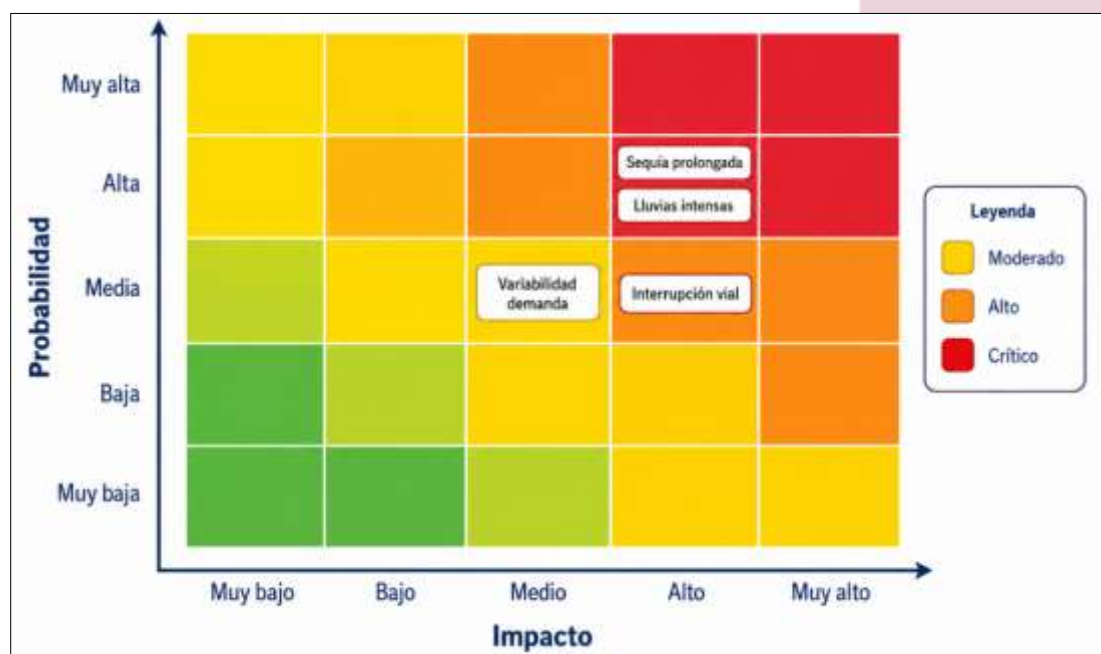
Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel
Sequía prolongada	Alta	Alta	Crítico
Lluvias intensas	Alta	Alta	Crítico
Interrupción vial	Media	Alta	Alto
Variabilidad demanda	Media	Media	Moderado

El análisis de la cadena de suministro de Lácteos del Valle permitió identificar un conjunto de riesgos prioritarios con capacidad de afectar significativamente la continuidad operativa, el abastecimiento de materia prima y el desempeño logístico de la organización (Tabla 16). La evaluación fue desarrollada considerando criterios de probabilidad de ocurrencia e impacto sobre la operación,

permitiendo establecer niveles de criticidad para priorizar acciones preventivas y mecanismos de mitigación.

Como resultado del diagnóstico, se identificaron cuatro riesgos prioritarios: sequías prolongadas, lluvias intensas, interrupciones viales y variabilidad de la demanda, los cuales presentan distintos niveles de impacto sobre la operación de la empresa. Los dos primeros se clasifican dentro de una categoría de riesgo crítico, debido a su alta probabilidad de ocurrencia dentro del contexto ecuatoriano y a su elevada capacidad de afectar directamente el abastecimiento de leche cruda y el funcionamiento de la cadena logística.

Figura 13 Matriz de riesgos críticos.



5.2.3. Análisis FODA de la cadena de suministro de Lácteos del Valle

El análisis FODA integra factores internos y externos que influyen sobre la capacidad operativa de la organización.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 17 *Análisis FODA*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Red de abastecimiento ya establecida	Alta dependencia climática
Capacidad instalada consolidada	Ausencia de modelo resiliente
Experiencia operativa	Baja flexibilidad logística
Diversidad de canales comerciales	Inventarios ajustados
Integración operativa funcional	Tiempo de recuperación elevado
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Analítica predictiva	Fenómenos climáticos extremos
Diversificación proveedores	Sequías prolongadas
Inventarios resilientes	Interrupciones viales
Planeación Push–Pull	Incremento costos logísticos
KPIs resilientes	Competencia sectorial

El análisis FODA evidencia que Lácteos del Valle dispone de capacidades operativas relevantes, como una red de abastecimiento ya consolidada, capacidad instalada significativa, experiencia en procesos industriales y una diversificación de canales comerciales que respalda su presencia en el mercado. Estas fortalezas explican que, en condiciones normales, la organización logre mantener un funcionamiento operativo estable y una cobertura adecuada de la demanda (Tabla 17).

Sin embargo, las debilidades estructurales identificadas (alta dependencia climática, ausencia de un modelo formal de resiliencia, baja flexibilidad logística, inventarios ajustados y tiempos de recuperación elevados) limitan la capacidad de la empresa para sostener su desempeño ante eventos disruptivos. Estas debilidades se ven amplificadas por amenazas externas como fenómenos climáticos extremos, interrupciones viales, incremento de costos logísticos y presión competitiva, lo que incrementa el riesgo de deterioro del nivel de servicio, aumento de costos y pérdida de posicionamiento en el mercado.

En contraste, las oportunidades asociadas a la implementación de analítica predictiva, diversificación de proveedores, políticas de inventarios resilientes, esquemas de planeación Push–Pull

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

y desarrollo de indicadores orientados a resiliencia ofrecen un marco claro para reconfigurar la cadena de suministro hacia un modelo más robusto y adaptable. Aprovechar estas oportunidades implica integrar explícitamente la resiliencia dentro de la estrategia logística, pasando de un enfoque predominantemente reactivo a un enfoque preventivo y anticipatorio.

En consecuencia, fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro de Lácteos del Valle deja de ser una mejora opcional y se convierte en una necesidad estratégica para garantizar la continuidad operativa, reducir la exposición al riesgo climático y proteger el desempeño logístico-financiero de la organización en el mediano y largo plazo.

5.2.4. Impacto financiero estimado

El análisis preliminar evidencia la existencia de costos ocultos relevantes asociados a interrupciones dentro de la cadena de suministro, los cuales afectan directamente desempeño financiero y sostenibilidad operativa de Lácteos del Valle. Aunque estos costos no siempre se reflejan de forma inmediata dentro de la estructura contable tradicional, generan impactos significativos sobre rentabilidad, eficiencia y estabilidad del negocio.

Entre los principales efectos económicos identificados se encuentra el incremento de costos de transporte, estimado entre un 12% y 18%, derivado de desvíos logísticos, utilización de rutas más largas, restricciones de accesibilidad o contratación extraordinaria de servicios de transporte bajo escenarios disruptivos. Se identifican impactos financieros relacionados con compras emergentes de abastecimiento, cuyos costos pueden incrementarse entre un 10% y 15%, especialmente cuando la empresa requiere adquirir materia prima de manera urgente para evitar interrupciones productivas o incumplimientos comerciales.

Otro efecto relevante corresponde a las pérdidas derivadas del desabastecimiento, las cuales generan afectación directa sobre ingresos debido a incumplimientos de entrega, pérdida de ventas y disminución de disponibilidad de producto en canales comerciales estratégicos. De igual manera, la subutilización de capacidad instalada representa un costo importante para la organización, debido a que reducciones en disponibilidad de materia prima disminuyen eficiencia operacional y aumentan costos unitarios de producción al no aprovechar completamente infraestructura industrial ya instalada.

Como principal hallazgo del análisis, se concluye que el costo de no prepararse frente a eventos disruptivos supera significativamente el costo preventivo asociado a estrategias de resiliencia. En este sentido, inversiones sobre abastecimiento flexible, inventarios resilientes, rutas contingentes y mecanismos de monitoreo no deben interpretarse como gastos adicionales, sino como instrumentos de protección financiera y continuidad operativa de la organización.

Figura 14 *Impacto financiero estimado por categoría*



5.3. Conclusión del diagnóstico

El análisis integral del estado actual de Lácteos del Valle evidencia que la organización opera bajo una estructura funcional y operativamente estable en condiciones normales; sin embargo,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

presenta un nivel importante de vulnerabilidad frente a interrupciones derivadas de factores climáticos, logísticos y de abastecimiento. La dependencia de materia prima perecible, la fragmentación del suministro y la sensibilidad de la infraestructura de transporte incrementan la exposición de la cadena de suministro frente a escenarios de incertidumbre.

El diagnóstico permitió identificar diversas limitaciones estructurales que afectan la capacidad de respuesta de la organización, destacándose una alta dependencia climática, reflejada en el impacto que sequías prolongadas y lluvias intensas generan sobre disponibilidad de leche y accesibilidad vial. Asimismo, se evidencia una baja flexibilidad operativa, producto de la dependencia de rutas relativamente rígidas, limitada diversificación de proveedores y escasa capacidad de reconfiguración logística frente a eventos disruptivos. De igual manera, se identificó una limitada capacidad adaptativa, particularmente en términos de velocidad de respuesta frente a cambios operativos, interrupciones prolongadas o variabilidad del entorno. A esto se suma la ausencia de inventarios resilientes, caracterizados por mecanismos de stock de seguridad dinámico y políticas adaptativas orientadas a escenarios de riesgo, lo cual incrementa exposición frente a quiebres de stock y afectaciones en continuidad operativa.

Otro hallazgo relevante corresponde a una insuficiente preparación preventiva, evidenciada en la falta de mecanismos formales de anticipación, monitoreo y contingencia frente a eventos externos capaces de comprometer el desempeño de la cadena de suministro. En conjunto; los resultados obtenidos a través del análisis FODA y del diagnóstico SCOR permiten concluir que Lácteos del Valle requiere fortalecer significativamente sus capacidades de anticipación; transitando desde un modelo predominantemente reactivo hacia un enfoque más resiliente y preventivo.

Capítulo 6. Propuesta Del Modelo De Resiliencia De La Cadena De Suministro (TO–BE)

El diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior evidenció que la cadena de suministro de Lácteos del Valle presenta vulnerabilidades significativas frente a disrupciones climáticas, especialmente en abastecimiento, transporte, continuidad operativa y capacidad de respuesta. Aunque la estructura actual permite operar bajo condiciones normales, su capacidad adaptativa resulta limitada frente a escenarios de incertidumbre prolongada.

El presente capítulo desarrolla un modelo de resiliencia de cadena de suministro (TO–BE) para reducir vulnerabilidades, fortalecer continuidad operativa y mejorar desempeño logístico-financiero. La propuesta planteada para Lácteos del Valle no busca reemplazar completamente la estructura operativa existente, sino fortalecerla mediante mecanismos que incrementen la resiliencia, continuidad operativa y capacidad de respuesta frente a disrupciones. Se reconoce que la organización cuenta con procesos funcionales consolidados; sin embargo, presenta vulnerabilidades sobre abastecimiento, logística e incertidumbre climática que requieren fortalecimiento.

El modelo ha sido diseñado bajo una lógica de equilibrio entre eficiencia operativa, continuidad del servicio, mitigación del riesgo y sostenibilidad financiera, evitando generar cambios excesivamente complejos o económicamente inviables. En este sentido, la propuesta busca mejorar capacidad de abastecimiento, flexibilidad logística y gestión de inventarios sin comprometer competitividad organizacional. Su construcción se sustenta en los hallazgos del diagnóstico realizado mediante el modelo SCOR; permitiendo estructurar una propuesta orientada a reducir vulnerabilidades y fortalecer sostenibilidad operativa de largo plazo.

6.1. Objetivo del modelo resiliente

El modelo resiliente propuesto tiene como objetivo fortalecer la capacidad de Lácteos del Valle para responder de mejor manera frente a situaciones que puedan afectar la continuidad de sus operaciones, especialmente aquellas sobre eventos climáticos, problemas de abastecimiento o interrupciones logísticas. De manera específica, el modelo busca que la empresa pueda anticiparse a posibles eventos disruptivos; adaptarse a cambios del entorno y recuperarse de forma más rápida cuando se presenten afectaciones dentro de la cadena de suministro.

El propósito final consiste en fortalecer la continuidad operativa de la organización, permitiendo que Lácteos del Valle mantenga niveles adecuados de abastecimiento, producción y distribución, incluso bajo escenarios climáticos adversos o condiciones de alta incertidumbre.

6.2. Arquitectura del modelo propuesto

El modelo resiliente propuesto para Lácteos del Valle se encuentra estructurado sobre cinco ejes estratégicos complementarios, diseñados para fortalecer la capacidad de la organización frente a interrupciones del abastecimiento, cambios del entorno y eventos climáticos que puedan afectar la continuidad operativa.

