



Facultad de Ciencias de la Administración

Carrera de Administración de Empresas

**Propuesta de un Modelo de Producción Más
Limpia para la empresa MAPLE**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Licenciado y Licenciada en
Administración de Empresas**

Autores:

Andrés Sebastián Cortez Aucapiña; Camila Anahi Vásquez
Idrovo

Directora:

María José González Calle

Cuenca – Ecuador

Año

2026

DEDICATORIA

A mis padres, María Del Carmen Aucapiña y Jorge Onofre Cortez, por ser el cimiento incondicional sobre el cual he construido mis metas; su ejemplo de vida es, y será siempre, mi mayor guía.

A mis hermanos, Jorge Luis y Juan Carlos, por su compañía constante y por ser parte esencial de cada logro alcanzado en este camino.

A la memoria de mi abuelita, Julia María Cuenca, cuya luz y legado me acompañan desde la eternidad, inspirándome en cada paso que doy.

A mi abuelito, Onofre Silvestre Cortez, por su sabiduría presente, su temple y por permitirme compartir con él este importante hito en mi historia.

Sebastian Cortez

Dedico el presente trabajo de investigación a mi familia, pilar fundamental de mi formación humana y académica, cuyo sacrificio y apoyo incondicional han sido el motor de mi perseverancia. A aquellos que, con su confianza y guía constante, inspiraron la culminación de esta etapa profesional, transformando el esfuerzo en un logro que hoy honra sus enseñanzas y valores.

Camila Vásquez

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profunda gratitud a la Universidad del Azuay, institución que no solo me brindó las herramientas técnicas, sino el entorno de excelencia necesario para mi crecimiento integral. A mi tutora de tesis, María José González Calle, y a Juan Manuel Maldonado Matute, por su guía experta y por el compromiso inquebrantable demostrado en la dirección de este trabajo; su paciencia fue clave para alcanzar este objetivo. De manera especial, reconozco la valiosa contribución de mi junta académica: Ana Carolina Armijos Orellana, María Isabel Arteaga Ortiz y Juan Francisco Tenesaca Timaná. Su rigurosidad y elevado criterio fueron fundamentales para potenciar la calidad de este proyecto.

Sebastian Cortez

El presente trabajo representa el esfuerzo, la dedicación y el compromiso asumido durante este proceso académico. De manera especial, agradezco a mi tutor y director de tesis por su guía constante, dedicación y paciencia durante esta etapa, permitiéndome llevar a cabo con éxito el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, reconozco el compromiso y compañerismo de mi equipo de trabajo, quienes fueron un apoyo fundamental en cada desafío enfrentado, haciendo de este proceso una experiencia enriquecedora que hoy culmino con gran satisfacción.

Camila Vásquez

Índice de Contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Tablas	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
1 MARCO TEÓRICO DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y SOSTENIBILIDAD	3
1.1 Antecedentes de la Producción Más Limpia.....	3
1.1.1 Evolución Histórica: Del Control de la Contaminación a la Prevención	3
1.1.2 Conceptualización y Alcance de la Producción Más Limpia	4
1.1.3 La Producción Más Limpia como Factor de Eficiencia Económica y Operativa....	5
1.1.4 Barreras y Facilitadores en la Implementación	5
1.1.5 Contexto Global y Normativo	6
1.2 Conceptualización de la Producción Más Limpia y Sostenibilidad.....	7
1.2.1 La Producción Más Limpia como Estrategia Integrada	8
1.2.2 Vínculo con el Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030	8
1.2.3 Eficiencia en el Uso de Recursos y Competitividad.....	9
1.2.4 Sinergia con los Acuerdos Ambientales Multilaterales.....	10
1.3 Beneficios, Estrategias y Barreras de la Producción Más Limpia	11
1.3.1 Beneficios Tangibles e Intangibles: Reputación y Competitividad.....	11
1.3.2 Estrategias de Implementación: Innovación y Cultura Organizacional.....	12
1.3.3 Barreras y Desafíos en la Adopción	12
CAPÍTULO 2	14

2	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MAPLE	14
2.1	Reseña de la Empresa MAPLE.....	14
2.1.1	Identificación y Forma Jurídica.....	15
2.1.2	Misión y Visión	15
2.1.3	Portafolio de Productos	15
2.1.4	Dinámica Comercial y Mercado Objetivo.....	18
2.1.5	Evolución Histórica del Crecimiento y Factores de Impacto	19
2.1.6	Estructura Organizacional	20
2.2	Procesos Productivos	21
2.2.1	Descripción Operativa y Flujos de Entrada y Salida	21
2.2.2	Análisis de la Distribución en Planta (<i>Layout</i>).....	23
2.3	Herramientas de Diagnóstico.....	24
2.3.1	Evaluación Cualitativa: Gestión Operativa y Cultura Organizacional	25
2.3.2	Evaluación Cuantitativa: Eco-balances y Desempeño Ambiental.....	41
2.4	Análisis y Síntesis de Resultados.....	47
2.4.1	Síntesis del Diagnóstico: Inventario de Emisiones y Residuos	47
2.4.2	Priorización de Problemas: Análisis de Pareto.....	48
2.4.3	Estrategia de Mejora: Matriz CAME.....	49
	CAPÍTULO 3.....	52
3	PROPUESTA DE MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MAPLE.....	52
3.1	Alternativas de Producción Más Limpia.....	52
3.1.1	Optimización Preventiva en la Recepción y Almacenamiento de Materias Primas 52	
3.1.2	Mejora de la Eficiencia Energética y Control Preventivo en la Etapa de Molienda 53	
3.1.3	Prevención de Pérdidas de Material Particulado en la Etapa de Mezclado	53
3.1.4	Minimización de Residuos Sólidos en la Etapa de Envasado	54
3.2	Indicadores de gestión ambiental y productiva.....	54
3.2.1	Indicadores para la Recepción y Almacenamiento de Materias Primas	55

3.2.2	Indicadores de Eficiencia Energética y Control Operativo en la Etapa de Molienda	55
3.2.3	Indicadores para el Control de Material Particulado en la Etapa de Mezclado.....	56
3.2.4	Indicadores Para la Minimización de Residuos en la Etapa de Envasado.....	56
3.3	Estrategias para la Implementación Del Modelo de PML	57
3.3.1	Estrategia de Implementación Progresiva	57
3.3.2	Asignación de Responsabilidades Para la Gestión del Modelo.....	58
3.3.3	Análisis de Recursos y Factibilidad Económica (ROI)	58
3.3.4	Articulación de Indicadores y Ciclo de Mejora Continua	59
3.3.5	Cierre del Modelo Propuesto.....	59
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS	64

Índice de Figuras

Figura 1	Etapas progresivas de la gestión ambiental.....	6
Figura 2	Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 12 de la Agenda 2030.....	9
Figura 3	Cadena de valor de la gestión ambiental e innovación	12
Figura 4	Ubicación geográfica de la empresa MAPLE.....	14
Figura 5	Estructura organizacional de la empresa MAPLE	20
Figura 6	Diagrama del proceso productivo e interacciones ambientales de MAPLE ...	22
Figura 7	Distribución en planta (layout) de la nave industrial de MAPLE.....	23
Figura 8	Diagrama de Pareto para la priorización de ineficiencias en MAPLE	48

Índice de Tablas

Tabla 1	Portafolio de productos MAPLE.....	16
Tabla 2	Resultados del cuestionario de diagnóstico IT-05 aplicado a la Gerencia General.....	26
Tabla 3	Resultados de la auditoría IT-37: Control de los procesos.....	28
Tabla 4	Resultados de la auditoría IT-37: Control de equipos.....	29
Tabla 5	Resultados de la auditoría IT-37: Control de mercadería.....	31
Tabla 6	Resultados de la auditoría IT-37: Control de calidad de los productos.....	34
Tabla 7	Resultados de la auditoría IT-37: Control de costo.....	36
Tabla 8	Resultados de la auditoría IT-37: Gestión ambiental.....	37
Tabla 9	Resultados de la auditoría IT-10: Lista de chequeo de manejo de materiales.....	39
Tabla 10	Distribución de costos y consumo energético por etapa productiva (IT-13).....	42
Tabla 11	Resultados de la auditoría IT-20: Revisión de los sistemas de distribución eléctrica.....	44
Tabla 12	Registro y valorización de residuos sólidos identificados en el proceso (IT-21).....	46
Tabla 13	Síntesis del diagnóstico: Inventario de emisiones y residuos de la planta MAPLE....	47
Tabla 14	Priorización de problemas: Análisis de Pareto de pérdidas económicas.....	48
Tabla 15	Matriz CAME: Estrategias de reorientación y supervivencia para la gestión operativa y de suministros.....	49
Tabla 16	Indicadores de desempeño para la gestión de recepción y almacenamiento.....	55
Tabla 17	Indicadores de Eficiencia Energética y Control Operativo.....	55
Tabla 18	Indicadores para el control de material particulado en la etapa de mezclado.....	56
Tabla 19	Indicadores para la minimización de residuos en la etapa de envasado.....	56
Tabla 20	Detalle de recursos e inversión estimada para la implementación del modelo de PML.....	58

RESUMEN

Esta investigación propone un modelo de Producción Más Limpia para la empresa agroindustrial MAPLE, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y recuperar la rentabilidad afectada por ineficiencias operativas. Basado en la estrategia de prevención ambiental integrada y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 12 de la Agenda 2030, el estudio emplea una metodología de diagnóstico mixta. Se aplicaron herramientas cualitativas, como auditorías de buenas prácticas y cuestionarios de gestión, junto con análisis cuantitativos mediante eco-balances y diagramas de Pareto. Los principales hallazgos revelan que el 89,3% de las pérdidas económicas de la planta se concentran en la dispersión de material particulado durante la etapa de mezclado (62,5%) e ineficiencias energéticas en molienda y sellado derivadas de una gestión reactiva. Se concluye que la implementación de estrategias de PML, enfocadas en la estandarización de procesos y el control mediante indicadores clave de desempeño (KPIs), constituye una decisión administrativa altamente rentable. El modelo propuesto requiere una inversión de \$450, la cual es autofinanciable al recuperarse íntegramente en un periodo de 0,8 meses, permitiendo a la organización transitar desde una cultura empírica hacia una excelencia operativa sostenible y competitiva en el Austro ecuatoriano.