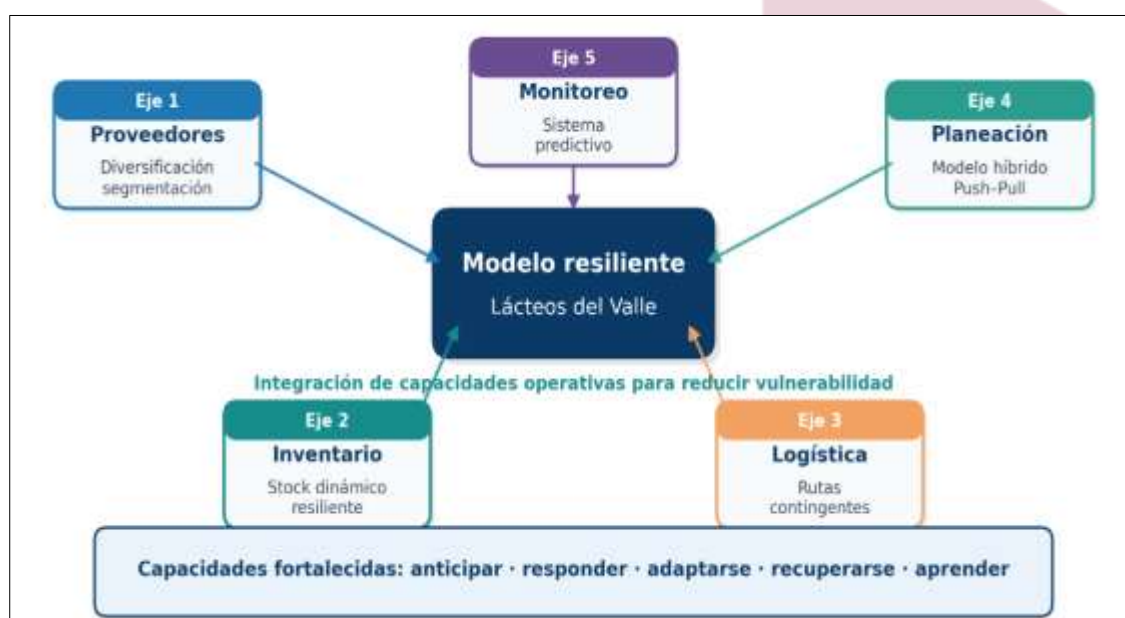
El primer eje se enfoca en la diversificación y segmentación de proveedores, para reducir la dependencia de fuentes de abastecimiento vulnerables y mejorar estabilidad en la recepción de materia prima. El segundo eje propone un sistema dinámico de inventario resiliente, para fortalecer disponibilidad de productos críticos mediante niveles de stock más adaptados al nivel de riesgo.

El tercer eje corresponde a la implementación de una red logística contingente, que permita mejorar capacidad de respuesta frente a interrupciones viales o afectaciones climáticas mediante rutas

alternativas y mayor flexibilidad operativa. Por su parte, el cuarto eje incorpora un modelo de planeación híbrida Push–Pull, buscando equilibrar eficiencia operativa con capacidad de adaptación frente a cambios de demanda y abastecimiento. Finalmente, el quinto eje plantea un sistema predictivo de monitoreo y resiliencia, enfocado en mejorar la capacidad de anticipación mediante seguimiento de riesgos, indicadores operativos y posibles escenarios de interrupción.

Estos componentes han sido diseñados para operar de forma integrada; considerando que la resiliencia no depende de una única acción aislada; sino de la coordinación entre distintas capacidades operativas que permitan anticipar.

Figura 15 *Arquitectura del modelo resiliente propuesto*



6.2.1. Eje 1: Diversificación y segmentación de proveedores

El diagnóstico realizado evidenció una alta dependencia de zonas específicas de abastecimiento, situación que incrementa la vulnerabilidad de Lácteos del Valle frente a eventos externos que afectan la disponibilidad de materia prima. Debido a que gran parte del suministro

proviene de productores ubicados en determinadas regiones, cualquier alteración climática o limitación de accesibilidad puede afectar directamente la continuidad del flujo de leche hacia la planta de procesamiento.

Entre los principales factores de riesgo identificados se encuentran las sequías prolongadas, que reducen disponibilidad de pasturas y productividad ganadera, disminuyendo el volumen de leche disponible para abastecimiento. De igual manera, las lluvias intensas e inundaciones generan afectaciones sobre movilidad rural y acceso a fincas productoras, dificultando los procesos de recolección.

Los cierres viales o restricciones de conectividad representan un riesgo importante para la operación logística, debido a que incrementan tiempos de transporte y reducen capacidad de respuesta ante interrupciones. Finalmente, la reducción de productividad ganadera, asociada a factores climáticos o limitaciones operativas de pequeños productores, incrementa variabilidad en el abastecimiento y dificulta mantener estabilidad en los niveles de producción. En conjunto, estas condiciones evidencian la necesidad de fortalecer el sistema de abastecimiento mediante mecanismos que reduzcan concentración del riesgo y mejoren estabilidad operativa frente a escenarios de incertidumbre.

Como respuesta al problema identificado, se propone implementar una estrategia de dual sourcing resiliente, basada en la segmentación territorial de proveedores, con el objetivo de reducir dependencia de zonas específicas de abastecimiento y fortalecer continuidad operativa frente a eventos disruptivos. La propuesta clasifica a los proveedores en tres segmentos. El Segmento A estará conformado por proveedores estratégicos de alta confiabilidad, caracterizados por estabilidad

productiva, cumplimiento histórico y menor vulnerabilidad frente a interrupciones. Estos constituirán la base principal del abastecimiento.

El Segmento B integrará proveedores de soporte regional, cuya función será absorber variaciones temporales de volumen y complementar el suministro cuando sea necesario. Finalmente, el Segmento C corresponderá a proveedores contingentes, cuya activación se realizará únicamente bajo escenarios disruptivos o emergencias de abastecimiento. Con esta segmentación, Lácteos del Valle podrá reducir concentración del riesgo y fortalecer estabilidad del suministro frente a escenarios de incertidumbre.

Figura 16 Segmentación de proveedores (Dual Sourcing).



La implementación de una estrategia de segmentación y diversificación de proveedores permitirá a Lácteos del Valle fortalecer estabilidad en el abastecimiento y reducir vulnerabilidad frente a interrupciones externas. Entre los principales beneficios esperados se encuentra una menor

dependencia geográfica, disminuyendo el impacto de eventos climáticos concentrados en determinadas zonas productivas.

Se espera una reducción del riesgo de desabastecimiento, al contar con alternativas de suministro que permitan responder frente a disminuciones temporales de producción o restricciones logísticas. De igual manera, la propuesta contribuirá a una mayor capacidad adaptativa, facilitando respuestas más rápidas ante escenarios de incertidumbre y reduciendo probabilidad de interrupciones productivas prolongadas.

Trade-off: La implementación de una estrategia de diversificación y segmentación de proveedores implica un equilibrio entre continuidad operativa y costos de gestión. Si bien la propuesta busca reducir vulnerabilidad frente a interrupciones del abastecimiento, también requiere mayores esfuerzos de coordinación y seguimiento para garantizar un funcionamiento adecuado del sistema de proveedores.

Ventaja: Mayor resiliencia del abastecimiento, al reducir dependencia de zonas específicas y fortalecer capacidad de respuesta frente a interrupciones del suministro. Esta estrategia permite a Lácteos del Valle contar con alternativas de abastecimiento frente a eventos climáticos, restricciones logísticas o disminuciones temporales de producción, reduciendo probabilidad de interrupciones operativas y mejorando continuidad productiva.

Desventaja: Incremento moderado de costos administrativos y de coordinación, debido a la necesidad de gestionar un mayor número de proveedores, monitorear su desempeño y fortalecer procesos de planificación del abastecimiento. No obstante, el costo incremental asociado a esta

estrategia resulta inferior al impacto económico potencial derivado de una interrupción prolongada del suministro o un escenario crítico de desabastecimiento de materia prima.

6.2.2. Eje 2. Sistema dinámico de inventario resiliente

El diagnóstico realizado evidenció que Lácteos del Valle mantiene una política de inventarios relativamente ajustada, orientada principalmente a reducir costos de almacenamiento y capital inmovilizado. Aunque este enfoque favorece eficiencia financiera en condiciones normales de operación, también limita la capacidad de la organización para responder frente a interrupciones del abastecimiento o variaciones inesperadas de demanda. En escenarios de incertidumbre; como eventos climáticos; esta estructura de inventarios reduce la capacidad de absorción frente a shocks operativos; afectaciones en producción y dificultades para mantener continuidad del servicio.

Como respuesta al problema identificado, se propone la implementación de un modelo de inventario de seguridad dinámico, diseñado para fortalecer capacidad de respuesta frente a interrupciones del abastecimiento y variaciones del entorno. A diferencia de una política fija de inventarios, este modelo permitirá ajustar niveles de stock según condiciones operativas y niveles de riesgo presentes en la cadena de suministro. La propuesta considera factores como riesgo climático, variabilidad del abastecimiento, comportamiento de la demanda y nivel de servicio esperado, permitiendo una gestión más flexible y alineada con las necesidades reales de la operación.

Adicionalmente, se propone clasificar los productos mediante un análisis ABC (clasificación de inventarios en categorías A, B y C según su rotación e importancia relativa), para priorizar inventarios según criticidad e impacto comercial. Los productos tipo A, por su alta rotación e importancia estratégica, contarán con mayores niveles de protección y stock de seguridad, mientras que los productos tipo B y C mantendrán políticas más equilibradas y ajustadas a demanda.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 18 *Clasificación ABC de productos estratégicos de Lácteos del Valle*

Categoría	Producto	Participación estimada demanda	Criticidad operativa	Política de inventario
A	Leche UHT	30%	Alta	Stock resiliente elevado
A	Leche pasteurizada	25%	Alta	Stock resiliente elevado
A	Yogur bebible	15%	Alta	Seguridad moderada
B	Queso fresco	12%	Media	Reposición programada
B	Yogur griego	8%	Media	Inventario flexible
C	Postres lácteos	5%	Baja	Pull según demanda
C	Productos estacionales	5%	Baja	Producción bajo pedido

Fuente referencial: Tonicorp

Como se puede observar, el análisis ABC evidencia que los productos tipo A concentran la mayor relevancia operativa y comercial para la organización, debido a su alta rotación, demanda constante y sensibilidad frente a interrupciones de abastecimiento. Los productos clasificados como B presentan importancia intermedia y requieren una política de inventario balanceada, orientada a mantener disponibilidad sin generar sobrecostos excesivos. Finalmente, los productos tipo C muestran menor criticidad estratégica, permitiendo una gestión más flexible bajo lógica Pull y producción ajustada a demanda.

Diseño operativo del modelo de inventario dinámico

El modelo de inventario resiliente para Lácteos del Valle mejora el enfoque tradicional del EOQ estático al incorporar mecanismos adaptativos en función del riesgo en la cadena de suministro. Estos incluyen un stock de seguridad dinámico que se ajusta según el riesgo climático, la clasificación ABC con políticas diferenciadas por categoría, y un sistema de puntos de reorden automático atado al nivel de alerta vigente. El stock de seguridad dinámico se calcula a partir de la variabilidad del lead time (σ_{LT}), la variabilidad de la demanda (σ_D), y un factor de riesgo climático (k) que varía con el nivel de alerta. Este modelo permite aumentar proactivamente el inventario de protección ante condiciones de riesgo elevado, en lugar de esperar a que se produzca una interrupción. En condiciones normales, k se mantiene estándar; en alerta media se incrementa moderadamente; y en alerta alta, alcanza el máximo determinado por política.

El sistema de monitoreo de inventarios resilientes establece la necesidad de un seguimiento periódico de indicadores operativos para prevenir quiebres de stock y sobreinventarios. Se propone una revisión semanal de cuatro indicadores clave, orientados a equilibrar protección operativa y eficiencia en el uso de capital:

Tabla 19 *Indicadores clave del inventario resiliente*

Indicador	Descripción	Unidad / medida	Frecuencia de revisión	Uso principal
Cobertura de inventario por SKU	Días de demanda que cubre el stock disponible de productos estratégicos (tipos A y B), según nivel de alerta.	Días de cobertura	Semanal	Definir suficiencia de inventario de seguridad.

Índice de rotación ajustado por riesgo	Rotación de inventario ajustada por estacionalidad y nivel de alerta, comparada con umbrales objetivo.	Veces por periodo	Semanal / mensual	Detectar sobreacumulación o lentitud de consumo.
Tasa de quiebres de stock por categoría	Número o frecuencia de episodios de desabastecimiento por categoría de producto.	Número / frecuencia	Semanal / mensual	Identificar vulnerabilidades y ajustar políticas.
Costo unitario de holding dinámico	Costo financiero asociado al inventario de seguridad bajo cada nivel de alerta.	USD por unidad	Mensual	Balancear protección operativa y eficiencia de capital.

La implementación de un modelo de inventario resiliente permitirá a Lácteos del Valle fortalecer capacidad de respuesta frente a interrupciones del abastecimiento y variaciones operativas (Tabla 19). Entre los principales beneficios esperados se encuentra la reducción de quiebres de stock, especialmente en productos críticos de alta rotación y relevancia comercial.

Se espera una mayor estabilidad operativa, debido a una mejor capacidad de absorción frente a retrasos logísticos, eventos climáticos o disminuciones temporales en la disponibilidad de materia prima. De igual manera, la propuesta contribuirá a mejorar el cumplimiento del indicador OTIF, fortaleciendo continuidad del servicio y niveles de satisfacción de clientes y distribuidores.

Trade-off: La implementación de inventarios resilientes implica un incremento moderado de costos de almacenamiento (holding cost), debido a mayores niveles de stock de seguridad. No obstante, este costo preventivo resulta económicamente justificable al compararse con las pérdidas

potenciales derivadas de quiebres de stock, interrupciones productivas, incumplimientos comerciales y compras emergentes de abastecimiento.

Ventaja: Mayor continuidad operativa, al disponer de inventarios capaces de absorber retrasos de abastecimiento, variaciones de demanda o interrupciones logísticas sin afectar significativamente producción y distribución.

Desventaja: Incremento controlado de holding cost, debido a mayores niveles de inventario, requerimientos de almacenamiento y capital inmovilizado. No obstante, este costo preventivo resulta económicamente justificable al compararse con las pérdidas potenciales derivadas de quiebres de stock, interrupciones productivas, incumplimientos comerciales y compras emergentes de abastecimiento.