Palabras clave: gestión ambiental proactiva, agroindustria, eficiencia energética, producción más limpia, sostenibilidad.

ABSTRACT

This research proposes a Cleaner Production (CP) model for the agro-industrial company MAPLE, aiming to optimize resource use and recover profitability impacted by operational inefficiencies. Based on the integrated environmental prevention strategy and Sustainable Development Goals 9 and 12 of the 2030 Agenda, the study employs a mixed diagnostic methodology. Qualitative tools, such as good practice audits and management questionnaires, were applied alongside quantitative analysis through eco-balances and Pareto charts. The main findings reveal that 89.3% of the plant's economic losses are concentrated in dust dispersion during the mixing stage (62.5%) and energy inefficiencies in grinding and sealing resulting from reactive management. It is concluded that the implementation of CP strategies, focused on process standardization and control through Key Performance Indicators (KPIs), constitutes a highly profitable administrative decision. The proposed model requires an investment of \$450, which is self-financing as it is fully recovered within 0.8 months, allowing the organization to transition from an empirical culture toward sustainable and competitive operational excellence in Southern Ecuador.

Keywords: proactive environmental management, agro-industry, cleaner production, energy efficiency, management, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de las empresas agroindustriales en el contexto actual no depende únicamente del incremento en ventas, sino de la optimización técnica de los recursos. El desafío para la administración de MAPLE radica en reducir los desperdicios operativos que erosionan el margen de utilidad del negocio. En este escenario, cada fracción de materia prima que no se transforma en producto terminado representa una erosión directa de la rentabilidad y un fallo en la cadena de valor. Por mucho tiempo, se ha visto al cuidado del medio ambiente como un gasto extra o una simple obligación legal. Esto ha llevado a las empresas a instalar controles solo al final de la producción, lo cual resulta costoso y no soluciona el problema desde donde nace: la ineficiencia en los procesos. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2002; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1993; Van Hoof et al., 2008)

Para la empresa MAPLE, ubicada en San Joaquín, Cuenca, esta problemática se manifiesta en una gestión operativa que depende significativamente del juicio empírico y el mantenimiento reactivo. El diagnóstico técnico realizado en esta investigación ha revelado una realidad crítica: la dispersión de material particulado en la etapa de mezclado constituye, por sí sola, el 62,5% de las pérdidas económicas totales de la planta. Estos resultados dejan claro que, para MAPLE, ser sostenible no es solo un tema de buena voluntad, sino una necesidad real para dejar de perder dinero y asegurar que la planta sea verdaderamente competitiva.

La presente tesis propone la implementación de un Modelo de Producción Más Limpia (PML) como la herramienta administrativa necesaria para transitar desde una cultura de improvisación hacia una de procesos estandarizados y prevención sistemática. El objetivo central es demostrar que la optimización de los flujos de masa y energía puede reducir drásticamente los costos operativos sin requerir inversiones de capital desproporcionadas.

La investigación se estructura en tres capítulos fundamentales. El primero establece el Marco Teórico, analizando la evolución de la PML y su vínculo con la eficiencia económica. El segundo capítulo detalla el Diagnóstico de la Situación Actual, donde se monetizan las ineficiencias mediante el uso de eco-balances y el análisis de Pareto. Finalmente, el tercer capítulo despliega la Propuesta del Modelo, integrando indicadores

clave de desempeño (KPIs) y estrategias de implementación que aseguran un retorno de inversión inmediato.

Al alinear las operaciones de MAPLE con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9 y 12) de la Agenda 2030, este trabajo busca posicionar a la empresa como un referente de eficiencia agroindustrial en el Austro ecuatoriano. En conclusión, este trabajo confirma que producir de forma limpia no es solo ayudar al planeta; es, sencillamente, la manera más inteligente y rentable de manejar una empresa hoy en día.

CAPÍTULO 1

1 MARCO TEÓRICO DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y SOSTENIBILIDAD

1.1 Antecedentes de la Producción Más Limpia

El desarrollo industrial ha cambiado drásticamente en las últimas décadas, no solo en tecnología, sino en su relación con el medio ambiente. Para la administración moderna, es fundamental comprender el origen de la Producción Más Limpia (PML), ya que no surgió por moda, sino como una respuesta necesaria ante la ineficiencia económica de los modelos tradicionales.

1.1.1 Evolución Histórica: Del Control de la Contaminación a la Prevención

Históricamente, la gestión ambiental en las empresas ha madurado por etapas. Según Van Hoof et al. (2008), se identifica una evolución progresiva en la actitud empresarial, en la etapa inicial de “indiferencia”, el tema ambiental no existía en la agenda estratégica; se caracterizaba por el desconocimiento de las normas y por ver el cuidado del entorno simplemente como un freno para el crecimiento económico

Con el incremento de la presión social y legislativa, las industrias adoptaron una postura reactiva, centrada en el "control de la contaminación". Este enfoque, predominante durante gran parte del siglo XX, se basó en la implementación de tecnologías de "final de tubo" (end-of-pipe). Como señala el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (en adelante PNUMA), (1993), estas medidas consisten en adicionar controles de contaminación al final de los sistemas industriales. Si bien logran mitigar el daño inmediato, estas soluciones presentan una desventaja crítica desde la perspectiva administrativa y financiera: incrementan los costos operativos sin aportar valor agregado al proceso productivo.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, (en adelante ONUDI) (2002) profundiza en esta ineficiencia, argumentando que el tratamiento de residuos y emisiones al final del proceso es esencialmente costoso y a menudo ineficaz, ya que frecuentemente solo transfiere la contaminación de un medio a otro (por ejemplo, del aire al suelo mediante filtros que generan residuos sólidos), sin resolver el problema

de raíz. Para un administrador de empresas, y particularmente en la agroindustria, este enfoque representa una falla crítica: el residuo no es solo basura, es materia prima orgánica por la que se pagó y que no llegó a facturarse. Es una ineficiencia directa en el inventario.

Ante la insostenibilidad económica y ecológica del enfoque de control, surge el paradigma de la prevención. Este cambio conceptual se consolidó internacionalmente a finales de la década de 1980. El PNUMA (1995), al lanzar su Programa de Producción Más Limpia (PML) en 1989, estableció que la prevención de la contaminación no solo era ambientalmente superior, sino económicamente rentable. El verdadero cambio hacia la gestión moderna de la PML se produce cuando se pasa de una actitud reactiva, centrada en la pregunta "¿qué hacemos con estos residuos?", a una visión proactiva que plantea "¿de dónde provienen los residuos y por qué se generan?". Tal como destaca la ONUDI (2002), este enfoque marca el punto de inflexión en la evolución de la gestión ambiental empresarial.

1.1.2 Conceptualización y Alcance de la Producción Más Limpia

La definición formal adoptada internacionalmente por el PNUMA establece que la PML es "la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente" (PNUMA, 2007).

Desde una óptica de gestión empresarial, el alcance de esta estrategia se despliega sobre tres frentes operativos críticos. En primer lugar, aborda la optimización de los procesos, enfocándose en maximizar el rendimiento de las materias primas y la energía para mitigar la generación de residuos y emisiones directamente en la fuente. En segundo lugar, interviene en el ciclo de vida del producto, gestionando la trazabilidad desde la obtención de insumos hasta la disposición final para reducir pasivos ambientales futuros. Finalmente, extiende su aplicación al sector de servicios, incorporando criterios de eficiencia ecológica en el diseño logístico y la entrega de valor al cliente, superando así el enfoque tradicionalmente limitado a la manufactura. (ONUDI, 2002; Van Hoof et al. 2008).

La PML no debe confundirse con una tecnología específica, sino que debe entenderse como una herramienta de gestión estratégica. El PNUMA (1993) enfatiza que

aplicar PML requiere un cambio en las actitudes de gestión, promoviendo la creatividad y la reevaluación sistemática de los procesos operativos.

1.1.3 La Producción Más Limpia como Factor de Eficiencia Económica y Operativa

Uno de los aportes más relevantes de la literatura especializada es la validación de la PML como un instrumento de competitividad. Van Hoof et al. (2008) presentan el concepto como una estrategia "gana-gana", donde la optimización de los procesos industriales conlleva simultáneamente beneficios ambientales y económicos.

Desde el punto de vista de la administración financiera, la generación de residuos es sinónimo de ineficiencia operativa. La ONUDI (2002) resalta que los costos asociados a los desechos no se limitan a su tratamiento o disposición final, sino que incluyen el valor de las materias primas desperdiciadas y el costo de procesamiento que no generó retorno. Así, la prevención de la contaminación actúa directamente sobre la estructura de costos de la empresa, liberando recursos financieros que anteriormente se destinaban a gestionar ineficiencias.

La competitividad a largo plazo, entendida como sostenibilidad, depende de la capacidad de la empresa para equilibrar el manejo de recursos naturales con el desarrollo económico y social Van Hoof et al. (2008) En un mercado globalizado, donde los estándares ambientales son cada vez más rigurosos, la adopción de la PML deja de ser una opción voluntaria para convertirse en un requisito de permanencia y expansión en el mercado.

1.1.4 Barreras y Facilitadores en la Implementación

A pesar de los evidentes beneficios, la adopción de la PML enfrenta barreras significativas, especialmente en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Según la ONUDI (2002), existen obstáculos conceptuales y organizacionales que dificultan este cambio de paradigma. A menudo, la gerencia percibe erróneamente la protección ambiental únicamente como un centro de costos, ignorando las oportunidades de ahorro y eficiencia.

Van Hoof et al. (2008) identifican etapas progresivas en la gestión ambiental, donde las empresas deben superar la fase de cumplimiento legal básico para avanzar hacia la

optimización de procesos y, finalmente, hacia la calidad ambiental total. La superación de estas barreras requiere no solo inversión tecnológica, sino principalmente fortalecimiento de capacidades y un cambio en la cultura organizacional. El rol del administrador es crucial en este punto para liderar la transición desde una visión cortoplacista hacia una gestión estratégica de los recursos.