6.2.3. Eje 3. Red logística contingente

La logística de abastecimiento y distribución de Lácteos del Valle presenta una dependencia significativa de rutas relativamente rígidas, especialmente en corredores rurales utilizados para la recolección de leche cruda. Esta condición incrementa la vulnerabilidad operativa frente a eventos disruptivos que afectan la conectividad vial y la continuidad del flujo logístico.

Dentro del contexto ecuatoriano, particularmente en la región Sierra, las temporadas de lluvias intensas han generado históricamente afectaciones relevantes sobre infraestructura vial, accesibilidad rural y estabilidad del transporte de mercancías. Fenómenos asociados al invierno ecuatoriano, generalmente comprendido entre los meses de octubre y mayo, suelen incrementar la ocurrencia de inundaciones, derrumbes, pérdida parcial de vías y restricciones temporales de acceso, afectando especialmente zonas rurales vinculadas al abastecimiento agroindustrial.

De manera complementaria, eventos asociados al fenómeno de El Niño han intensificado históricamente episodios de precipitación extrema, incrementando el riesgo de interrupciones logísticas y elevando costos operativos de transporte. Por otro lado, durante periodos de sequía prolongada, particularmente entre junio y septiembre, también pueden generarse afectaciones indirectas sobre abastecimiento, debido a disminución de productividad ganadera y necesidad de ampliar radios de recolección. Estas condiciones incrementan el riesgo de: retrasos logísticos, deterioro de materia prima, incremento del lead time, incumplimiento de entregas, costos extraordinarios de transporte. la ausencia de mecanismos logísticos alternativos limita significativamente la capacidad adaptativa de la organización frente a escenarios climáticos adversos.

Para reducir vulnerabilidad operativa frente a interrupciones logísticas, se propone el diseño de una red logística contingente, estructurada bajo un modelo escalonado de rutas alternativas. La propuesta contempla la clasificación de corredores logísticos en tres niveles operativos:

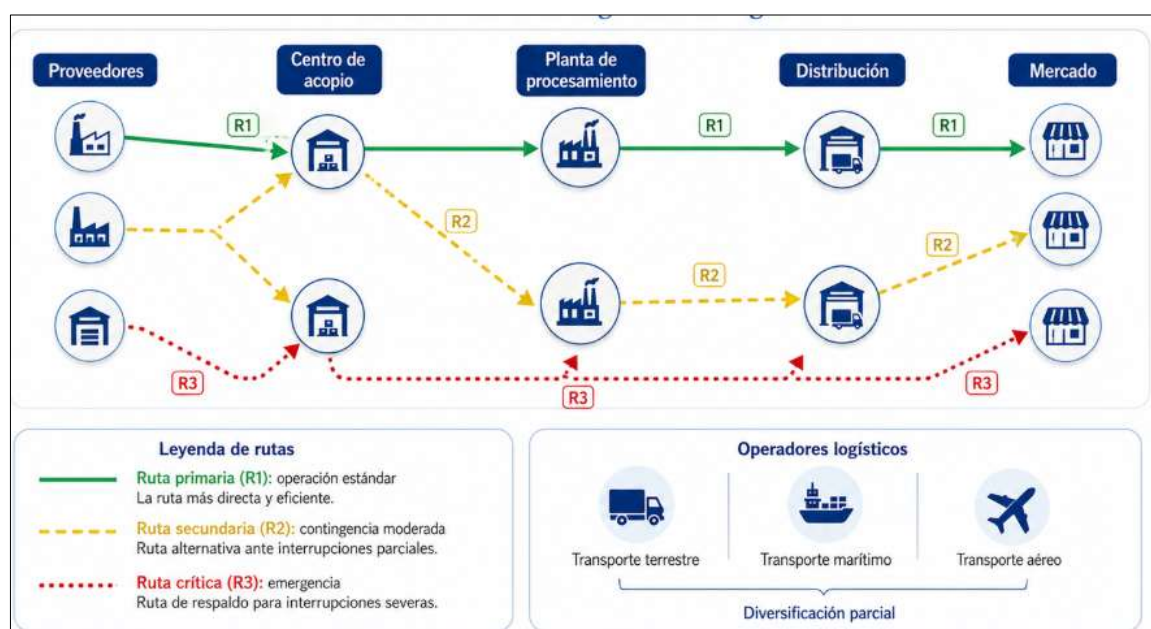
Ruta primaria: Corresponde a la operación estándar utilizada bajo condiciones normales de abastecimiento y distribución. Estas rutas concentran la mayor eficiencia operativa debido a menores distancias, costos de transporte relativamente reducidos y estabilidad histórica de operación.

Ruta secundaria: Se activa frente a interrupciones parciales o afectaciones moderadas de accesibilidad. Su función consiste en garantizar continuidad temporal del abastecimiento sin comprometer significativamente la operación general.

Ruta crítica: Corresponde a escenarios de emergencia o disrupción severa. Estas rutas operan como mecanismo extraordinario de continuidad, priorizando acceso a proveedores estratégicos y minimizando el riesgo de interrupción total del flujo de materia prima.

De forma complementaria, se plantea una diversificación parcial de operadores logísticos, permitiendo reducir dependencia excesiva de un único esquema de transporte y fortaleciendo capacidad de reacción ante contingencias.

Figura 17 Red logística contingente (Rutas escalonadas).



Diseño operativo de la red logística resiliente

La red logística resiliente de Lácteos del Valle se basa en tres dimensiones interrelacionadas: redundancia de rutas, flexibilidad de operadores de transporte y puntos intermedios de consolidación. La redundancia de rutas implica el mapeo de al menos una ruta secundaria y una ruta crítica de emergencia para cada corredor logístico principal, las cuales son evaluadas en términos de tiempo, costo y accesibilidad bajo condiciones climáticas adversas.

Este mapeo se actualiza periódicamente a través de un sistema de monitoreo climático y vial, asegurando que las alternativas sean viables cuando sean necesarias. Los puntos intermedios de

consolidación son nodos logísticos estratégicos ubicados en áreas de baja vulnerabilidad climática, que permiten mantener stock en tránsito y redistribuir materia prima frente a bloqueos de ruta. Actúan como amortiguadores logísticos, garantizando que al interrumpirse una ruta primaria, el abastecimiento continúe mediante redirección hacia el nodo más cercano, lo que minimiza el tiempo de respuesta y el deterioro de productos perecederos.

La diversificación parcial de operadores logísticos es clave para complementar la estructura de transporte, evitando la dependencia de un único proveedor que podría causar fallas. Se sugiere establecer acuerdos marco con al menos dos operadores por cada corredor estratégico, definiendo condiciones de activación y tiempos de respuesta acordados para situaciones de contingencia.

Protocolo de activación logística bajo escenarios disruptivos

El protocolo de activación logística establece tres niveles de respuesta operativa según la severidad del evento disruptivo. El Nivel 1 denominado Alerta Temprana, se activa ante condiciones de riesgo moderado, como precipitaciones superiores al umbral histórico o alertas viales preventivas. En esta fase, se busca aumentar los stocks de seguridad de productos tipo A, verificar alternativas de rutas y notificar a proveedores del Segmento B para preparar la cadena ante una posible interrupción.

El Nivel 2 de Contingencia Operativa, se activa con la confirmación de una interrupción parcial en rutas primarias o una reducción del abastecimiento de más del 20%. Aquí, se implementan rutas secundarias en las áreas afectadas, se redirigen flujos a puntos de consolidación y se activan proveedores del Segmento B, con el objetivo de mantener un 80% del flujo normal y minimizar el impacto en el indicador OTIF. Finalmente el Nivel 3 de Emergencia Crítica, se activa en caso de interrupciones severas que comprometan el abastecimiento por más de 72 horas. En esta etapa, se

activan rutas críticas de emergencia y proveedores del Segmento C, con el objetivo de restaurar el 60% del flujo normal en los primeros cinco días y alcanzar el 100% en 11 días, de acuerdo con el Recovery Time del modelo TO-BE mencionado en el 6.10.

Integración entre inventario y logística: flujo operativo coordinado

La gestión resiliente del inventario y la red logística contingente son sistemas interdependientes, cuya eficacia se basa en una coordinación dinámica. Se establece la necesidad de ajustar los niveles de inventario en planta y centros de acopio según alertas logísticas y climáticas, así como tener en cuenta la cobertura de inventario disponible al activar rutas contingentes. Para facilitar esta interdependencia, se propone un mecanismo de comunicación en tiempo real, mediante un tablero de control operativo semanal que integre información clave: estado de inventarios por SKU (Stock Keeping Unit o unidad de referencia de inventario) estratégico, estado de rutas logísticas, alertas climáticas activas y disponibilidad de proveedores por segmento. Este tablero es fundamental para la coordinación entre los ejes logísticos e inventarios, conectándose con el sistema predictivo de monitoreo resiliente.

Tablero de Control Integrado Inventario–Logística

El tablero de control integrado es fundamental para la coordinación operativa entre la gestión de inventarios resilientes y la red logística contingente. Su función va más allá del reporte de indicadores, facilitando decisiones eficaces para los responsables operativos de Lácteos del Valle al permitir la visualización simultánea del estado del inventario, las rutas logísticas y el nivel de alerta climática. Este sistema utiliza una lógica de semáforo con tres estados (verde, amarillo y rojo), que indica el nivel de riesgo operativo en las áreas monitorizadas. Tal codificación visual permite una rápida

interpretación de la situación de la cadena, lo que reduce el tiempo de respuesta ante desviaciones críticas. El tablero se estructura en cuatro dimensiones interdependientes que deben revisarse de forma conjunta durante la sesión operativa semanal:

Dimensión 1: Estado de inventarios por SKU estratégico

Esta dimensión muestra la cobertura de inventario actual expresada en días de demanda para cada producto tipo A y B, contrastada contra el umbral mínimo definido según el nivel de alerta climática vigente. Los indicadores incluyen:

Tabla 20 *Dimensión 1.*

Indicador	Umbral verde	Umbral amarillo	Umbral rojo
Cobertura leche UHT	≥10 días	7–9 días	<7 días
Cobertura leche pasteurizada	≥10 días	7–9 días	<7 días
Cobertura yogur bebible	≥8 días	5–7 días	<5 días
Índice de rotación tipo A	Normal	–10% respecto media	–20% o más
Tasa de quiebres de stock	0%	1–3%	>3%

Cuando el nivel de alerta climática escala a naranja o rojo, los umbrales de cobertura mínima se ajustan automáticamente hacia arriba, exigiendo mayores niveles de protección antes de que se active el protocolo logístico.

Dimensión 2: Estado de rutas logísticas por corredor

Esta dimensión registra la operatividad de cada corredor logístico estratégico; tanto de abastecimiento de leche cruda como de distribución de producto terminado; clasificando su estado en tres niveles: operativo normal, restricción parcial o bloqueado. Los indicadores incluyen:

Tabla 21 *Dimensión 2.*

Corredor	Estado	Ruta activa
Sierra Norte – Planta	Operativo / Restringido / Bloqueado	Primaria / Secundaria / Emergencia
Centro Lechero – Planta	Operativo / Restringido / Bloqueado	Primaria / Secundaria / Emergencia
Planta – Distribuidores Quito	Operativo / Restringido / Bloqueado	Primaria / Secundaria / Emergencia

Como se puede observar en la tabla 21, cuando un corredor entra en estado de restricción parcial, el tablero activa automáticamente la alerta de revisión de inventario en los SKU abastecidos por esa ruta, vinculando directamente la Dimensión 2 con la Dimensión 1.

Dimensión 3: Nivel de alerta climática activo

Esta dimensión integra las señales del sistema de monitoreo climático del Eje 5 y las traduce en un estado operativo que condiciona los umbrales de las otras tres dimensiones. El nivel de alerta determina qué protocolo de respuesta está vigente:

Figura 18 *Dimensión*



Dimensión 4: Disponibilidad de proveedores por segmento

La Dimensión 4 se enfoca en la disponibilidad de proveedores clasificados en segmentos A, B y C, capturando en tiempo real su capacidad de respuesta. Esta información permite anticipar la disponibilidad de mecanismos de contingencia de abastecimiento. Los indicadores clave incluyen el volumen disponible confirmado por cada proveedor, el tiempo estimado de activación para los segmentos B y C, así como el estado de los acuerdos marco actuales.

El tablero de control funciona en dos modalidades dependiendo del nivel de alerta. Durante la revisión semanal ordinaria (alerta verde), que se lleva a cabo durante 30 minutos cada lunes, participan los responsables de inventario, logística y planificación. En esta sesión se revisan los cuatro cuadrantes del tablero, se validan los niveles de cobertura en relación con los umbrales vigentes y se verifica el estado de los corredores logísticos para la semana. Si todos los indicadores están en verde, no se requieren acciones correctivas.

Por otro lado, la revisión de emergencia (alerta naranja o rojo) se activa inmediatamente al

escalar cualquier indicador a rojo o al recibir una alerta naranja o superior del sistema de monitoreo

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

climático. En este caso, la revisión se realiza diariamente y se suman los responsables de abastecimiento y comercial. Las decisiones tomadas durante esta revisión se registran en una bitácora operativa, contribuyendo al aprendizaje del modelo resiliente. Para habilitar decisiones rápidas en el tablero, se establecen reglas de activación automática relacionadas con cuatro dimensiones clave.

La Regla 1 indica que si la cobertura de cualquier SKU tipo A es inferior a un umbral amarillo y el corredor de abastecimiento está en restricción parcial, se debe activar una orden de reabastecimiento de emergencia con el proveedor del Segmento B.