Figura 1
Etapas progresivas de la gestión ambiental



Nota: Basado en Van Hoof et al. (2008).

Bajo esta visión integradora, la PML no se limita únicamente al manejo de residuos físicos, sino que se extiende de manera transversal hacia la optimización de los vectores energéticos. Al respecto, el PNUMA (2004) señala que la industria desempeña un rol crucial en la mitigación del cambio climático mediante el uso eficiente de la energía. Por tanto, las metodologías de PML actúan como una herramienta de diagnóstico que permite identificar puntos críticos de desperdicio de fuerza motriz, lo que refuerza la sinergia entre la responsabilidad ambiental y la rentabilidad operativa al reducir los costos directos de producción.

1.1.5 Contexto Global y Normativo

El impulso de la PML se enmarca en acuerdos y políticas internacionales de gran envergadura. La "Agenda 21", derivada de la Cumbre de la Tierra de Río en 1992, fue determinante al priorizar la introducción de tecnologías limpias y métodos de producción sostenibles Van Hoof et al. (2008). Este marco global ha permitido que la PML se disemine en diversos sectores y países, demostrando su viabilidad tanto en economías desarrolladas como en vías de desarrollo (PNUMA, 1993).

Dando continuidad a estos esfuerzos, la Resolución 70/1 de las Naciones Unidas (Agenda 2030) reafirmó este compromiso global. Particularmente, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12 se centra en garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, promoviendo la reducción sustancial de desechos mediante la prevención, reducción, reciclado y reutilización. (Naciones Unidas, 2015). En este sentido, la PML se alinea directamente con la meta de lograr una gestión eficiente de los recursos naturales y reducir la liberación de químicos y desechos al medio ambiente.

Para operativizar estas ambiciones, surge el Marco Decenal de Programas sobre Consumo y Producción Sostenibles (10YFP), adoptado en la Conferencia Rio+20. Este instrumento constituye un compromiso global para acelerar la transición hacia economías circulares y apoya directamente la implementación del ODS 12. Al establecer una plataforma de cooperación internacional, el 10YFP busca desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental, fomentando que tanto el sector público como el privado adopten prácticas de eficiencia de recursos y políticas de adquisiciones públicas verdes (PNUMA, 1993)

Este ecosistema normativo se complementa con instrumentos vinculantes como la Convención de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Este tratado representa el pilar normativo internacional para la gestión de residuos, con el objetivo primordial de proteger la salud humana y el entorno frente a los efectos adversos de los desechos peligrosos. Al vincular este convenio con los principios de la PML, se refuerza la necesidad de reducir la toxicidad de los materiales desde su origen, minimizando así la generación de residuos y promoviendo una gestión local ambientalmente racional que reduzca la dependencia de movimientos transfronterizos. (PNUMA e InWEnt, 2006)

1.2 Conceptualización de la Producción Más Limpia y Sostenibilidad

Tras analizar los antecedentes históricos que motivaron el cambio de paradigma hacia la prevención, es necesario delimitar conceptualmente la PML y su integración con la sostenibilidad global. Para la administración contemporánea, la PML no es simplemente una técnica operativa, sino una estrategia integral que alinea los objetivos empresariales con las metas de desarrollo global, permitiendo una gestión eficiente de los recursos en un entorno económico cada vez más exigente.

1.2.1 La Producción Más Limpia como Estrategia Integrada

Formalmente, se entiende a la PML como una metodología preventiva y constante que integra la dimensión ecológica en los servicios, productos y procesos de fabricación. La meta central de esta estrategia es elevar la eficiencia general de la organización, minimizando simultáneamente los peligros tanto para la salud humana como para el entorno natural (PNUMA e InWEnt, 2006).

Desde una perspectiva de gestión, esta conceptualización implica un cambio profundo en la forma de operar. Según el PNUMA (2007), la PML requiere un cambio de actitud en la gestión, aplicando conocimientos técnicos especializados para mejorar la eficiencia. No se trata de una acción puntual, sino de una mejora continua que abarca tres niveles operativos críticos:

Primero, en la esfera de los procesos, enfocándose en ahorrar insumos y energía para suprimir el uso de tóxicos, mitigando así las emisiones desde su origen. Segundo, aborda el ciclo de vida del producto, buscando disminuir la huella ecológica desde la obtención de recursos hasta su desecho final. Y tercero, se aplica al sector servicios, integrando criterios ambientales en la planificación y prestación de estos (PNUMA e InWEnt, 2006)

Esta estrategia fomenta lo que la ONUDI (2016) identifica como la disociación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental. Es decir, permite a las empresas aumentar su capacidad productiva y económica sin que ello conlleve un aumento proporcional en el consumo de recursos o la generación de contaminación. Esta optimización operativa no solo responde a necesidades internas de eficiencia, sino que se alinea estratégicamente con exigencias globales como la Agenda 2030, tema que se aborda a continuación.

1.2.2 Vínculo con el Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030

La PML no opera en el vacío; es un vehículo operativo para alcanzar el Desarrollo Sostenible. En 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción global a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (Naciones Unidas, 2015). Dentro de este marco, la PML es fundamental para materializar varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Específicamente, el ODS 12, "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles", establece metas claras que interpelan directamente a la gestión empresarial, como lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales de aquí a 2030, y reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (Naciones Unidas, 2015). El ODS 9 promueve una industrialización inclusiva y sostenible, instando a reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales (Naciones Unidas, 2015)

Figura 2

Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 12 de la Agenda 2030



Nota: Obtenido de ONU (2015).

Para un administrador de empresas, la alineación con la Agenda 2030 no es solo ético, sino estratégico. Como señala el PNUMA, (2015), la adopción de modelos de Consumo y Producción Sostenibles (CPS) es fundamental. Este enfoque no solo busca satisfacer las necesidades humanas y elevar la calidad de vida, sino que se centra en desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental. El objetivo es optimizar los procesos para generar mayor bienestar con menor consumo de recursos y reduciendo la toxicidad en todo el ciclo de vida del producto (PNUMA, 2015).

1.2.3 Eficiencia en el Uso de Recursos y Competitividad

La conceptualización moderna de la sostenibilidad empresarial pone un énfasis crucial en la "eficiencia de recursos". Según el estudio del PNUMA y Red Mercosur de Investigaciones Económicas (2011) la eficiencia en el uso de los recursos busca reducir el impacto ambiental derivado de la producción y el consumo de bienes y servicios, abarcando todo el ciclo de vida desde la extracción de materias primas hasta su

disposición final. No obstante, para que esta eficiencia se traduzca en una ventaja competitiva real, debe actuar como un catalizador de la innovación tecnológica. En este sentido, la OECD (2015) sostiene que la productividad de los recursos permite a las empresas reducir drásticamente sus costos operativos, mejorando su margen de rentabilidad y su resiliencia ante la volatilidad de los precios de los insumos en el mercado global.

Este enfoque es particularmente relevante en América Latina. Aunque la región ha mostrado mejoras puntuales, el crecimiento económico sigue fuertemente vinculado al aumento en el consumo de materiales. Por ello, autores como Lieder y Rashid (2016) enfatizan que la implementación de la Producción Más Limpia (PML) es la estrategia clave para desvincular el desarrollo industrial de la degradación ambiental. Al adoptar la PML, las organizaciones no solo protegen la base de recursos naturales, sino que fortalecen su posición competitiva al optimizar sus procesos internos.

Finalmente, la eficiencia energética se integra como un componente vital. Mientras que el PNUMA (2007) argumenta que el consumo energético es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, la integración de medidas preventivas permite reducir costos directos. Esto asegura que las empresas no solo sean rentables, sino que cumplan con compromisos internacionales de mitigación climática, transformando la responsabilidad ambiental en un activo financiero.

1.2.4 Sinergia con los Acuerdos Ambientales Multilaterales

La PML actúa también como un facilitador estratégico para el cumplimiento de los Acuerdos Ambientales Multilaterales (AAM). Tradicionalmente, se ha visto este modelo como una herramienta de apoyo para tratados como el Convenio de Estocolmo o el de Basilea (PNUMA e InWEnt, 2006). Sin embargo, la ONUDI (2011) expande esta visión al señalar que estas prácticas preventivas son esenciales para que los países en desarrollo logren un crecimiento industrial sostenible sin infringir las normativas internacionales sobre contaminantes orgánicos y desechos peligrosos.

Para la empresa, esto significa que adoptar la PML es una estrategia de gestión de riesgos legales y regulatorios. Al prevenir la generación de contaminantes en la fuente, la organización se anticipa a normativas globales cada vez más estrictas, evitando la

creación de pasivos ambientales costosos. Este enfoque preventivo genera una situación de "ganar-ganar", donde la coherencia entre las metas corporativas y los objetivos de los tratados internacionales asegura la viabilidad de la empresa a largo plazo en un entorno regulatorio exigente.

1.3 Beneficios, Estrategias y Barreras de la Producción Más Limpia

La implementación de un modelo de PML trasciende el cumplimiento normativo ambiental; para la administración moderna, constituye una decisión estratégica que impacta la rentabilidad, la reputación y la sostenibilidad a largo plazo de la organización. Una vez comprendidos los antecedentes y la conceptualización de la PML, es necesario analizar por qué las empresas deberían adoptarla (beneficios), cómo pueden hacerlo (estrategias) y qué obstáculos deben sortear (barreras).

1.3.1 Beneficios Tangibles e Intangibles: Reputación y Competitividad

Desde una perspectiva financiera y operativa, los beneficios de la PML suelen asociarse inmediatamente a la reducción de costos por eficiencia en el uso de materiales y energía. Sin embargo, la literatura reciente destaca el valor de los activos intangibles. Quintana-García et al. (2022) en su investigación sobre innovación ambiental, argumentan que el desempeño en PML es un determinante clave de la reputación corporativa.

Según la teoría de las capacidades dinámicas analizada por Quintana-García et al. (2022) las empresas que adoptan prácticas de gestión ambiental proactivas no solo mejoran su legitimidad ante los stakeholders (partes interesadas), sino que construyen una ventaja competitiva difícil de imitar. La reputación de ser una empresa ambientalmente responsable actúa como un activo estratégico que mejora la diferenciación en el mercado.

A nivel macroeconómico, la ONUDI (2024) refuerza que la industria es el motor del crecimiento económico, pero este crecimiento debe desacoplarse de las emisiones y el uso intensivo de recursos. Los beneficios, por tanto, son sistémicos: las empresas que se alinean con la industrialización sostenible (ODS 9) están mejor posicionadas para acceder a nuevos mercados y adaptarse a la transición hacia economías de bajas emisiones.

Figura 3
Cadena de valor de la gestión ambiental e innovación



Nota: Basado en Quintana-García et al. (2022).

1.3.2 Estrategias de Implementación: Innovación y Cultura Organizacional

Para materializar estos beneficios, la administración debe desarrollar estrategias claras. Una de las vías principales es la innovación ambiental. Quintana-García et al. (2022) explican que esto implica la introducción de nuevos procesos de producción o la modificación de los existentes para reducir el impacto ambiental. Esto requiere que la gerencia vea la gestión ambiental no como un gasto, sino como una inversión en capital tecnológico y organizacional.

Sin embargo, la tecnología por sí sola es insuficiente; el factor humano es crítico. Debrah et al. (2021) señalan que la actitud del personal es determinante en el manejo de recursos. Por ello, una estrategia clave es la capacitación interna para crear una cultura de sostenibilidad. No basta con imponer normas; se debe cambiar la percepción de los colaboradores para que vean los residuos como una ineficiencia operativa y no solo como basura.

La alineación con políticas globales es una estrategia de dirección. El reporte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2025 de las Naciones Unidas (en adelante ONU), (2025) insta a "poner la marcha máxima" (shift into overdrive) en la implementación de cambios transformadores. Para una empresa, esto significa integrar las metas de los ODS (específicamente el 9 y el 12) en su planificación estratégica corporativa, utilizando estos marcos internacionales como hoja de ruta para la mejora continua.

1.3.3 Barreras y Desafíos en la Adopción

A pesar de la lógica económica y ambiental, la adopción de la PML enfrenta obstáculos significativos. Debrah et al. (2021) identifican barreras conductuales y cognitivas, señalando que a menudo existe una brecha entre el conocimiento ambiental y

la acción real. En muchos casos, aunque el personal conozca la importancia de reciclar o ahorrar energía, la falta de infraestructura adecuada o de incentivos organizacionales impide que este conocimiento se traduzca en hábitos operativos.

Desde el entorno externo, la ONUDI (2024) advierte sobre los desafíos estructurales. La transición hacia una industria sostenible requiere políticas industriales robustas y acceso a financiamiento para la innovación, recursos que no siempre están disponibles para todas las empresas en economías en desarrollo. Además, ONU (2025) destaca que el progreso en metas como el consumo y la producción responsables ha sido desigual, lo que sugiere que las empresas operan a menudo en entornos regulatorios o de mercado que no premian suficientemente la sostenibilidad.

Además, existe el riesgo estratégico del 'greenwashing' o lavado de imagen. Quintana-García et al. (2022) advierten que, si una empresa comunica compromisos ambientales que no se reflejan en sus procesos reales, el efecto en su reputación será negativo. Los grupos de interés actuales detectan fácilmente la discrepancia entre el discurso publicitario y la realidad operativa, lo que puede destruir la confianza en la marca.

Finalmente, la evidencia teórica demuestra que la PML es una metodología probada que ofrece herramientas para mejorar la eficiencia y la competitividad empresarial. Sin embargo, la teoría debe contrastarse con la realidad operativa específica de cada organización. Para proponer un modelo efectivo para la empresa MAPLE, es indispensable primero comprender su funcionamiento interno, sus flujos de materiales y su cultura organizacional actual. El siguiente capítulo se dedicará al diagnóstico situacional de la empresa, utilizando las bases teóricas aquí descritas para identificar las áreas críticas de intervención.

CAPÍTULO 2

2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MAPLE

2.1 Reseña de la Empresa MAPLE

Para aplicar correctamente el modelo de PML, es necesario trascender la descripción básica y analizar el entorno operativo de la organización como un sistema dinámico de recursos.

MAPLE es una entidad agroindustrial ecuatoriana con sede estratégica en la parroquia de San Joaquín, Cuenca. Su actividad principal es la formulación, producción y comercialización de alimentos balanceados, complementada por la venta al por mayor de materias primas agropecuarias. La organización transforma recursos agrícolas en soluciones nutricionales especializadas, diseñadas para optimizar el rendimiento de los sectores ganadero y avícola del Austro ecuatoriano.

Figura 4

Ubicación geográfica de la empresa MAPLE



Nota: Extraído de Google Maps (2026).

Desde su fundación en 2004, MAPLE ha evolucionado de ser una unidad productiva básica a convertirse en una estructura empresarial formalizada y un referente

regional en manufactura nutricional. Actualmente, su modelo de gestión atraviesa una transición hacia la sostenibilidad corporativa, buscando integrar la rentabilidad económica con el bienestar animal. En esta coyuntura, adoptar prácticas preventivas (BPM y PML) deja de ser solo un requisito ambiental para convertirse en una estrategia clave de competitividad a largo plazo.

2.1.1 Identificación y Forma Jurídica

La empresa opera legalmente bajo el RUC de persona natural, lo que le permite una gestión dinámica y centralizada en el propietario. Sus actividades económicas se encuentran formalizadas bajo la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), abarcando dos ejes principales:

1. **CIIU C1080:** Fabricación de alimentos preparados para animales de granja, que constituye el núcleo de su cadena de valor.
2. **CIIU G4620:** Venta al por mayor de materias primas agropecuarias, funcionando como una unidad estratégica de comercialización de insumos.

2.1.2 Misión y Visión

La misión y visión de la empresa fueron proporcionadas por la Gerencia General (M. Idrovo, comunicación personal, marzo de 2025) y se detallan a continuación:

Misión: “Producir y distribuir alimentos balanceados de alta calidad que aseguren el bienestar y el máximo rendimiento de los animales de granja. MAPLE se compromete a brindar soluciones nutricionales innovadoras y sostenibles, operando mediante procesos eficientes que garanticen la satisfacción integral del sector agropecuario”.

Visión: “Consolidarse como la empresa líder en la industria de balanceados en la región, reconocida por su excelencia operativa, innovación en formulaciones y compromiso con la sostenibilidad ambiental, impulsando la tecnificación y el crecimiento del sector agropecuario local y nacional”.

2.1.3 Portafolio de Productos

La oferta comercial de MAPLE se distingue por su diversificación estratégica, diseñada para cubrir integralmente los requerimientos nutricionales del sector

agropecuario. El portafolio actual prioriza la línea de bovinos, la cual constituye el núcleo productivo de la empresa y abarca la mayor proporción de referencias, con soluciones especializadas para lactancia, mantenimiento y desarrollo de terneras.

En un segundo nivel de relevancia se encuentran las líneas avícolas y de cuyes, segmentos que han cobrado importancia para atender la demanda de productores de especies menores en la región. Finalmente, el catálogo se completa con las categorías de equinos y porcinos; si bien estas líneas representan una menor participación en portafolio de productos, son fundamentales para sostener la promesa de valor de la empresa como proveedor integral de balanceados.

A continuación, en la Tabla 1 se detalla la estructura completa del portafolio:

Tabla 1
Portafolio de productos MAPLE

Número	Categoría	Nombre del Producto	Imagen
1	BOVINOS	SUPER LECHERO BIO 1	
2	BOVINOS	S. SARALAC	
3	BOVINOS	S. VACAS NORMALES	
4	BOVINOS	S. TERNERAS	

Número	Categoría	Nombre del Producto	Imagen
5	BOVINOS	S. SARALAC REFORZADO	
6	BOVINOS	S. LECHERO MAPLE	
7	BOVINOS	S. LECHERO 17%	
8	AVÍCOLA	S. INICIAL POLLO	
9	AVÍCOLA	S. CRECIMIENTO POLLO	
10	AVÍCOLA	S. ENGORDE POLLO	
11	AVÍCOLA	S. POSTURA	

Número	Categoría	Nombre del Producto	Imagen
12	CUYES	S. CUY	
13	CUYES	S. CUY CRECIMIENTO	
14	CUYES	S. CUY ENGORDE	
15	EQUINOS	S. CABALLO	
16	EQUINOS	S. CABALLO MAPLE	
17	PORCINOS	S. CHANCHO	

Nota: esta tabla muestra la segmentación de productos que comercializa la empresa en la región del Austro, extraído de MAPLE (2025).

2.1.4 Dinámica Comercial y Mercado Objetivo

El modelo de negocio de MAPLE se caracteriza por una alta concentración geográfica y una cadena de valor fuertemente intermediada. Según el análisis de ventas

del último periodo fiscal, el 100% de la comercialización se realiza en territorio ecuatoriano, consolidando a la empresa como un proveedor estratégico en la Sierra Sur. De hecho, la provincia del Azuay absorbe el 70% de la producción, lo que evidencia una fuerte dependencia del mercado local y subraya la importancia de mantener una sólida reputación corporativa en su zona de influencia.

Respecto a la tipología de clientes, la empresa opera bajo un esquema *B2B* (Business to Business), canalizando el 85% de su flujo comercial a través de distribuidores mayoristas. Desde la perspectiva de la PML, estos distribuidores no son solo puntos de venta, sino "partes interesadas" (*stakeholders*) clave; comunicarles los atributos de sostenibilidad y calidad es vital para diferenciar la marca en un mercado saturado.

2.1.5 Evolución Histórica del Crecimiento y Factores de Impacto

La trayectoria de MAPLE ha transitado por distintas fases de madurez, marcadas tanto por decisiones internas como por coyunturas externas. El análisis de su historia permite identificar cuatro etapas claves que explican su posición actual:

Etapla fundacional (2004 – 2009): La organización experimentó un crecimiento orgánico, pasando de una producción semiartesanal a una estructura formal. El factor determinante fue su ubicación estratégica en San Joaquín; la cercanía con los productores y la capacidad de ofrecer soluciones personalizadas a pequeños ganaderos generaron la confianza necesaria para asegurar su supervivencia inicial.