- La Regla 2 establece que si el nivel de alerta climática alcanza la categoría naranja, se incrementarán los umbrales de cobertura mínima en 20% para todos los SKU tipo A y se notificará a los proveedores del Segmento B sobre una posible activación en 48 horas.
- La Regla 3 dicta que si dos o más corredores logísticos están restringidos o bloqueados, se activará el Protocolo Nivel 2 y se convocará una reunión operativa de emergencia en menos de 4 horas. Finalmente,
- La Regla 4 requiere que si la tasa de quiebre de stock supera 3% durante dos semanas consecutivas, se revisará la política ABC y se ajustarán los parámetros de stock de seguridad para los SKU afectados en el siguiente ciclo de planificación. Estas reglas transforman el tablero de un mero instrumento de reporte a un sistema activo que apoya la toma de decisiones, alineándose con el objetivo de anticipar antes de reaccionar.

Hoja de ruta de implementación: inventario y logística

La implementación de estrategias de inventario y logística resiliente se lleva a cabo en tres fases progresivas. La Fase 1 (meses 1 a 3) se enfoca en parametrizar el modelo de inventario dinámico, lo que incluye el cálculo de stocks de seguridad por SKU, puntos de reorden ajustados por niveles de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

alerta, una clasificación ABC actualizada y un levantamiento del mapa de rutas logísticas. Esta fase usa recursos operativos existentes, sin requerir inversión tecnológica significativa.

La Fase 2 (meses 4 a 6) implica el establecimiento de un tablero de control integrado y el entrenamiento del equipo operativo, formalizando acuerdos con operadores logísticos alternativos y realizando simulaciones del protocolo de respuesta ante contingencias. Por último, la Fase 3 (meses 7 a 12) consolida la operación resiliente mediante la integración del tablero de control con un sistema de monitoreo climático, evaluando resultados frente a KPIs y ajustando parámetros según el desempeño. Al finalizar esta fase, el modelo de inventario dinámico y la red logística deben operar de manera autónoma y coordinada, con capacidad documentada para responder a los niveles de alerta definidos.

Figura 19 Hoja de ruta de implementación: inventario y logística resiliente



La implementación de una red logística contingente permitirá fortalecer la capacidad adaptativa de la cadena de suministro frente a eventos disruptivos, particularmente aquellos asociados a afectaciones climáticas y restricciones de conectividad vial. Entre los principales beneficios esperados destacan:

Menor incremento del lead time: La existencia de rutas alternativas reducirá la dependencia de un único corredor logístico, disminuyendo retrasos prolongados ante cierres parciales o interrupciones temporales de accesibilidad.

Continuidad de recolección: La diversificación de rutas y operadores permitirá mantener abastecimiento de leche cruda aún bajo escenarios adversos, reduciendo probabilidad de interrupción productiva.

Menor deterioro de producto: Al reducir tiempos extraordinarios de transporte y permanencia de materia prima en tránsito, se espera una disminución del riesgo de afectación de calidad, especialmente considerando la naturaleza perecible del producto lácteo.

En conjunto, estos beneficios contribuirán a fortalecer la continuidad operativa y mejorar capacidad de respuesta frente a escenarios de incertidumbre climática.

Trade-off: La implementación de una red logística contingente presenta un equilibrio entre flexibilidad operativa y costos adicionales de coordinación.

Ventaja: Mayor flexibilidad operativa

La existencia de rutas alternativas y operadores complementarios incrementa la capacidad de reacción de la organización frente a eventos disruptivos, fortaleciendo continuidad de abastecimiento y reduciendo vulnerabilidad logística.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Desventaja: Incremento leve en costos de planeación logística

La gestión de múltiples rutas, monitoreo de accesibilidad y coordinación de contingencias implica un aumento moderado de costos administrativos y de planificación. Sin embargo, dicho costo preventivo resulta económicamente justificable cuando se compara con pérdidas potenciales asociadas a interrupciones prolongadas, deterioro de producto, incumplimientos comerciales o paralización parcial de la operación.

6.2.4. Eje 4. Planeación híbrida Push–Pull

El diagnóstico realizado evidenció que la planeación actual de Lácteos del Valle opera bajo una lógica relativamente rígida, con limitada capacidad para ajustarse rápidamente frente a cambios en la demanda, variaciones del abastecimiento o escenarios disruptivos.

Como respuesta al problema identificado, se propone implementar un modelo de planeación híbrida Push–Pull, para equilibrar continuidad operativa y eficiencia en la gestión de inventarios. La lógica Push se aplicará a productos esenciales y de alta rotación, como leche UHT y leche pasteurizada, cuya demanda es relativamente estable y requiere garantizar disponibilidad permanente. En estos casos, se priorizará continuidad del abastecimiento y estabilidad del servicio.

Por otro lado, la lógica Pull se utilizará en productos con comportamiento más variable, como líneas especializadas o productos premium, donde la producción responderá en mayor medida a la demanda real del mercado, priorizando eficiencia operativa y reducción de desperdicios. Mediante esta combinación, la organización podrá mantener disponibilidad en productos críticos y, al mismo tiempo, mejorar capacidad de adaptación frente a cambios del entorno.

La implementación de un sistema híbrido Push–Pull permitirá a Lácteos del Valle alcanzar un mejor equilibrio entre continuidad operativa y eficiencia productiva. Entre los principales beneficios esperados se encuentran la reducción de desperdicios, especialmente en productos con demanda variable, así como un mejor balance entre niveles de inventario y nivel de servicio. Se espera fortalecer la capacidad adaptativa de la organización, permitiendo responder con mayor flexibilidad frente a cambios en la demanda o variaciones del abastecimiento.

Trade-off: La implementación de una planeación híbrida implica un equilibrio entre flexibilidad operativa y complejidad de gestión. Aunque el modelo permite una mejor adaptación frente a escenarios cambiantes, también requiere una programación más dinámica y mayor coordinación entre abastecimiento, producción y distribución.

Ventaja: Mayor flexibilidad operativa, al permitir ajustar producción según características de cada tipo de producto y comportamiento de demanda.

Desventaja: Mayor complejidad de programación, debido a la necesidad de coordinar diferentes lógicas de planificación dentro de la operación. No obstante, esta complejidad resulta manejable frente a los beneficios asociados a una mejor continuidad del servicio y reducción de desperdicios operativos.

6.2.5. Eje 5. Sistema predictivo de monitoreo resiliente

El diagnóstico realizado evidenció que actualmente Lácteos del Valle no cuenta con un sistema estructurado de monitoreo de riesgos climáticos y operativos, lo que limita su capacidad para anticiparse a posibles interrupciones dentro de la cadena de suministro.

Se propone la implementación de un sistema de monitoreo resiliente para el seguimiento periódico de variables críticas de la cadena de suministro, con el objetivo de fortalecer capacidad de anticipación frente a posibles interrupciones operativas. El sistema se enfocará en el seguimiento de riesgos climáticos, operativos y comerciales, mediante el análisis de información relevante para la toma de decisiones. En el ámbito climático, se considerarán variables sobre lluvias, sequías y posibles afectaciones viales que puedan influir sobre el abastecimiento y transporte.

A nivel operativo, se dará seguimiento a aspectos relacionados con disponibilidad de abastecimiento, niveles de inventario y tiempos logísticos, permitiendo detectar variaciones que puedan afectar continuidad operativa. De manera complementaria, también se realizará seguimiento de variables comerciales sobre comportamiento de demanda y disponibilidad de producto. La finalidad de este sistema consiste en fortalecer capacidad preventiva y mejorar velocidad de respuesta organizacional, facilitando decisiones más oportunas frente a escenarios de riesgo, sin requerir transformaciones complejas sobre la estructura actual de operación. Como parte del sistema de monitoreo resiliente, se proponen indicadores clave de desempeño (KPIs) orientados a medir continuidad operativa, eficiencia logística y capacidad de respuesta frente a eventos disruptivo.

Tabla 22 *KPIs resilientes*

KPI	Meta
OTIF	≥95%
Fill Rate	≥96%
Lead Time	≤3 días
TTR	≤6 días
Quiebres stock	-30%
TCO	-10%

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Estos indicadores permitirán evaluar continuamente el desempeño de la cadena de suministro y medir el impacto de las estrategias resilientes implementadas (Tabla 22). En particular, el seguimiento de indicadores como OTIF, Fill Rate y Lead Time contribuirá a fortalecer continuidad del servicio, mientras que métricas como TTR (Time to Recovery) y reducción de quiebres de stock permitirán medir capacidad de recuperación y respuesta frente a interrupciones operativas.

6.3. Modelo integrado TO–BE

El modelo resiliente propuesto para Lácteos del Valle se estructura bajo una lógica de mejora continua orientada a fortalecer la capacidad de la organización para enfrentar escenarios de incertidumbre dentro de la cadena de suministro. El enfoque planteado sigue una secuencia de acción basada en cinco capacidades clave: anticipar, absorber, adaptarse, recuperarse y aprender, permitiendo una gestión más preventiva y flexible frente a interrupciones operativas.

En primer lugar, el modelo busca anticipar posibles riesgos mediante el monitoreo de variables climáticas, operativas y comerciales, facilitando la identificación temprana de eventos que puedan afectar abastecimiento o continuidad logística. Posteriormente, la organización deberá ser capaz de absorber impactos, a través de mecanismos como inventarios resilientes, diversificación de proveedores y mayor estabilidad del abastecimiento. El modelo promueve la capacidad de adaptarse frente a cambios del entorno mediante herramientas como la planeación híbrida Push–Pull y una red logística más flexible. En escenarios donde las interrupciones no puedan evitarse completamente, el objetivo será recuperarse rápidamente, reduciendo tiempos de respuesta y restableciendo continuidad operativa en el menor tiempo posible.

Finalmente, el componente de aprendizaje busca fortalecer mejora continua, permitiendo que la organización incorpore experiencias previas y ajuste progresivamente sus procesos frente a nuevos escenarios de riesgo. Cada uno de los ejes propuestos fortalece una capacidad específica dentro de la cadena de suministro; es la interacción coordinada entre todos los componentes la que permite construir una cadena más flexible; menos vulnerable y financieramente más sostenible frente a escenarios adversos.

6.4. Evaluación económica preliminar

La implementación del modelo resiliente propuesto para Lácteos del Valle busca generar mejoras simultáneas sobre el desempeño operativo y la sostenibilidad financiera de la organización. Aunque los valores presentados corresponden a proyecciones preliminares construidas a partir de benchmarking sectorial y referencias académicas, dado el carácter ficticio del caso de estudio, permiten dimensionar el impacto esperado de las estrategias propuestas.

Beneficios operativos esperados: En el plano operativo, se proyectan mejoras consistentes en los principales indicadores logísticos. El indicador OTIF se estima que pasaría de un nivel actual de 88% a un nivel proyectado de 91%, fortaleciendo el cumplimiento de entregas. El Lead Time se reduciría aproximadamente entre un 15% y 20%, como consecuencia de mayor flexibilidad logística y mejor coordinación del abastecimiento.

Beneficios financieros esperados: Desde la perspectiva financiera, se proyecta una reducción de los costos extraordinarios derivados de eventos disruptivos transporte emergente, compras urgentes e interrupciones operativas en un rango estimado entre el 10% y el 14%. Esta reducción contribuye directamente a fortalecer la estabilidad financiera de largo plazo, disminuyendo la exposición de la organización a costos ocultos asociados a vulnerabilidades climáticas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 23 *Resumen de beneficios esperados*

Indicador	AS-IS	TO-BE	Mejora esperada
OTIF	88%	91%	+3 pp
Fill Rate	89%	91%	+2 pp
Lead Time	4–5 días	3 días	–15% a –20%
Recovery Time (TTR)	>15 días	≤11 días	–25% a –30%
Quiebres de stock	Moderados	Bajos	–30%
Costos extraordinarios	Alto	Moderado	–10% a –14%

En conjunto, estas proyecciones de la tabla 23 evidencian que el modelo resiliente no solo busca reducir vulnerabilidades operativas, sino también generar mejoras financieras sostenibles.

Para Lácteos del Valle, robustecer su capacidad de respuesta ante interrupciones no implica reinventar por completo sus operaciones actuales. El camino propuesto consiste, más bien, en intervenir de forma puntual los eslabones donde la cadena logística muestra mayor fragilidad, partiendo de los procesos ya consolidados y sumando mecanismos que eleven tanto la continuidad del negocio como su capacidad de ajuste ante eventos adversos.

La compañía puede reducir su vulnerabilidad a factores operativos y climáticos sin tener que realizar cambios estructurales difíciles de aplicar o poco rentables, al implementar diversas acciones como la diversificación de proveedores, la gestión de inventarios resilientes, la planificación híbrida, los esquemas logísticos para contingencias y un seguimiento constante. En resumen, esta perspectiva tiene como objetivo que Lácteos del Valle reduzca su vulnerabilidad climática, sostenga la continuidad de sus operaciones y mejore su rendimiento logístico y financiero, manteniendo en todo momento un equilibrio entre la viabilidad económica a largo plazo y la eficiencia operativa.

Capítulo 7. Validación Del Modelo Y Simulación De Escenarios

Una vez diseñado el modelo resiliente de cadena de suministro para Lácteos del Valle, resulta necesario evaluar su comportamiento esperado bajo condiciones operativas reales y escenarios de interrupción climática. La validación constituye un componente fundamental de la investigación, debido a que permite determinar si las estrategias propuestas generan mejoras medibles sobre continuidad operativa, desempeño logístico y sostenibilidad financiera.

Dado que el modelo planteado no será implementado físicamente durante el periodo de investigación, la validación se realizará mediante simulación comparativa de escenarios. El análisis permitirá contrastar el desempeño de la cadena bajo dos estados:

Estado actual (AS-IS): Representa la configuración operativa existente.

Estado propuesto (TO-BE): Representa la cadena fortalecida mediante el modelo resiliente.