Crisis y disrupción (2020 – inicios de 2021): La dinámica de crecimiento enfrentó un punto de inflexión crítico debido a la emergencia sanitaria. MAPLE sufrió un decrecimiento significativo en ventas y operaciones por la ruptura de la cadena de suministro y la caída de la demanda, evidenciando la vulnerabilidad de su logística tradicional ante fuerzas mayores.

Recuperación acelerada (2021): A partir del segundo trimestre de 2021, la empresa registró un "efecto rebote". Este repunte respondió a la reactivación natural del sector ganadero post-confinamiento y a la implementación oportuna de estrategias comerciales correctivas para reposicionar la marca regionalmente.

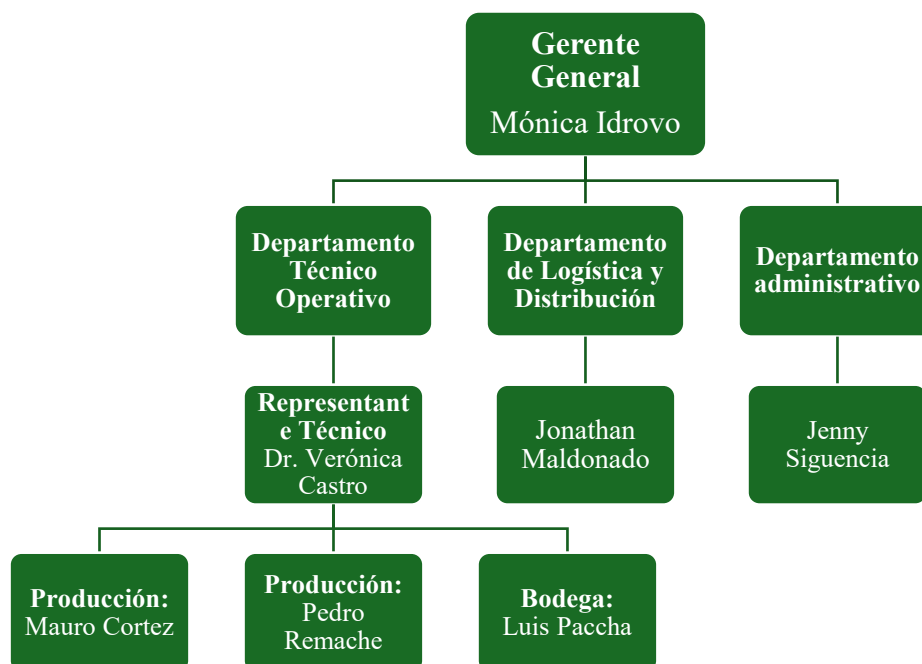
Estabilización (2022 – Actualidad): Tras la recuperación, el crecimiento acelerado dio paso a una etapa de "meseta" con variaciones moderadas. Si bien esto indica madurez y estabilidad financiera, también señala que la falta de nuevos diferenciadores ha frenado la expansión. En este contexto, la innovación a través de la PML se perfila como la estrategia necesaria para impulsar una nueva curva de crecimiento.

2.1.6 Estructura Organizacional

La estructura administrativa de MAPLE responde a un diseño jerárquico-funcional, caracterizado por una línea de mando vertical que centraliza la toma de decisiones estratégicas, mientras delega la ejecución operativa en áreas especializadas. Esta configuración es propicia para la implementación de la PML, ya que permite que las directrices de eficiencia y prevención fluyan rápidamente desde la alta dirección hacia el nivel operativo. En la figura 5 se puede apreciar el organigrama de la empresa MAPLE y la distribución de sus áreas y niveles jerárquicos.

Figura 5

Estructura organizacional de la empresa MAPLE



Nota: Extraído de MAPLE (2025).

Del análisis de la estructura funcional, se identifican los roles críticos para liderar el cambio de paradigma hacia la prevención:

Nivel Estratégico (Gerencia General): Liderado por la Sra. Mónica Idrovo. Su rol trasciende la administración tradicional; es la responsable de impulsar el "cambio de cultura organizacional" necesario para dejar de ver lo ambiental como un costo y gestionarlo como una inversión estratégica.

Nivel Táctico (Departamento Técnico Operativo): Bajo la dirección de la Dra. Verónica Castro. Esta área funciona como el eje de la ecoeficiencia, supervisando que la formulación de balanceados maximice el uso de materias primas y minimice la generación de residuos en la fuente.

Nivel Operativo (Producción y Bodega): Conformado por el personal de planta y gestión de inventarios. Son los ejecutores directos de las estrategias preventivas. Su desempeño determina si las ineficiencias (mermas y desperdicios) se controlan o se perpetúan, impactando directamente en la estructura de costos de la empresa.

Soporte Administrativo: La gestión financiera (Sra. Jenny Sigüencia) es esencial para cuantificar los "costos ocultos" de los residuos, permitiendo medir el retorno de inversión de las estrategias ambientales propuestas.

2.2 Procesos Productivos

El sistema operativo de MAPLE se configura bajo un modelo de producción por lotes, diseñado para la transformación física de materias primas agroindustriales en fórmulas nutricionales balanceadas. Desde la perspectiva de la PML este proceso no debe entenderse únicamente como una secuencia lineal de manufactura, sino como un sistema de balance de masa y energía.

En este sistema, todo recurso que ingresa (materia prima, energía, insumos) y no se convierte en Producto Terminado facturable, se transforma automáticamente en un residuo o emisión, lo que administrativamente representa una ineficiencia operativa. A continuación, se desglosan las etapas del proceso productivo y su distribución física en planta.

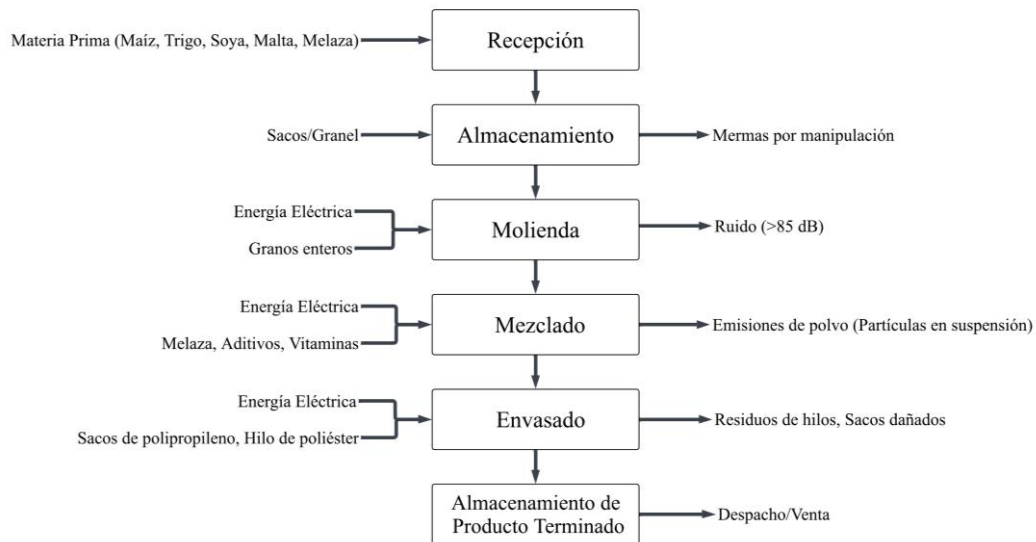
2.2.1 Descripción Operativa y Flujos de Entrada y Salida

El ciclo de producción consta de cinco etapas secuenciales críticas. Para el diagnóstico de PML, se ha elaborado un diagrama de flujo cualitativo (ver Figura 6) que

detalla las interacciones ambientales, identificando los recursos consumidos (Entradas) y las externalidades o pérdidas (Salidas no deseadas):

Figura 6

Diagrama del proceso productivo e interacciones ambientales de MAPLE



Nota: El flujo identifica los recursos consumidos como entradas (materia prima, energía, aditivos) y las externalidades o pérdidas como salidas no deseadas (mermas, ruido, emisiones de polvo y residuos sólidos) para el análisis de PML, basado en MAPLE (2025).

Recepción y Almacenamiento: El proceso inicia con la recepción de materias primas (maíz, trigo, soya, malta, melaza). La principal ineficiencia aquí son las mermas por manipulación. El derrame de granos o la rotura de sacos durante la descarga genera suciedad y representa una pérdida directa de inventario antes de siquiera iniciar la transformación.

Molienda: Es la etapa de mayor consumo energético por el uso de molinos. La externalidad crítica es la generación de ruido (>85 dB), lo cual no solo es un riesgo de salud ocupacional, sino la evidencia física de una pérdida de energía por vibración y fricción excesiva de la maquinaria.

Mezclado: Constituye el "corazón" de la calidad, integrando macro y micro ingredientes. La salida no deseada es la emisión de polvo (partículas en suspensión).

Desde la óptica financiera, este polvo no es simple suciedad: es materia prima de alto valor que se pierde en el ambiente, afectando además la calidad del aire interior.

Envasado: El producto final se empaqueta en sacos de polipropileno. Aquí se generan residuos sólidos inorgánicos (restos de hilos y sacos dañados), cuya acumulación suele denotar falta de calibración en las cosedoras o necesidad de capacitación técnica.

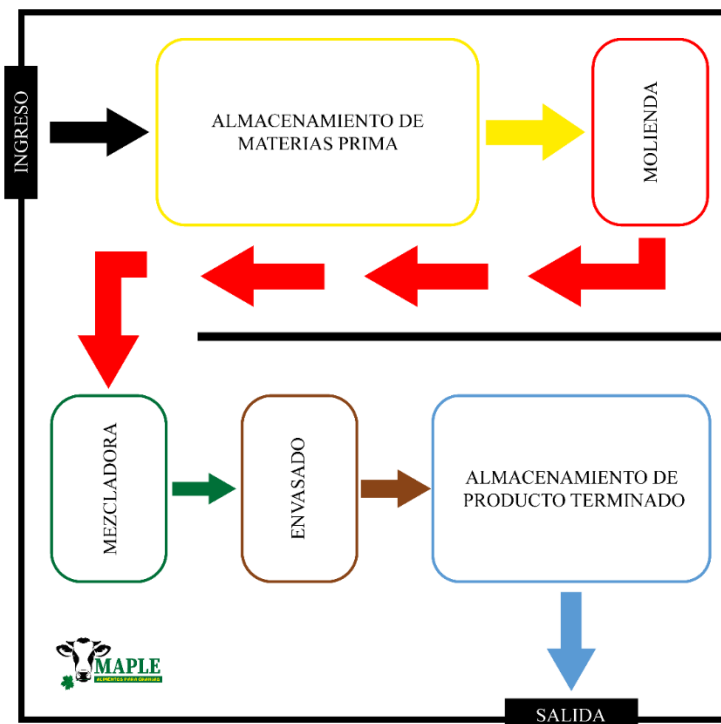
Almacenamiento de Producto Terminado: Aunque la salida deseada es el despacho, un almacenamiento deficiente en esta fase final puede generar nuevas mermas por deterioro, cerrando el ciclo con ineficiencias logísticas evitables.

2.2.2 Análisis de la Distribución en Planta (*Layout*)

La disposición física de los equipos es determinante para la eficiencia del flujo de materiales. MAPLE opera en una nave industrial donde el *layout* (distribución en planta) sigue una lógica de flujo continuo modificado por las restricciones de espacio, tal como se observa en la siguiente figura 7.

Figura 7

Distribución en planta (layout) de la nave industrial de MAPLE



Nota: Extraído de MAPLE (2025).

El análisis del *layout* presentado en la Figura 7 revela una configuración en forma de "U" o serpiente, diseñada para maximizar el uso del área disponible:

Unificación de accesos: La planta cuenta con un único punto de acceso para el "ingreso" de materia prima y la "salida" de producto terminado. Si bien esto facilita el control de seguridad, representa un potencial cuello de botella logístico en momentos de alta demanda, donde los flujos de carga y descarga podrían cruzarse.

Zonificación: Existe una clara separación entre el área "sucia" (recepción y molienda, identificadas en amarillo y rojo) y el área "limpia" (envasado y producto terminado).

Recorridos: Las flechas rojas indican el transporte interno de materiales en proceso. La distancia entre la zona de mezcladora y el área de envasado es crítica; un recorrido excesivo en este tramo, sin sistemas de contención adecuados, es lo que favorece la dispersión de partículas (polvo) identificada en el diagrama de flujo anterior.

2.3 Herramientas de Diagnóstico

El diseño metodológico para el diagnóstico integral de la empresa MAPLE se fundamenta en los lineamientos técnicos del programa Sustaining Competitive and Responsible Enterprises (SCORE) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Bajo este esquema, la evaluación sistemática de las condiciones iniciales mediante un diagnóstico de línea base se establece como un paso metodológico irremplazable para identificar ineficiencias operativas y determinar la situación real de la organización antes de la intervención. En este sentido, la aplicación de instrumentos cualitativos —como cuestionarios gerenciales y auditorías de control (IT-05, IT-37 e IT-10)— responde a la necesidad de integrar el análisis de las prácticas de gestión modernas con el compromiso de la alta dirección y la cultura organizacional, elementos que la OIT considera determinantes para el éxito de la productividad. Esta aproximación facilita la detección de cuellos de botella estructurales, permitiendo una transición hacia una cultura de prevención sistemática respaldada por la administración.

Complementariamente, el uso de herramientas cuantitativas como eco-balances de costos energéticos, revisiones de sistemas de distribución y matrices de registro de residuos (IT-13, IT-20 e IT-21) se justifica plenamente bajo los módulos de eficiencia de

recursos y producción limpia de la metodología SCORE. La Organización Internacional del Trabajo sostiene que la cuantificación precisa de las externalidades del proceso a través de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) resulta esencial para rastrear y medir la reducción efectiva en el uso de materiales, energía y generación de mermas. Al emplear estos instrumentos para monetizar y medir pérdidas técnicas específicas, la investigación se adscribe al enfoque de competitividad de la OIT, el cual dictamina que la disminución de desperdicios impacta directamente en la rentabilidad y productividad de las operaciones industriales. De esta manera, la integración de dichos instrumentos dota al diagnóstico de una validación técnica y económica rigurosa, fundamental para el diseño de un modelo de Producción Más Limpia altamente medible y sostenible.

2.3.1 Evaluación Cualitativa: Gestión Operativa y Cultura Organizacional

Para contrastar la realidad operativa con la visión estratégica de la empresa, se aplicó el **Instrumento de Trabajo IT-05 (Cuestionario de Diagnóstico)** dirigido a la Gerencia General. El objetivo de esta herramienta fue identificar las problemáticas críticas desde la toma de decisiones y evaluar la disposición de la empresa hacia un cambio cultural enfocado en la PML.

De acuerdo con Gutiérrez Pulido (2010), "la competitividad de una organización depende de su capacidad para medir, controlar y mejorar sus procesos clave de manera sistémica". Esta herramienta consta de los siguientes formatos para el levantamiento de información:

Cuestionario de diagnóstico IT-05: Gerencia General: Este instrumento evalúa la visión estratégica directiva. Los resultados identifican la disposición de la alta gerencia para respaldar cambios culturales y financieros hacia modelos de Producción Más Limpia (PML).

Cuestionario IT-37: Control de los procesos: Se analiza la ejecución de tareas en planta. Los hallazgos determinan el nivel de estandarización técnica y detectan cuellos de botella que afectan la productividad global.

Cuestionario IT-37: Control de equipos: Esta evaluación mide el estado de mantenimiento de la maquinaria. Los datos revelan si el equipo es eficiente o si genera sobrecostos por paradas no programadas y alto consumo energético.

Cuestionario IT-37: Control de mercadería: Analiza la gestión de existencias. Los resultados exponen la precisión del inventario y detectan problemas de almacenamiento o rotación que impactan financieramente a la empresa.

Cuestionario IT-37: Control de calidad de los productos: Mide el cumplimiento de las especificaciones técnicas. Los hallazgos sirven como indicador de eficacia, identificando la frecuencia de productos defectuosos y la necesidad de reprocesos.

Cuestionario IT-37: Control de costo: Evalúa el desempeño financiero operativo. Los resultados comparan el costo real frente al presupuestado para identificar fugas económicas en la cadena de producción.

Cuestionario IT-37: Gestión ambiental: Analiza el impacto ecológico de la planta. Los resultados verifican el cumplimiento normativo y la eficacia en el manejo de residuos, emisiones y vertidos industriales.

Cuestionario IT-10: Manejo de materiales: Evalúa la logística interna. La lista de chequeo identifica riesgos en el transporte de cargas y deficiencias en el flujo físico que provocan daños en la materia prima.

A continuación, se detallan en la Tabla 2 las respuestas obtenidas que validan el escenario actual de MAPLE:

Tabla 2

Resultados del cuestionario de diagnóstico IT-05 aplicado a la Gerencia General

Pregunta	Respuesta (Cita Textual)
1. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan actualmente en los procesos productivos, especialmente en las etapas de mezclado, molienda y envasado?	"La principal dificultad radica en la variabilidad de la materia prima, lo que ocasiona mermas por desgaste durante el proceso. Específicamente en la molienda y mezclado, la generación excesiva de material particulado (polvo) es crítica, lo cual complica también el control estricto del uso de Equipos de Protección Personal (EPP) por la incomodidad que genera al personal operativo."

Pregunta	Respuesta (Cita Textual)
<p>2. ¿Cómo describiría el nivel de orden y limpieza en las áreas de trabajo?</p> <p>¿Qué cambios cree que podrían implementarse para mantener un entorno más organizado y seguro?</p>	<p>"Considero que el nivel es aceptable dado que mantenemos rutinas diarias al finalizar el turno. Sin embargo, el desafío es pasar de una limpieza correctiva a una preventiva. Necesitamos reforzar mediante capacitación la cultura de 'limpieza sobre la marcha' y establecer controles de seguridad más rigurosos durante la operación, no solo al cierre de la jornada."</p>
<p>3.¿Usted considera que la empresa estaría dispuesta a implementar un sistema de gestión ambiental o de calidad como ISO 114001 o ISO 9001?</p> <p>¿Qué desafíos cree que enfrentan en este momento para lograrlo?</p>	<p>"Definitivamente existe la disposición, ya que entendemos que una certificación ISO nos otorgaría una ventaja competitiva y mayor confiabilidad ante el cliente. El mayor obstáculo actual no es técnico ni financiero, sino cultural; el desafío está en estandarizar nuestra metodología de trabajo, que actualmente depende mucho del criterio individual del personal."</p>

Nota: los datos provienen de la entrevista estructurada realizada para identificar barreras en la transición hacia un modelo de producción más limpia. (M. Idrovo, comunicación personal, marzo de 2025).

El análisis revela una coincidencia plena entre la percepción de la gerencia. La Gerencia General reconoce explícitamente que la "generación excesiva de material particulado (polvo)" y el desgaste de materia prima son los nudos críticos del proceso (M. Idrovo, comunicación personal, marzo de 2025).

Vale la pena destacar la visión de la gerencia: existe una disposición real para invertir en certificaciones ISO, entendiendo que estas otorgan competitividad en el mercado. No obstante, esta ambición choca con una barrera interna la operación actual depende excesivamente del juicio empírico de cada trabajador. Esto evidencia que el éxito de la PML no radicará solo en la tecnología, sino en la capacidad de estandarizar procesos y transformar la cultura de trabajo, pasando de un enfoque reactivo a uno preventivo.

Una vez analizada la percepción de la dirección, se procede a contrastar estos testimonios con la realidad operativa "a pie de máquina". Para ello, se aplica la Lista de Chequeo de Buenas Prácticas de Operación (IT-37), una herramienta de observación

directa diseñada para verificar si los procedimientos críticos cuentan con el soporte documental y técnico necesario.