La comparación se realizará utilizando indicadores logísticos, operativos y financieros previamente definidos.

7.1. Diseño de escenarios de simulación

Con base en los riesgos críticos identificados en el diagnóstico, se establecen cuatro escenarios de simulación. Cada escenario representa un evento plausible dentro del contexto operativo del sector lácteo ecuatoriano.

7.1.1. Escenario 1. Sequía prolongada

Este escenario modela un periodo prolongado de disminución significativa de disponibilidad hídrica, generando afectaciones sobre productividad ganadera y disponibilidad de leche cruda durante varios meses.

Impactos esperados sobre el estado actual (AS-IS)

Bajo la estructura operativa actual, una sequía prolongada podría generar una reducción de la producción ganadera, disminuyendo disponibilidad de leche entregada por proveedores. Como consecuencia, se esperaría una reducción del abastecimiento de materia prima, incremento del costo de adquisición de leche y afectaciones sobre capacidad productiva de la organización.

La menor disponibilidad de insumos podría incrementar presión sobre inventarios y limitar continuidad del servicio hacia clientes y distribuidores.

Respuesta del modelo TO-BE

El modelo resiliente propuesto busca responder a este escenario mediante la activación de proveedores alternativos, previamente segmentados dentro de la estrategia de dual sourcing. De igual manera, se contempla el uso de inventario estratégico para absorber temporalmente reducciones del abastecimiento y una reconfiguración del sistema de suministro, priorizando productos esenciales y continuidad operativa.

Tabla 24 Modelo Propuesto

Descripción	Calificación individual				Ponderación		
	Peso del factor	PROVEEDO R A (Sierra Norte)	PROVEEDO R B (Centro Lechero)	PROVEEDO R C (Costa Andina)	PROVEEDO R A (Sierra Norte)	PROVEEDO R B (Centro Lechero)	PROVEEDO R C (Costa Andina)
Disponibilidad de entrega	5	4	3	4	20	15	20
Lead time	4	3	2	3	12	8	12
Riesgo de pedidos no cumplidos	5	4	2	3	20	10	15
Calidad	5	4	3	4	20	15	20
Precio	4	3	4	3	12	16	12
Riesgo climático de la zona	5	4	2	3	20	10	15
Capacidad de respuesta ante emergencias	4	4	2	3	16	8	12
Stock de seguridad disponible	4	4	2	3	16	8	12
Cumplimiento histórico	5	4	3	3	20	15	15
Flexibilidad operativa	3	4	2	3	12	6	9
Total					168	111	142

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La tabla 24 muestra que, bajo el escenario de sequía prolongada, el Proveedor A (Sierra Norte) obtiene la mayor puntuación total (168), seguido del Proveedor C (Costa Andina) (142) y, en último lugar, el Proveedor B (Centro Lechero) (111). Esto indica que, considerando todos los factores evaluados (disponibilidad, lead time, riesgo de incumplimiento, calidad, precio, riesgo climático, capacidad de respuesta, stock de seguridad, cumplimiento histórico y flexibilidad), el Proveedor A se posiciona como la alternativa más robusta para sostener el abastecimiento en condiciones de estrés hídrico.

Asimismo, la puntuación intermedia del Proveedor C sugiere que, aunque presenta ciertas limitaciones (por ejemplo, en lead time o riesgo climático), constituye una alternativa complementaria viable dentro de la estrategia de dual sourcing, mientras que el Proveedor B resulta menos conveniente bajo este escenario por su menor desempeño global. En términos de modelo TO-BE, la tabla respalda la decisión de priorizar al Proveedor A como fuente principal en sequía, reforzar al Proveedor C como respaldo estratégico y relegar parcialmente al Proveedor B, alineando la selección de proveedores con criterios de resiliencia y continuidad operativa.

Como resultado, se espera un menor deterioro del nivel de servicio, reduciendo impacto sobre abastecimiento, continuidad productiva y cumplimiento comercial frente a escenarios prolongados de escasez de materia prima.

7.1.2. Escenario 2. Lluvias intensas e interrupción vial

Este escenario modela afectaciones severas sobre la infraestructura vial rural, provocadas por lluvias intensas, inundaciones o derrumbes que limitan el acceso hacia zonas de abastecimiento y distribución. Se considera un contexto plausible dentro del sector lácteo ecuatoriano, donde las

condiciones climáticas pueden afectar significativamente continuidad logística y tiempos de transporte.

Impactos esperados sobre el estado actual (AS-IS)

Bajo la estructura operativa actual, este escenario podría generar retrasos en la recolección de leche, afectando el cumplimiento de cronogramas establecidos y reduciendo estabilidad del abastecimiento. Asimismo, el incremento en tiempos de transporte podría aumentar el riesgo de deterioro del producto, especialmente debido a la naturaleza perecible de la materia prima.

De igual manera, se esperaría un incremento del lead time logístico, afectando coordinación entre abastecimiento, procesamiento y distribución. Como consecuencia, podrían presentarse incumplimientos en entregas, deteriorando desempeño del indicador OTIF y generando afectaciones sobre continuidad del servicio.

Respuesta del modelo TO-BE

El modelo resiliente propuesto busca responder a este escenario mediante la activación de rutas logísticas contingentes, previamente definidas dentro de la red logística resiliente. Adicionalmente, se plantea una redistribución del transporte disponible, priorizando zonas críticas de abastecimiento y productos esenciales. El sistema permitiría una reprogramación operativa de abastecimiento y distribución, ajustando tiempos y prioridades según nivel de afectación logística.

Resultado esperado

Como resultado, se espera una reducción de interrupciones prolongadas, minimizando afectaciones sobre continuidad operativa y permitiendo mantener niveles de servicio más estables frente a escenarios de alta afectación climática.

7.1.3. Escenario 3. Variabilidad extrema de abastecimiento

Este escenario modela fluctuaciones abruptas en el volumen de leche recibida por Lácteos del Valle, derivadas de cambios climáticos, variabilidad productiva de proveedores o alteraciones temporales en la capacidad de abastecimiento.

Impactos esperados sobre el estado actual (AS-IS)

Bajo el modelo actual, este escenario podría provocar subutilización de capacidad instalada, debido a reducciones inesperadas en el volumen de leche disponible para procesamiento. Como consecuencia, se generaría una pérdida de eficiencia operativa, incrementando costos unitarios y reduciendo aprovechamiento de infraestructura industrial. Las variaciones abruptas en abastecimiento podrían ocasionar inestabilidad productiva, dificultando planificación de producción, programación logística y cumplimiento de niveles de servicio.

Respuesta del modelo TO-BE

El modelo resiliente propuesto busca responder a este escenario mediante la segmentación de proveedores, permitiendo activar diferentes niveles de abastecimiento según disponibilidad y criticidad. Adicionalmente, se incorpora un esquema de abastecimiento flexible, complementado con inventarios de respaldo, para absorber fluctuaciones temporales sin afectar significativamente continuidad operativa.

Resultado esperado

Como resultado, se espera una mayor estabilidad operativa, reduciendo impactos sobre producción y fortaleciendo capacidad de adaptación frente a variaciones del abastecimiento.

7.1.4. Escenario 4. Incremento inesperado de demanda

Este escenario modela un aumento temporal e inesperado de la demanda de productos esenciales, situación que puede generarse por cambios estacionales, emergencias, promociones comerciales o alteraciones en hábitos de consumo.

Impactos esperados sobre el estado actual (AS-IS)

Bajo el modelo actual, un incremento abrupto de demanda podría generar agotamiento de inventarios, especialmente en productos de alta rotación y mayor criticidad comercial. Como consecuencia, se incrementarían los quiebres de stock, afectando disponibilidad de producto y cumplimiento de pedidos. Esta situación podría derivar en incumplimientos comerciales, afectando desempeño del indicador OTIF y generando riesgos sobre satisfacción del cliente y continuidad de relaciones comerciales.

Respuesta del modelo TO-BE

El modelo resiliente responde a este escenario mediante una combinación de planificación híbrida Push-Pull, inventarios resilientes y priorización de SKU críticos, permitiendo asignar recursos de manera más eficiente según importancia estratégica y comportamiento de demanda. Esta estructura facilita mantener disponibilidad de productos esenciales mientras se ajustan gradualmente niveles de producción frente al incremento temporal del mercado.

Resultado esperado

Como resultado, se espera una mayor capacidad de respuesta frente a incrementos inesperados de demanda, reduciendo probabilidad de quiebres de stock y fortaleciendo continuidad del servicio hacia clientes y distribuidores.

7.2. Indicadores de validación

La evaluación comparativa utilizará los siguientes indicadores:

Tabla 25 Indicadores de validación

Indicador	Objetivo
OTIF	Cumplimiento de entregas
Fill Rate	Disponibilidad
Lead Time	Velocidad de respuesta
TTR	Tiempo de recuperación
TCO	Eficiencia económica
Quiebres de stock	Continuidad operativa
Cost-to-Serve	Eficiencia logística

La Tabla 25 se emplea para definir los criterios a través de los cuales se establecerá la eficacia del modelo TO-BE. Los indicadores elegidos posibilitan la evaluación del cumplimiento de las entregas, la disponibilidad del producto, los tiempos logísticos, la recuperación, la eficiencia en términos económicos y la continuidad de las operaciones. Se determina que si estas métricas mejoran al mismo tiempo, será un indicio de que el modelo planteado potencia la resiliencia sin transferir el problema a mayores costos o niveles de servicio más bajos.

7.3. Resultados comparativos AS-IS vs TO-BE

El presente apartado expone los resultados comparativos entre el estado actual de la cadena de suministro de Lácteos del Valle (AS-IS) y el modelo resiliente propuesto (TO-BE), con el propósito

de evaluar el efecto esperado de la propuesta sobre los principales indicadores de desempeño logístico y operativo. El análisis permite observar, de manera integrada, cómo la incorporación de proveedores segmentados, inventarios de seguridad, rutas contingentes, mecanismos de monitoreo predictivo y criterios de coordinación resiliente repercute en la confiabilidad del servicio, la capacidad de respuesta, la recuperación ante interrupciones y el control de costos extraordinarios.

La comparación AS-IS vs TO-BE se estructura a partir de indicadores clave vinculados con continuidad operativa y resiliencia de la cadena de suministro, entre ellos OTIF, Fill Rate, Lead Time, Recovery Time, quiebres de stock y costos extraordinarios. En conjunto, estos resultados no deben interpretarse como transformaciones abruptas o inmediatas, sino como mejoras graduales y técnicamente consistentes con una implementación progresiva del modelo resiliente dentro de la organización.

7.3.1. Nivel de servicio (OTIF)

El análisis comparativo evidencia una mejora en el indicador OTIF (On Time In Full), al pasar de un desempeño estimado de 88 % en el estado actual a 91 % en el modelo TO-BE. Este incremento sugiere una mayor capacidad de la organización para cumplir los pedidos en tiempo y cantidad, fortaleciendo la confiabilidad del servicio hacia clientes y distribuidores.

Tabla 26 Resultados comparativos del nivel de servicio OTIF

Estado	Resultado
AS-IS	88 %
TO-BE	91 %
Mejora proyectada	+3 puntos porcentuales

La mejora proyectada se asocia a la implementación de proveedores segmentados, inventarios de seguridad y una red logística más flexible, elementos que permiten reducir el efecto de retrasos en abastecimiento, interrupciones viales y variabilidad operativa. En términos estratégicos, este resultado evidencia que el modelo resiliente contribuye a fortalecer la confiabilidad operativa sin requerir transformaciones estructurales complejas, mejorando gradualmente los niveles de cumplimiento comercial.

7.3.2. Fill Rate

En el indicador Fill Rate también se observa una mejora comparativa entre el estado actual y el modelo propuesto, pasando de 89 % a 91 %. Este aumento refleja una mayor capacidad para satisfacer la demanda del cliente con producto disponible, reduciendo el riesgo de faltantes y afectaciones al nivel de servicio.

Tabla 27 Resultados comparativos del Fill Rate

Estado	Resultado
AS-IS	89 %
TO-BE	91 %
Mejora proyectada	+2 puntos porcentuales

La mejora esperada se relaciona principalmente con la diversificación del abastecimiento, la cual disminuye la probabilidad de desabastecimiento frente a interrupciones de proveedores o variaciones en la disponibilidad de materia prima (Tabla 27). A ello se suma el efecto de inventarios resilientes y de una mejor planificación operativa, que fortalecen la capacidad de respuesta frente a retrasos logísticos y cambios en la demanda. Aunque el incremento proyectado es moderado, resulta

coherente con una implementación gradual del modelo y evidencia avances concretos en continuidad del abastecimiento y disponibilidad de producto.

7.3.3. *Lead Time*

El análisis comparativo del Lead Time muestra una mejora relevante en el tiempo promedio de respuesta logística, pasando de un rango estimado de 4 a 5 días en el estado AS-IS a un promedio aproximado de 3 días en el modelo TO-BE. Esta reducción indica una mayor velocidad de respuesta operativa y una mejor coordinación entre abastecimiento, transporte y distribución.

Tabla 28 Resultados comparativos del Lead Time

Estado	Resultado
AS-IS	4-5 días
TO-BE	3 días
Reducción esperada	15 %-20 %

La reducción proyectada se encuentra asociada principalmente a la implementación de rutas logísticas contingentes, una mayor flexibilidad operativa y una mejor coordinación del abastecimiento. Estos mecanismos permiten reducir retrasos derivados de interrupciones viales, afectaciones climáticas o variabilidad en los tiempos de recolección y distribución. Aunque la mejora es gradual, evidencia un fortalecimiento de la capacidad logística de la organización y una menor vulnerabilidad frente a escenarios disruptivos.