A continuación, en la Tabla 3, se presentan los resultados de esta auditoría interna:

Tabla 3

Resultados de la auditoría IT-37: Control de los procesos

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
1.1. ¿Se tiene personal organizado para el control de los procesos?			X			Los obreros son encargados del control de los procesos.
1.2. ¿Están establecidas y comunicadas debidamente las funciones y responsabilidades del personal encargado del control de los procesos?			X			Al tener una producción por persecución mantienen un déficit en la comunicación dentro de los subordinados.
1.3. ¿Tienen notas y procedimientos de trabajo?					X	
1.4. ¿Elaboran informes diarios del trabajo?					X	
1.5. ¿Elaboran informes semanales de trabajo?					X	
1.6. ¿Elaboran informes mensuales de trabajo?					X	
1.7. ¿Tienen un sistema de instrucción de trabajos y su método?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
1.8. ¿Tienen criterios técnicos para los trabajos de proceso y otras normas técnicas?	X					
1.9. ¿Existen procedimientos para la elaboración/revisión/eeliminación de los criterios y de otras normas técnicas?	X					
1.10. ¿Existe manuales para manipular los procesos y se utilizan frecuentemente?					X	
1.11. ¿Existen métodos /sistemas de información y registro de procedimientos y medidas para situaciones anormales?	X					
1.12. ¿Existe un sistema para elaborar y controlar los datos de estudios técnicos?	X					

Análisis: La auditoría IT-37 reveló que procesos críticos en planta dependen del juicio empírico de operarios. Al no existir manuales formalizados por el Departamento Técnico, la estandarización de la mezcla queda sujeta a la experiencia individual y no a un protocolo institucional.

Tabla 4

Resultados de la auditoría IT-37: Control de equipos

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
2.1. ¿Hay personal encargado del control y mantenimiento de equipos?					X	

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
2.2. ¿Existen normas para hacer el mantenimiento donde se incluyan tipos de equipos y maquinaria, frecuencia y método de inspección de equipos etc.?					X	
2.3. ¿Se hace mantenimiento correctivo?					X	
2.4. ¿Se hace mantenimiento preventivo?					X	
2.5. ¿Se registra por escrito las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo?					X	
2.6. ¿Existe un programa para hacer mantenimiento donde aparezca su frecuencia y actividades previstas?	X					
2.7. ¿Se tienen determinadas los puntos de inspección en la comprobación diaria de equipos y en las labores de mantenimiento?	X					
2.8. ¿Se tiene determinado un método para llevar a cabo las inspecciones a equipos con su ruta de tareas?	X					
2.9. ¿Se tiene un método de inspección para el mantenimiento de cada tipo de instrumento de inspección?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
2.10. ¿Existen criterios técnicos y de otra índole para tomar la decisión de renovación de equipos y nuevas instalaciones?					X	

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis: Tras la inspección técnica se determinó que la infraestructura de MAPLE es robusta; sin embargo, el consumo energético por lote en molienda se debe a que el mantenimiento solo se ejecuta ante fallas críticas, omitiendo la limpieza preventiva de transformadores.

Tabla 5
Resultados de la auditoría IT-37: Control de mercadería

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
3.1. ¿Existe una organización de personal encargado del suministro y compra de mercadería?					X	
3.2. ¿Existe un área de la empresa encargada de inspeccionar la mercadería que compra la empresa?	X					
3.3 ¿Existen criterios técnicos (incluyendo la frecuencia) para hacer la inspección de recepción y de calidad de las mercaderías?	X					
3.4. ¿Se tienen y se aplican normas para el control de calidad de los proveedores?					X	

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
3.5. ¿Se tienen puntos de inspección de recepción?	X					
3.6. ¿Se tiene un método para los métodos de inspección?	X					Visual y se verifica en los POES.
3.7. ¿Se tiene la frecuencia establecida para los puntos de inspección?	X					
3.8. ¿Se conoce el porcentaje de rechazos o desaprobaciones de materia prima/materiales?	X					
3.9. ¿Se tienen procedimientos y medidas en el caso de rechazos?					X	Área de cuarentena
3.10. ¿Se tienen procedimientos y medidas en el caso de incidencia de rechazos?					X	
3.11. ¿Se tiene control de registros de los resultados de la inspección en la recepción?					X	
3.12. ¿Se tienen notas, volantes u otros documentos para especificar las compras?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
3.13. ¿Se respetan las condiciones de almacenamiento recomendadas por los proveedores de las materias primas?					X	
3.14. ¿Se almacenan las materias primas o grupos compatibles?					X	
3.15. ¿Se conserva limpia el área de almacenamiento?					X	
3.16. ¿Se verifican las fechas de expiración de las materias primas e insumos?					X	

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis: Aunque el proceso de recepción cuenta con la validación en Bodega, el análisis revela una dependencia crítica de criterios subjetivos (ítem 3.3). Al no existir parámetros técnicos por escrito para el rechazo de granos, la calidad de la materia prima que entra al molino queda a merced de la interpretación del momento. Además, la falta de una zonificación estricta por compatibilidad en el almacenamiento sugiere que la organización del espacio responde más a la urgencia de la "alta rotación" que, a un protocolo de seguridad, aumentando el riesgo de contaminación cruzada antes de que el producto llegue para su distribución.

Tabla 6*Resultados de la auditoría IT-37: Control de calidad de los productos*

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
4.1. ¿Hay personal organizado encargado de procesos de inspección relacionados con la producción inspección intermedia e inspección de productos terminados?	X					
4.2. ¿Existe un sistema de aseguramiento de la calidad?	X					
4.3. ¿Existe un sistema de control de la calidad?					X	Cuentan con un control visual al momento que llega la mercadería.
4.4. ¿Existen actividades para el control y aseguramiento de la calidad?			X			No tiene establecido un sistema de calidad ya que es visual y es realizado por una persona designada de la empresa el mismo que llena los POES.
4.5. ¿Tiene un <i>estatus</i> reconocido en la empresa la función de inspección y de calidad?			X			No tiene establecido un sistema de calidad ya que es visual y es realizado por una persona designada de la empresa el mismo que llena los POES.
4.6. ¿Existen puntos y características de inspección intermedia de proceso?	X					
4.7. ¿Existen métodos y criterios?			X			El personal se encuentra bastante tiempo laborando y ya conocen los estándares y como debe salir el producto.

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
4.8. ¿Existe un método para inspección con respecto a la calidad y eficiencia de los productos finales?			X			Los obreros se encargan de revisar.
4.9. ¿Existe un método y criterios para la inspección con respecto a la calidad y eficiencia de los productos finales?			X			Los obreros al conocer el producto entregan y dan su criterio final.
4.10. ¿Tienen equipo y aparatos para la inspección?	X					
4.11. ¿Tienen métodos de control y conservación de precisión para cada equipo/aparato para la inspección?	X					
4.12. ¿Conocen el estado de incidencia de los productos rechazados y sus causas?	X					
4.13. ¿Tienen manuales de inspección?					X	
4.14. ¿Tienen métodos de control, revisión y verificación de los manuales de inspección?	X					
4.15. ¿Tienen sistema de propuestas de mejoramiento y actividades por pequeños grupos?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
4.16. ¿Están aplicando en este momento un sistema de gestión? (por ejemplo, ISO9000, ISO 14000, responsabilidad integral, entre otros)	X					

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis: El sistema de calidad actual de MAPLE es profundamente reactivo y descansa casi exclusivamente en el "ojo experto" de los operarios. Si bien su experiencia es valiosa, la ausencia de métodos instrumentales (ítem 4.10) convierte a la calidad en un factor artesanal y no institucional. Esta falta de herramientas técnicas impide que desde el Departamento Técnico, pueda detectar desviaciones sutiles en la mezcla de forma proactiva, dejando la reputación de la empresa vulnerable a errores que solo se descubren cuando el cliente final reporta una insatisfacción.

Tabla 7
Resultados de la auditoría IT-37: Control de costo

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
5.1. Se conoce correctamente el requerimiento unitario de materias primas, fuerza motriz, mano de obra, etc. en la producción.					X	
5.2. ¿Se controla el costo por producto?					X	

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
5.3. ¿Las personas claves conocen correctamente el requerimiento unitario real y comparten las informaciones y datos concernientes a los problemas y alternativas?					X	

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis: En contraste con las debilidades operativas, la gestión de costos muestra una alineación satisfactoria entre el personal y los objetivos de rentabilidad. Existe una conciencia compartida sobre el valor de los insumos y la fuerza motriz, lo que se traduce en hábitos positivos como el apagado de iluminación innecesaria. Esta fortaleza indica que el equipo de MAPLE ya posee la disciplina financiera necesaria; solo requieren que esa misma rigurosidad se traslade, mediante manuales, al control técnico de la producción.

Tabla 8

Resultados de la auditoría IT-37: Gestión ambiental

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
6.1. ¿Tienen la organización una política ambiental?	X					
6.2. ¿La organización ha definido y documentado procedimientos para evaluar y registrar los aspectos ambientales más importantes?	X					
6.3. ¿Su organización ha definido y documentado sus objetivos y meta ambientales?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
6.4. ¿Su organización ha definido y documentado un plan de mejoramiento ambiental?	X					
6.5. ¿Su organización controla totalmente sus operaciones con respecto a la gestión ambiental?	X					
6.6. ¿La organización ha definido y documentado un adecuado archivo ambiental?	X					
6.7. ¿La organización permanente monitorea los impactos ambientales relevantes que resultan de sus actividades?	X					
6.8. ¿Tiene la organización, atribuciones y personal encargado de la protección ambiental?	X					
6.9. ¿La organización ha suministrado el entrenamiento adecuado al personal cuyo trabajo tiene asociado impactos ambientales importantes?	X					
6.10. ¿La organización ha definido y documentado un plan y procedimientos de auditoría del sistema de gestión ambiental?	X					

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
6.11 ¿La organización ha definido y documentado un plan de revisión del sistema de gestión ambiental para una revisión de la gestión interna?	X					

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis: La dimensión ambiental es, actualmente, el "punto ciego" en la estructura de MAPLE. La calificación nula en todos los indicadores documentales confirma que la sostenibilidad aún no ha sido integrada en la agenda de la Gerencia General ni en la supervisión técnica. Operativamente, esto significa que trabajan en un entorno donde los impactos como el polvo y el ruido se aceptan como "parte del oficio" y no como ineficiencias a gestionar. Esta carencia de políticas formales impide que los esfuerzos aislados de ahorro se conviertan en una ventaja competitiva real y sostenible para la empresa.