7.3.4. *Recovery Time (TTR)*

El modelo resiliente propuesto también genera una mejora en la capacidad de recuperación de la organización frente a interrupciones operativas. El Recovery Time (TTR) pasaría de periodos

superiores a 15 días a un máximo estimado de 11 días, lo que representa una recuperación más rápida del flujo normal de la cadena de suministro.

Tabla 29 Resultados comparativos del Recovery Time (TTR)

Estado	Resultado
AS-IS	>15 días
TO-BE	<=11 días
Mejora proyectada	Reducción aproximada de 25 %-30 %

La reducción del tiempo de recuperación se encuentra asociada a la implementación de proveedores alternativos, inventarios de respaldo, rutas logísticas contingentes y monitoreo preventivo de riesgos. Estos mecanismos permiten responder con mayor rapidez ante interrupciones del abastecimiento, afectaciones climáticas o problemas logísticos, reduciendo los tiempos requeridos para normalizar la operación. En consecuencia, el resultado evidencia una mejora importante en la capacidad de recuperación de la organización y en la estabilidad de la cadena de suministro frente a escenarios adversos (Tabla 29).

7.3.5. Quiebres de stock

En relación con los quiebres de stock, el análisis comparativo evidencia una mejora en la capacidad de la organización para mantener disponibilidad de producto frente a interrupciones del abastecimiento y variaciones de demanda. Se proyecta una disminución en la frecuencia e impacto de los quiebres, pasando de un nivel moderado a un nivel bajo, especialmente en productos con mayor criticidad operativa y comercial.

Tabla 30 Resultados comparativos de quiebres de stock

Estado	Resultado
--------	-----------

AS-IS	Moderados
TO-BE	Bajos
Reducción estimada	Aproximadamente 30 %

La reducción proyectada se encuentra asociada a la implementación de inventarios resilientes, segmentación de productos mediante análisis ABC y una mayor flexibilidad del abastecimiento. Estos mecanismos permiten disminuir la exposición frente a interrupciones temporales, retrasos logísticos o fluctuaciones inesperadas de la demanda, fortaleciendo la continuidad operativa y la disponibilidad de producto. De este modo, el modelo contribuye a reducir el riesgo de incumplimiento comercial y a reforzar la estabilidad del sistema de suministro.

7.3.6. Costos extraordinarios

Finalmente, el análisis comparativo evidencia una mejora en el control de costos extraordinarios asociados a interrupciones operativas, compras emergentes, transporte adicional y medidas correctivas aplicadas ante eventos no previstos. Se proyecta una reducción del impacto de estos costos, pasando de un escenario alto a uno moderado, como resultado de una mejor capacidad de planificación y prevención.

Tabla 31 Resultados comparativos de costos extraordinarios

Estado	Resultado
AS-IS	Alto
TO-BE	Moderado
Reducción proyectada	10 %-14 %

La reducción proyectada corresponde específicamente a costos extraordinarios vinculados a eventos disruptivos, y no a la estructura total de costos operativos de la organización (Tabla 31). Se

espera que la implementación gradual del modelo resiliente disminuya la necesidad de medidas correctivas de alto costo, como transporte emergente, compras urgentes y reprogramaciones operativas. En este sentido, el resultado confirma que una gestión preventiva de riesgos puede contribuir no solo a mejorar la eficiencia operativa, sino también a reducir la presión financiera derivada de eventos disruptivos y fortalecer la sostenibilidad de la operación en el mediano plazo.

7.4. Evaluación financiera

La implementación del modelo resiliente propuesto para la cadena de suministro de Lácteos del Valle implica una inversión inicial asociada principalmente a la segmentación de proveedores, el fortalecimiento del monitoreo operativo, el diseño de rutas logísticas contingentes y la incorporación de inventarios de seguridad. Estas acciones representan costos de preparación y ajuste organizacional; sin embargo, su finalidad no se limita a ampliar capacidades operativas, sino a reducir la exposición de la empresa frente a interrupciones del abastecimiento, afectaciones climáticas y fallas logísticas que comprometen la continuidad del negocio.

Desde una perspectiva financiera, la propuesta se sustenta en un enfoque preventivo. Esto significa que los costos iniciales de implementación deben analizarse en relación con las pérdidas que la organización podría evitar en escenarios disruptivos, especialmente aquellas derivadas de compras emergentes, transporte extraordinario, reprogramaciones operativas, incumplimientos comerciales y subutilización de capacidad instalada. En este sentido, la inversión en resiliencia no debe interpretarse únicamente como un aumento del gasto, sino como un mecanismo de protección operativa y estabilización financiera en el mediano plazo.

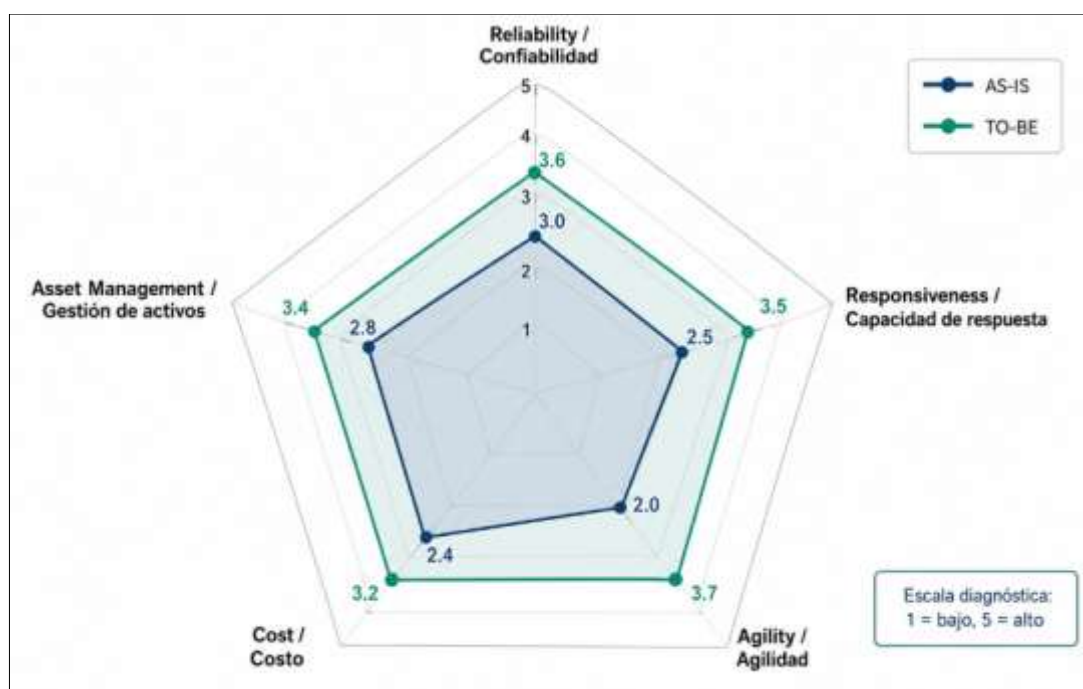
Tabla 32 Indicadores preliminares de evaluación financiera del modelo resiliente

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Indicador	Resultado proyectado	Interpretación
ROI (Return on Investment) esperado	18 %-20 %	Indica que la inversión asociada al modelo resiliente podría generar un retorno favorable, derivado de la reducción de pérdidas operativas y del fortalecimiento de la continuidad del negocio.
Payback	2,5-3 años	Sugiere un periodo razonable de recuperación de la inversión, consistente con una implementación gradual de mejoras logísticas, de abastecimiento y monitoreo.
Reducción de pérdidas	25 %-30 %	Refleja la capacidad esperada del modelo para disminuir el impacto económico de eventos disruptivos, especialmente en compras urgentes, transporte extraordinario e interrupciones del servicio.

Los resultados proyectados evidencian que la implementación del modelo resiliente representa una alternativa financieramente viable para Lácteos del Valle. En conjunto, los indicadores sugieren que las estrategias propuestas no solo fortalecen la continuidad operativa, sino que también contribuyen a mejorar la eficiencia económica y a reducir el impacto financiero asociado a interrupciones dentro de la cadena de suministro. Bajo esta lógica, la resiliencia deja de ser una respuesta exclusivamente operativa y se consolida como una inversión estratégica con efectos favorables sobre la sostenibilidad financiera de la organización.

Figura 20 Diagrama radar comparativo SCOR.



7.5. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos a partir de la comparación entre el estado actual (AS-IS) y el modelo propuesto (TO-BE) evidencian que el fortalecimiento de la resiliencia genera mejoras simultáneas sobre la continuidad operativa, el desempeño logístico, la capacidad adaptativa y la estabilidad financiera de la cadena de suministro. Este hallazgo confirma que la resiliencia no debe entenderse únicamente como una capacidad de respuesta frente a crisis, sino como una condición estructural que mejora el funcionamiento general del sistema ante escenarios de incertidumbre.

Uno de los principales aportes del modelo es demostrar que no resulta necesario sustituir por completo la estructura operativa actual de la organización para obtener mejoras significativas. Por el contrario, el análisis evidencia que intervenir estratégicamente los procesos y nodos más vulnerables de la cadena como: abastecimiento, inventarios, transporte y monitoreo; permite incrementar la capacidad de absorción y recuperación sin alterar de manera radical la lógica operativa ya existente.

En este sentido, la propuesta confirma que pequeñas redundancias estratégicas, como proveedores alternativos, inventarios de seguridad y rutas contingentes, pueden generar efectos positivos relevantes sobre la continuidad del negocio.

Asimismo, la discusión permite identificar un conjunto de trade-offs entre eficiencia y resiliencia. Si bien ciertas estrategias propuestas implican costos preventivos adicionales, estos resultan económicamente justificables cuando se comparan con las pérdidas potenciales derivadas de interrupciones severas, retrasos prolongados, quiebres de stock o afectaciones del abastecimiento. Por tanto, la inversión en resiliencia debe interpretarse como una decisión racional de gestión del riesgo, orientada a disminuir costos ocultos y fortalecer la sostenibilidad operativa y financiera de largo plazo.

Finalmente, los resultados indican que el modelo propuesto no solo mejora indicadores aislados, sino que contribuye a una reconfiguración más equilibrada del desempeño de la cadena de suministro. La mejora observada en confiabilidad, capacidad de respuesta, agilidad, control de costos y gestión de activos sugiere que la resiliencia opera como un factor integrador que articula decisiones logísticas, operativas y financieras en una misma lógica de continuidad organizacional.

La simulación y el análisis comparativo desarrollados en este capítulo evidencian que el modelo resiliente propuesto mejora de manera significativa el desempeño esperado de la cadena de suministro de Lácteos del Valle. Las mejoras proyectadas en OTIF, Fill Rate, Lead Time, Recovery Time, quiebres de stock y reducción de costos extraordinarios permiten concluir que la propuesta presenta viabilidad operativa y financiera dentro del contexto analizado.

En términos metodológicos, los resultados obtenidos validan la pertinencia del modelo TO-BE como una alternativa técnicamente sustentada para enfrentar disrupciones climáticas dentro de cadenas agroindustriales con alta dependencia del abastecimiento primario. A su vez, el análisis confirma que la integración de abastecimiento diversificado, inventarios resilientes, flexibilidad logística y monitoreo predictivo puede traducirse en mejoras concretas sobre la continuidad operativa y la capacidad de recuperación organizacional.

En consecuencia, el capítulo demuestra que la resiliencia de la cadena de suministro no solo constituye una respuesta frente a escenarios adversos, sino una estrategia de fortalecimiento estructural que contribuye a proteger la competitividad, la estabilidad financiera y la sostenibilidad operativa de Lácteos del Valle en el mediano y largo plazo.

Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

La investigación tuvo como propósito diseñar un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle, orientado a mitigar el impacto de las disrupciones climáticas sobre la continuidad operativa. A partir del diagnóstico del estado actual, del diseño del modelo y de la simulación de escenarios, se obtuvieron resultados que permiten valorar la pertinencia y viabilidad de la propuesta.

En primer término, se concluye que la cadena de suministro presenta una vulnerabilidad estructural significativa frente a eventos climáticos extremos. Aunque la estructura logística funciona de manera adecuada en condiciones normales, la elevada dependencia de pequeños productores ganaderos, la limitada flexibilidad de abastecimiento, la sensibilidad de la infraestructura vial rural y la ausencia de mecanismos formales de mitigación incrementan notablemente la exposición al riesgo. Fenómenos como sequías, lluvias intensas y afectaciones viales impactan de forma simultánea el abastecimiento, el transporte, la producción y la distribución, generando efectos acumulativos sobre el desempeño general. El problema central se vincula con una capacidad insuficiente para anticipar, absorber y recuperarse de estas perturbaciones.

En segundo lugar, se identificó que el modelo operativo predominante prioriza la eficiencia logística bajo escenarios estables, con inventarios ajustados, estructuras concentradas y bajos niveles de redundancia. Esta lógica contribuye a reducir determinados costos en el corto plazo, pero incrementa la fragilidad frente a contextos de alta incertidumbre climática. La falta de inventarios resilientes, de proveedores alternativos y de rutas contingentes restringe la capacidad adaptativa y amplifica las consecuencias de las interrupciones sobre la continuidad del servicio y la satisfacción del

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

cliente. Un enfoque centrado exclusivamente en la eficiencia resulta, por tanto, insuficiente en entornos cada vez más volátiles.

En tercer lugar, el modelo de resiliencia diseñado demostró ser técnicamente viable para reducir vulnerabilidades críticas mediante una combinación integrada de estrategias de abastecimiento, inventario, logística y monitoreo. La propuesta permitió fortalecer capacidades de anticipación, absorción, adaptación, recuperación y aprendizaje, articuladas en ejes que incluyen la diversificación de proveedores, el uso de inventarios dinámicos, la configuración de una red logística contingente, la planeación híbrida Push–Pull y la incorporación de monitoreo predictivo. Estos componentes muestran potencial para disminuir la exposición al riesgo y mejorar la continuidad operativa frente a disrupciones climáticas.

En cuarto lugar, la comparación entre la situación actual y el modelo propuesto mostró mejoras relevantes en los principales indicadores logísticos. Se proyecta un aumento del nivel de servicio OTIF de 88% a 91%, una mejora del Fill Rate de 89% a 91%, una reducción del lead time logístico en el orden del 15% al 20%, una disminución aproximada del 30% en los quiebres de stock y una reducción del tiempo de recuperación desde más de 15 días hasta un máximo de 11 días. Estos resultados indican que la implementación de estrategias resilientes puede generar impactos positivos medibles sobre la capacidad operativa y el nivel de servicio ofrecido a los clientes.

En quinto lugar, se constató que las estrategias de resiliencia representan una inversión con retorno esperado y no un simple incremento de costos. Aunque la propuesta implica gastos preventivos relacionados con inventarios adicionales, sistemas de monitoreo y ajustes logísticos, se proyecta una reducción de entre 10% y 14% en costos extraordinarios vinculados a eventos disruptivos, junto con un retorno sobre la inversión estimado entre 18% y 20%. La resiliencia contribuye así a

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

proteger ingresos, reducir la vulnerabilidad financiera y fortalecer la sostenibilidad económica de la organización.

En conjunto, se concluye que el diseño e implementación de un modelo de resiliencia para la cadena de suministro de Lácteos del Valle constituye una estrategia viable para mitigar el impacto de las interrupciones climáticas sobre la operación. La propuesta evidencia que es posible equilibrar eficiencia y resiliencia mediante mecanismos de abastecimiento flexible, inventarios dinámicos, logística contingente y monitoreo predictivo. La resiliencia deja de concebirse como un costo accesorio y se consolida como un componente estratégico de protección operativa, estabilidad financiera y continuidad del negocio en entornos de alta incertidumbre.

8.2 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se formulan recomendaciones orientadas a la implementación del modelo y a la profundización de futuras líneas de trabajo.

Se recomienda que la implementación del modelo resiliente se realice de manera gradual, priorizando los puntos de mayor vulnerabilidad dentro de la cadena de suministro. Un orden sugerido consiste en iniciar con la segmentación y diversificación de proveedores, continuar con el diseño de inventarios resilientes, consolidar la red logística contingente, incorporar un sistema de monitoreo predictivo y, finalmente, adoptar de forma plena la planeación híbrida Push–Pull. Este enfoque facilita la gestión de cambios, permite distribuir la inversión en el tiempo y aprovecha el aprendizaje acumulado en cada fase.

Es aconsejable reforzar la diversificación del abastecimiento para reducir la dependencia geográfica y la concentración de riesgos en determinadas zonas productivas. La construcción de una red escalonada de proveedores (estratégicos, secundarios y contingentes) puede disminuir el impacto

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de interrupciones regionales sobre el flujo de materia prima y mejorar la estabilidad del suministro, especialmente en contextos de variabilidad climática marcada.

Se recomienda incorporar un sistema de monitoreo climático permanente que integre variables como precipitaciones, sequías, accesibilidad vial y niveles de riesgo territorial en la planificación operativa. La existencia de alertas tempranas permitirá activar decisiones preventivas en materia de rutas, inventarios y abastecimiento, reduciendo la exposición a disrupciones inesperadas y mejorando la capacidad de respuesta.

En relación con la gestión de inventarios, se sugiere migrar desde una política centrada exclusivamente en la minimización de stocks hacia un enfoque de inventarios resilientes y dinámicos. Los niveles de inventario deberían definirse en función de la criticidad de cada producto y del nivel de exposición al riesgo, de manera que se priorice una mayor cobertura para los bienes esenciales para la continuidad operativa o particularmente sensibles a la variabilidad del abastecimiento y la demanda.

Se recomienda integrar la resiliencia como componente permanente de la planificación de ventas y operaciones, incorporando escenarios de riesgo y variables climáticas en los procesos de planificación. Esto permitirá alinear decisiones comerciales, productivas y logísticas con una visión preventiva y evitar que las medidas de resiliencia se limiten a respuestas aisladas frente a situaciones de crisis.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en el uso de herramientas avanzadas para el análisis y mejora de la resiliencia de la cadena de suministro. Entre las posibles líneas destacan la simulación Monte Carlo para representar variabilidad e incertidumbre, el desarrollo de gemelos digitales que permitan replicar virtualmente el comportamiento de la cadena, la aplicación

de técnicas de inteligencia artificial para anticipar disrupciones y optimizar decisiones, el diseño de modelos de optimización multiobjetivo y la integración de información climática predictiva en los sistemas de planificación. Estos desarrollos podrían aportar nuevas evidencias y soluciones para fortalecer aún más la resiliencia de cadenas agroindustriales expuestas a escenarios de cambio climático.

Referencias

- Aldrichetti, R., Battini, D., Ivanov, D., & Zennaro, I. (2021). Costs of resilience and disruptions in supply chain network design models: A review and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 235, 108103.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Editorial Episteme.
- Association for Supply Chain Management. (2022). *SCOR Digital Standard* (Version 14.0). ASCM.
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2014). *Discrete-event system simulation* (5th ed.). Pearson.
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). Pearson.
- Bolstorff, P., & Rosenbaum, R. G. (2017). *Supply chain excellence: A handbook for dramatic improvement using the SCOR model* (3rd ed.). AMACOM.
- Burke, G. J., Carrillo, J. E., & Vakharia, A. J. (2007). Single versus multiple supplier sourcing strategies. *European Journal of Operational Research*, 182(1), 95–112.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14.

- David, F. R., & David, F. R. (2017). Strategic management: A competitive advantage approach (16th ed.). Pearson.
- Ellram, L. M. (1995). Total cost of ownership: An analysis approach for purchasing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(8), 4–23.
- FAO. (2020). Climate-smart livestock production in Ecuador. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (2004). The goal: A process of ongoing improvement (3rd ed.). North River Press.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). Operations management: Sustainability and supply chain management (13th ed.). Pearson.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031–5069.
- Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2019). Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E*, 125, 285–307.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC). INEC Ecuador.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. ISO.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate change 2023: Synthesis report. IPCC.

<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Ivanov, D. (2017). Operations and supply chain simulation with AnyLogic. Springer.

Ivanov, D. (2021). Introduction to supply chain resilience. Springer.

Ivanov, D. (2022). Viable supply chain model: Integrating agility, resilience and sustainability perspectives. *Annals of Operations Research*, 319, 1411–1431.

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775–788.

Manuj, I., & Mentzer, J. T. (2008). Global supply chain risk management strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 192–223.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2023). Boletín situacional de la cadena láctea ecuatoriana. MAG.

Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2020). Purchasing and supply chain management (7th ed.). Cengage Learning.

Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2013). Ensuring supply chain resilience: Development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics*, 34(1), 46–76.

Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124–143.

Schmitt, A. J., & Singh, M. (2012). A quantitative analysis of disruption risk in a multi-echelon supply chain. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 22–32.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Sheffi, Y. (2005). *The resilient enterprise: Overcoming vulnerability for competitive advantage*. MIT Press.
- Sheffi, Y., & Rice, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan Management Review*, 47(1), 41–48.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and production management in supply chains* (4th ed.). CRC Press.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and managing the supply chain* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Sodhi, M. S., & Tang, C. S. (2012). *Managing supply chain risk*. Springer.
- Tang, C. S. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33–45.
- Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., Busby, J., & Zorzini, M. (2015). Supply chain resilience: Definition, review and theoretical foundations for further study. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5592–5623.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 176, 98–110.

Anexos

Anexo 1 Parametrización Completa del Modelo de Inventario Dinámico por SKU.

El presente anexo detalla los parámetros operativos calculados para cada producto de la clasificación ABC bajo los tres niveles de alerta climática vigentes. Los valores de stock de seguridad se obtienen integrando la variabilidad del lead time (σ_{LT}), variabilidad de la demanda (σ_D) y el factor de riesgo climático (k).

Fórmula aplicada: $SS = k \times \sqrt{(LT_{prom} \times \sigma_D^2 + D_{prom}^2 \times \sigma_{LT}^2)}$

Donde: SS = Stock de seguridad | k = factor de riesgo climático | LT_{prom} = lead time promedio | D_{prom} = demanda promedio diaria.

Parámetros base por SKU

Producto	Cat.	D_prom (u/día)	σ_D	LT_prom (días)	σ_{LT}	Vida útil (días)	Criticidad
Leche UHT	A	850	95	2.5	0.4	180	Alta
Leche pasteurizada	A	720	110	2.5	0.5	15	Alta
Yogur bebible	A	430	75	3.0	0.4	21	Alta
Queso fresco	B	280	55	3.5	0.6	10	Media
Yogur griego	B	190	40	3.5	0.5	30	Media
Postres lácteos	C	120	35	4.0	0.7	7	Baja
Prod. estacionales	C	90	50	4.5	0.8	5	Baja

Stock de seguridad (SS) y punto de reorden (PRO) por nivel de alerta climática

Producto	Cat.	k Verde	SS Verde	k Amarillo	SS Amarillo	k Rojo	SS Rojo	PRO (alerta roja)
Leche UHT	A	1.65	302	2.05	375	2.58	472	2,647
Leche pasteurizada	A	1.65	341	2.05	424	2.58	533	2,333
Yogur bebible	A	1.65	218	2.05	271	2.58	341	1,631
Queso fresco	B	1.28	148	1.65	191	2.05	237	1,217
Yogur griego	B	1.28	95	1.65	122	2.05	152	817
Postres lácteos	C	1.04	72	1.28	89	1.65	114	—
Prod. estacionales	C	1.04	89	1.28	109	1.65	141	—

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Cobertura mínima y frecuencia de revisión por categoría y nivel de alerta

Categoría	Cob. mín. Verde (días)	Cob. mín. Amarillo (días)	Cob. mín. Rojo (días)	Frec. revisión Verde	Frec. revisión Amarillo	Frec. revisión Rojo	Activación PRO automático
A	10	12	15	Diaria	Diaria	Diaria	Sí — inmediato
B	7	9	11	Semanal	Semanal	Diaria	Sí — 24 h
C	—	—	—	Quincenal	Semanal	Semanal	No

Fuente: elaboración propia con base en parámetros de referencia del sector lácteo ecuatoriano (Tonicorp, 2022) y metodología de inventario resiliente (Chopra & Meindl, 2019).

Anexo 2 Proyección Financiera Detallada del Modelo Resiliente (ROI y Payback)

El presente anexo desarrolla la proyección financiera completa de la implementación del modelo resiliente de cadena de suministro para Lácteos del Valle, desagregando la inversión inicial por eje estratégico, los ahorros anuales proyectados y el cálculo del ROI y payback presentados en el \$7.5.

Inversión inicial por eje estratégico (USD)

Eje estratégico	Inversión mínima (USD)	Inversión máxima (USD)	Inversión estimada (USD)	% del total
Eje 1. Diversificación de proveedores	8,000	14,000	11,000	14.7%
Eje 2. Inventario dinámico resiliente	12,000	20,000	16,000	21.3%
Eje 3. Red logística contingente	15,000	25,000	20,000	26.7%
Eje 4. Planeación híbrida Push–Pull	6,000	10,000	8,000	10.7%
Eje 5. Sistema predictivo de monitoreo	14,000	22,000	18,000	24.0%
Capacitación y gestión del cambio	1,500	3,000	2,000	2.6%
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	56,500	94,000	75,000	100%

Tabla A7.2. Ahorros anuales proyectados por reducción de costos extraordinarios (USD)

Fuente de ahorro	Año 1 (USD)	Año 2 (USD)	Año 3 (USD)	% reducción	Eje
Reducción transporte de emergencia	4,200	6,800	8,500	35%	3
Reducción compras urgentes de MP	5,500	8,200	10,000	28%	1
Reducción quiebres de stock (ventas perdidas)	6,800	9,500	12,200	30%	2

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Fuente de ahorro	Año 1 (USD)	Año 2 (USD)	Año 3 (USD)	% reducción	Eje
Reducción costos de reprogramación operativa	2,800	4,200	5,500	20%	4
Reducción deterioro producto en tránsito	1,900	3,100	4,200	25%	3
Eficiencia del sistema predictivo (anticipación)	1,200	2,500	3,800	15%	5
TOTAL AHORRO ANUAL	22,400	34,300	44,200	—	—