Con el fin de profundizar en las causas de las mermas identificadas en la etapa de recepción y almacenamiento, se aplicó **el instrumento IT-10 (Lista de chequeo de manejo de materiales)**. Esta herramienta permite evaluar si las ineficiencias responden a una falta de normativa o a fallos en la ejecución operativa.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Tabla 9

Tabla 9

Resultados de la auditoría IT-10: Lista de chequeo de manejo de materiales

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
Revisión de mercadería llegada					x	Realizan visualmente
Revisión de mercadería llegada de otras agencias					x	Para la adquisición de los productos se realiza una inspección previa a la compra y se adjunta en los POES.

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observaciones
Se aceptan mercadería en óptimas condiciones					x	
Condiciones de almacenamiento					x	
Se respetan las recomendaciones de los proveedores sobre el almacenamiento de la mercadería					x	Si mediante la calificación de los POES.
Se tiene personal capacitado para prevención de accidentes			x			No realizan capacitaciones constantes a personas que se encuentran en el área de producción sino más a los altos mandos.
Se conserva limpia el área de almacenamiento				x		Al tener una alta rotación de producción no mantiene un orden constante los obreros.
Se utilizan los dispositivos y equipos necesarios para evitar daños durante el almacenamiento					x	
Se verifican fechas de llegada de mercadería					x	
Se aplica el principio "lo primero que entra al almacén es lo primero que sale"					x	
Se mantiene las existencias de materias primas basados en las necesidades actuales de la empresa					x	

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados:

El análisis del instrumento IT-10 revela una dicotomía crítica en la gestión de MAPLE. En particular, la dimensión administrativa del inventario presenta un desempeño sobresaliente (calificado como "Total"). La empresa aplica correctamente principios logísticos como el sistema FIFO ("lo primero que entra es lo primero que sale"), verifica fechas y utiliza Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) para validar proveedores. Esto indica que la organización sabe teóricamente cómo gestionar sus materiales.

Sin embargo, las ineficiencias surgen en la dimensión humana y operativa, evidenciada en dos hallazgos calificados como "Parcial" y "Suficiente":

Desigualdad en la Capacitación: Se detectó que la formación en prevención de accidentes y manejo seguro se concentra en los "altos mandos", dejando al personal operativo con un déficit de conocimientos técnicos. Desde la perspectiva de PML, esto es un riesgo latente son los operarios de planta quienes manipulan físicamente los sacos y materias primas. Su falta de capacitación explica las mermas por rotura o derrame identificadas previamente en el diagrama de flujo.

Conflicto entre Producción y Orden: De acuerdo con los hallazgos registrados en la guía de observación del instrumento IT-10, se identificó que la alta rotación de materiales impide mantener un orden constante. Esto denota una barrera cultural clásica. La planta percibe el orden y la limpieza (Good Housekeeping) como actividades que compiten con la velocidad de producción, en lugar de verlas como parte del proceso productivo. Este desorden operativo es una causa raíz directa de la contaminación cruzada y la generación de residuos sólidos.

Subjetividad en el Control de Calidad: Aunque la revisión de llegada se califica alto, la observación aclara que se realiza "visualmente". La falta de instrumentación técnica para medir humedad o calidad del grano en la recepción implica que materias primas subestándar podrían estar ingresando al proceso, afectando el rendimiento final del balanceado.

2.3.2 Evaluación Cuantitativa: Eco-balances y Desempeño Ambiental

Una vez identificadas las barreras culturales y de gestión en la fase cualitativa, es imperativo contrastar estas percepciones con datos físicos. Si la evaluación anterior

explicó el "porqué" de las ineficiencias (causas raíz administrativas), esta sección se enfoca en determinar el "cuánto" (magnitud física y económica de las pérdidas).

Para ello, se aplica el enfoque de Eco-balanza, herramienta analítica de gestión ambiental que permite cuantificar los flujos de materiales y energía mediante un balance de masa sistemático. Bajo esta metodología, se concibe a la planta de MAPLE como un sistema termodinámico donde los recursos que ingresan deben transformarse eficientemente en producto terminado; por consiguiente, cualquier consumo o residuo que no agregue valor es clasificado como una pérdida técnica y financiera. A continuación, se presentan las mediciones realizadas, priorizando el vector energético debido a su incidencia crítica en la estructura de costos operativos.

Distribución de costos y consumo (IT-13)

El análisis previo del flujo de proceso evidenció que etapas críticas como la molienda y el mezclado dependen intensivamente de la fuerza motriz. Para cuantificar este impacto y determinar dónde se concentran las mayores oportunidades de ahorro, se aplicó el Instrumento de Trabajo IT-13.

Esta matriz desglosa el consumo energético por etapa productiva, asignando un costo proporcional basado en la potencia nominal de los equipos y sus tiempos reales de operación por lote de producción.

Tabla 10

Distribución de costos y consumo energético por etapa productiva (IT-13)

Etapa del proceso de Producción	Equipo	Fuente de Energía	Consumo por periodo (tiempo/lote)	% del Consumo Total	Costo de la Energía (\$)	Parte del Costo Total (%)
Almacenamiento de producto	Tolvas	Medidor	25 min	10%	\$10,47	10%
Muele la materia prima	Molinos	Medidor	25 min	25%	\$26,18	25%
Mezcla toda la materia prima	Mezcladora	Medidor	25 min	20%	\$20,95	20%
Despacha la mezcla	Elevadores	Medidor	25 min	15%	\$15,71	15%
Sellado del producto	Cosedoras	Medidor	30 min	20%	\$20,95	20%

Salida del producto de la mezcladora	Balanzas	Medidor	5 seg	10%	\$10,47	10%
TOTAL				100%	\$104,74	100%

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados: Focos de ineficiencia energética El análisis de la matriz energética revela una clara concentración del consumo en el núcleo de la transformación física. La etapa de Molienda representa el rubro más alto con un 25% del costo total, seguida inmediatamente por el Mezclado y el Sellado (20% cada una).

Desde la perspectiva de la PML, estos datos arrojan dos conclusiones críticas:

Correlación Ruido-Gasto: Al ser la molienda la etapa de mayor consumo (\$26,18 por lote), las ineficiencias mecánicas detectadas anteriormente (ruido >85 dB y vibración excesiva) tienen una penalización económica directa. Un molino que vibra está disipando energía eléctrica en forma de energía mecánica inútil, inflando el costo de esta etapa.

Ineficiencia en el Sellado: Resulta técnicamente desproporcionado que el proceso de "Sellado del producto" (uso de cosedoras) represente el 20% del costo total, igualando a la Mezcladora. Esto sugiere tiempos muertos excesivos donde las máquinas permanecen encendidas en vacío mientras los operarios esperan el llenado de los sacos, generando un consumo fantasma significativo.

Revisión de los sistemas de distribución (IT-20)

Una vez identificado dónde se gasta la energía, se procedió a evaluar cómo se gestiona la infraestructura eléctrica que la suministra. El instrumento IT-20 (Lista de chequeo) permitió auditar el estado físico y las prácticas de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

Tabla 11*Resultados de la auditoría IT-20: Revisión de los sistemas de distribución eléctrica*

Aspecto a evaluar	No cumple	Mínimo	Parcial	Suficiente	Total	Observación
¿Se cuenta con un programa de mantenimiento para detectar y corregir conexiones flojas, inadecuadas, particularmente en sitios expuestos a vibraciones y dilataciones térmicas?			X			No presentan un programa para las maquinarias, no realizan cuando presentan algún daño.
¿Se han eliminado fallas de tierras?	X					
¿Se ha limitado al mínimo las fluctuaciones de voltaje, especialmente las asociadas a los equipos conectados al sistema?					X	
¿Se realiza periódicamente la limpieza de los transformadores ?	X					
¿Se evita sobrecargar los transformadores?					X	
¿Se apaga y se desenchufa todos los equipos que no se estén utilizando?	X					

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados: Los resultados del IT-20 confirman la hipótesis central del diagnóstico, MAPLE cuenta con una infraestructura robusta, pero carece de una gestión técnica adecuada.

Estabilidad del Suministro: Las calificaciones en "Total" respecto a las fluctuaciones de voltaje y la sobrecarga de transformadores indican que la calidad de la energía entrante es óptima. El problema no es la red externa ni la capacidad instalada.

Gestión Deficiente (Causa Raíz): Se identifican fallas operativas graves marcadas en "No cumple" y "Parcial" que explican el alto consumo visto en el IT-13.

Mantenimiento Reactivo: La observación "no realizan [mantenimiento] hasta que presentan algún daño" es crítica. En equipos de alto torque como los molinos, la falta de apriete de conexiones y revisión de rodamientos aumenta la resistencia eléctrica y el consumo por fricción.

Factor Térmico: La falta de limpieza en los transformadores y la existencia de fallas a tierra generan pérdidas por efecto Joule (calor), desperdiciando energía antes de que llegue a la máquina.

Cultura Operativa: El hallazgo de que "no se apagan los equipos que no se están utilizando" valida la sospecha sobre el alto costo en el área de sellado: existe un consumo improductivo normalizado por la falta de procedimientos de apagado.

Registro y Valorización de Residuos Sólidos (IT-21)

Finalmente, el diagnóstico cuantitativo abordó la generación de residuos físicos. A diferencia de la energía, la cual se disipa térmicamente, los residuos sólidos poseen una naturaleza tangible y ocupan volumen en planta, lo que deriva en costos de gestión, manipulación y almacenamiento. Para este análisis, se empleó el instrumento IT-21, una matriz de caracterización de residuos diseñada para registrar sistemáticamente la tipología, el volumen de generación y el flujo de disposición final en el proceso de envasado. Este instrumento permite determinar el índice de criticidad de cada desecho y evaluar su potencial de reincorporación al ciclo productivo bajo principios de economía circular.

Tabla 12*Registro y valorización de residuos sólidos identificados en el proceso (IT-21)*

No.	Tipo de