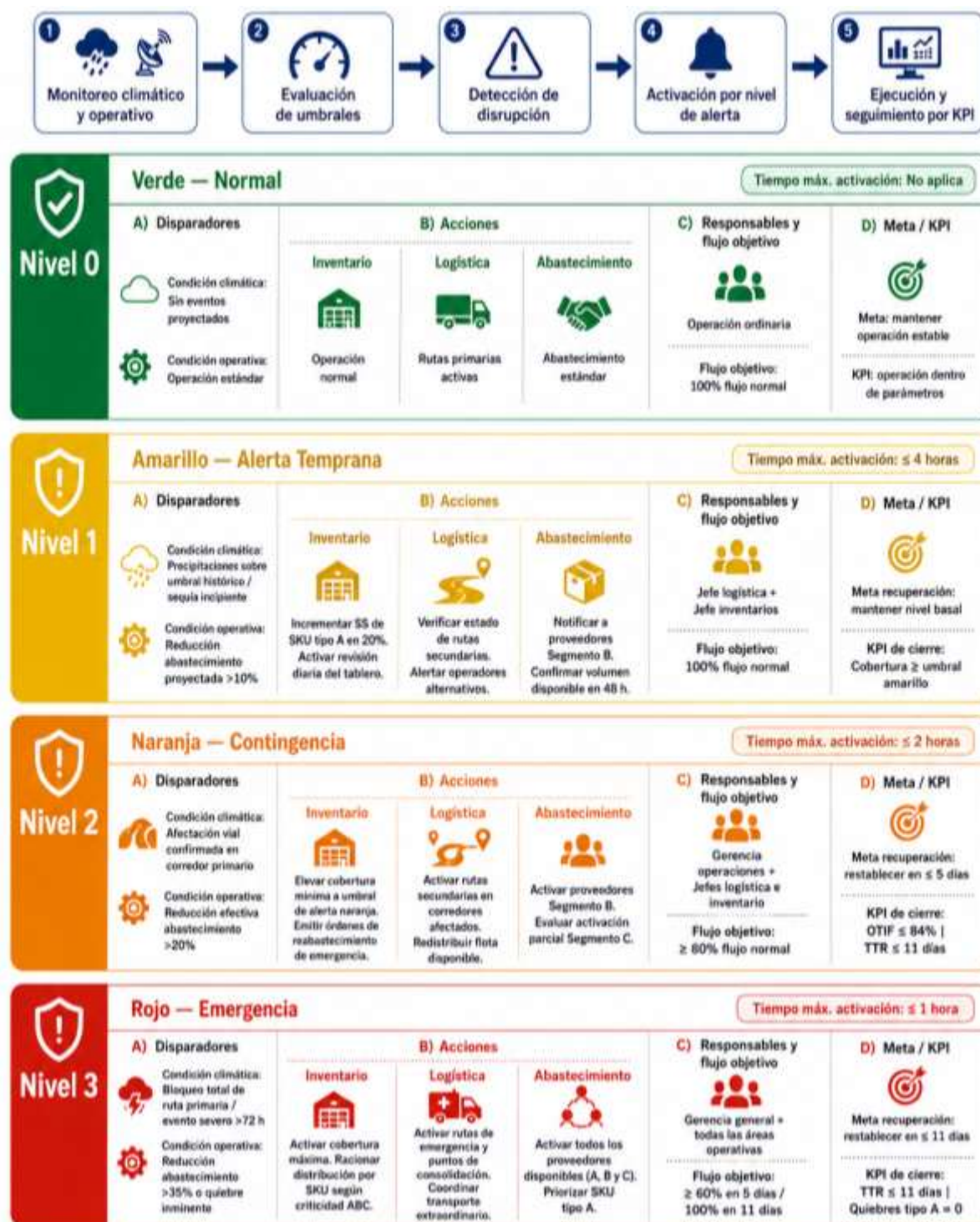
Tabla A7.3. Flujo de caja proyectado y cálculo de ROI (USD)

Concepto	Año 0 (inversión)	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	-75,000	—	—	—
Ahorros generados	—	22,400	34,300	44,200
Costos operativos adicionales modelo resiliente	—	-8,500	-8,500	-8,500
Flujo neto del período	-75,000	13,900	25,800	35,700
Flujo acumulado	-75,000	-61,100	-35,300	20,400
ROI acumulado	—	—	—	19.2%
Payback estimado	—	—	~2.7 años	—

Nota: Los costos operativos adicionales incluyen gestión de proveedores alternativos, mantenimiento del tablero de control y capacitación anual del equipo operativo. ROI calculado sobre flujo acumulado al año 3 respecto a la inversión inicial.

Fuente: elaboración propia con base en benchmarking sectorial agroindustrial (Heizer, Render & Munson, 2020; Chopra & Meindl, 2019).

Anexo 3 Protocolo de Activación Logística. Descripción Operativa por Nivel



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Anexo 4 Simulación Numérica: Escenario de Sequía Prolongada (AS-IS vs TO-BE)

Este anexo presenta la simulación comparativa semana a semana del impacto de una sequía prolongada de 8 semanas sobre los principales indicadores operativos de Lácteos del Valle, contrastando el comportamiento del estado actual (AS-IS) frente al modelo resiliente propuesto (TO-BE). La reducción de abastecimiento se modela con caída progresiva del volumen de leche disponible: -10% en semanas 1-2, -25% en semanas 3-5 y -35% en semanas 6-8.

Evolución del nivel de abastecimiento de leche cruda (% del volumen normal)

Semana	S1	S2	S3	S4	S5	S6-S8
Reducción abastecimiento	-10%	-10%	-25%	-25%	-25%	-35%
Volumen recibido AS-IS (L/día)	18,000	18,000	15,000	15,000	15,000	13,000
Volumen recibido TO-BE (L/día)	19,500	19,800	17,500	17,200	16,800	16,000

El TO-BE mantiene mayor volumen gracias a la activación de proveedores Segmento B desde la semana 2 (alerta amarilla).

Evolución de cobertura de inventario: Leche UHT (días de demanda)

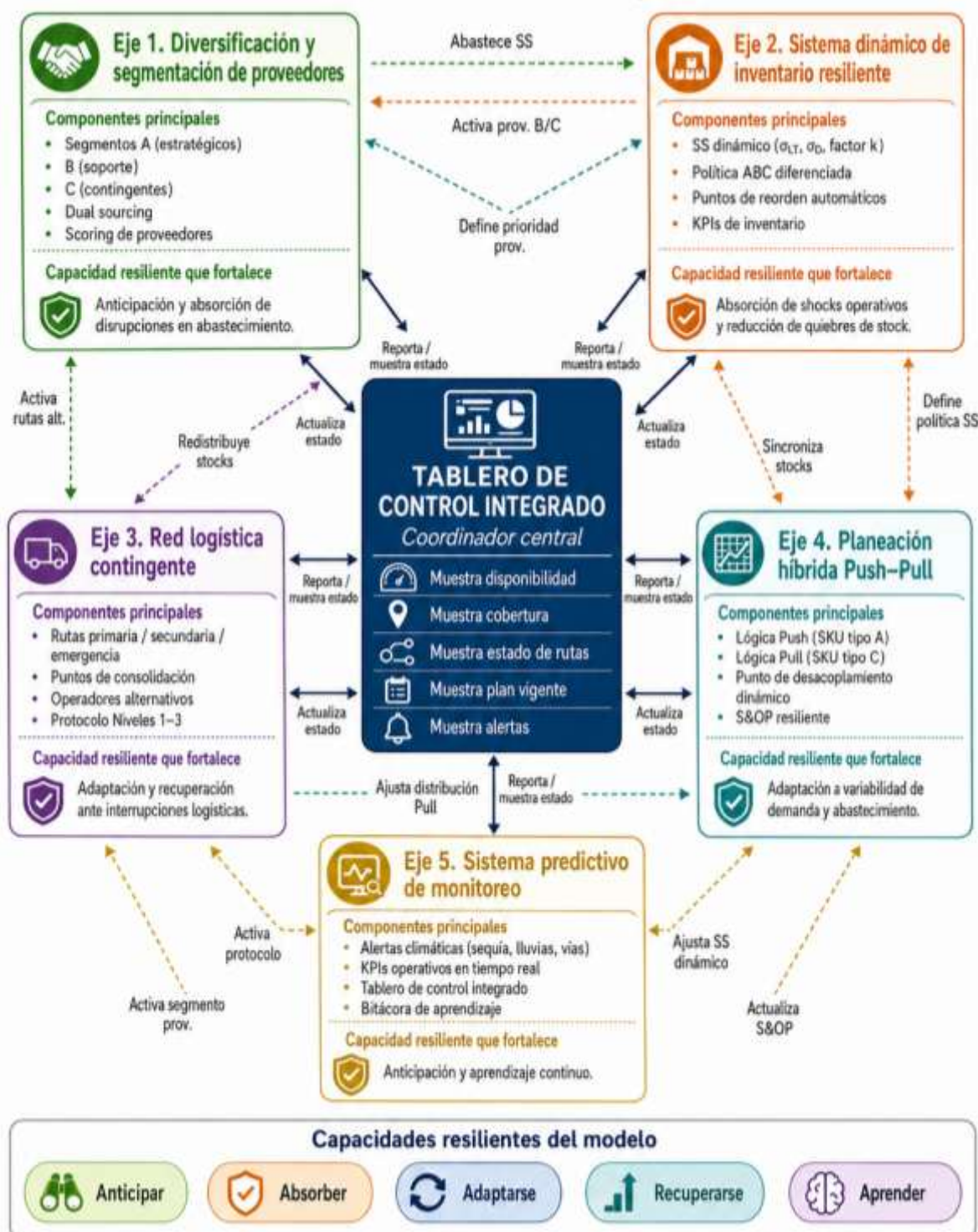
Estado / Semana	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7-S8
AS-IS (días cobertura)	9.5	8.2	6.1	4.3	2.8	1.2	QUIEBRE
TO-BE (días cobertura)	13.0	14.5	13.8	12.6	11.9	11.2	10.5
Umbral mínimo TO-BE	10	10	12	12	12	15	15

Impacto comparativo sobre KPIs operativos — al cierre de semana 8

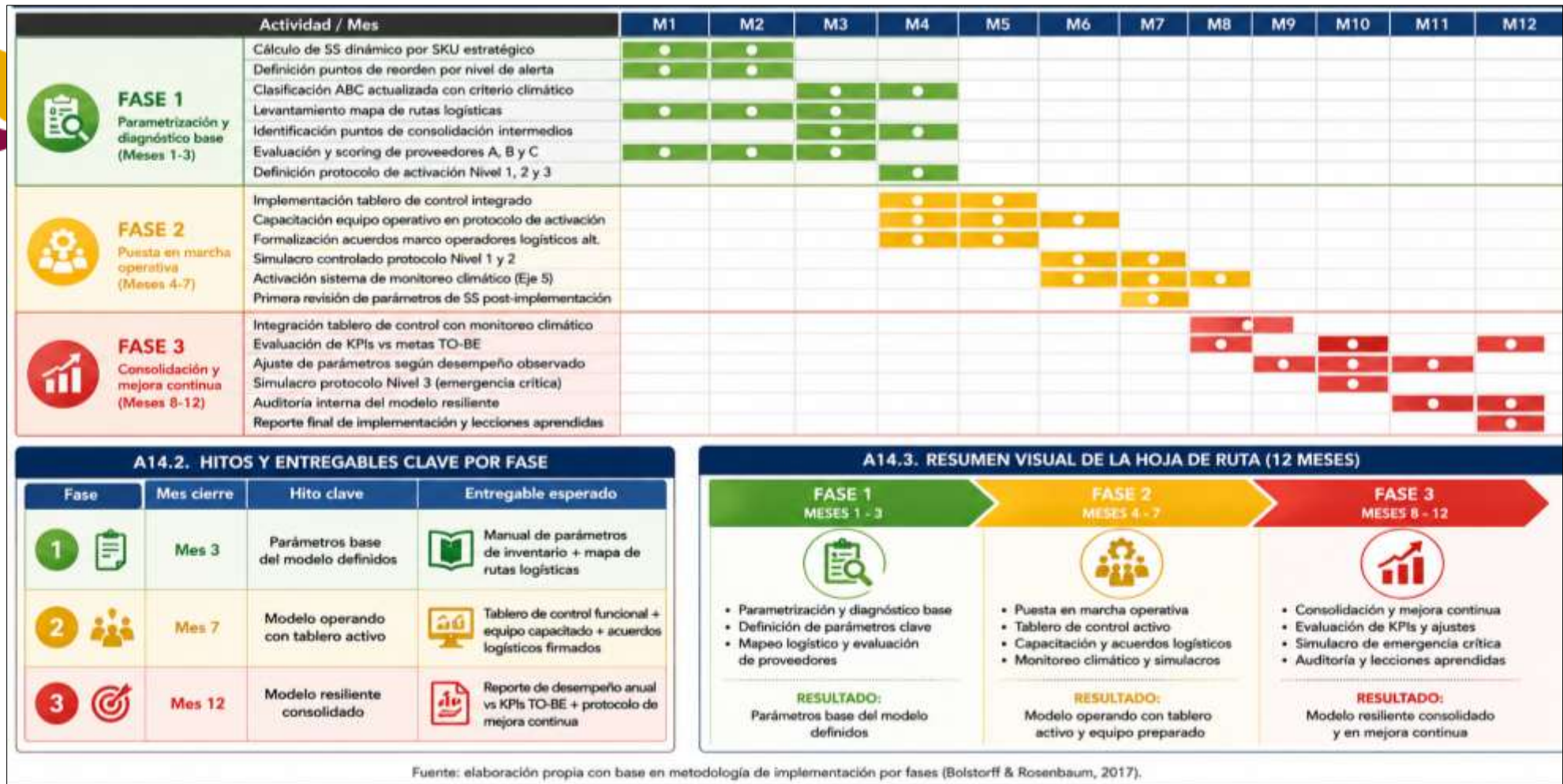
Indicador	AS-IS Basal	AS-IS S8	TO-BE S8	Diferencia	Mejora (%)
OTIF (%)	88%	61%	84%	+23 pp	37.7%
Fill Rate (%)	89%	58%	82%	+24 pp	41.4%
Lead Time (días)	4.5	7.2	4.8	-2.4 días	33.3%
Quiebres de stock	Bajo	Alto	Moderado	—	↓ 60%
Costos extraordinarios	Base	+38%	+12%	-26 pp	68.4%
Recovery Time (días)	—	>15	11	-4 días	26.7%

Fuente: elaboración propia con base en parámetros del modelo resiliente TO-BE y benchmarking sectorial (Christopher & Peck, 2004; Chopra & Meindl, 2019).

Anexo 5 Arquitectura Completa del Modelo Resiliente TO-BE Componentes e Interacciones



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.



Anexo 6 Estructura del aporte científico de la investigación

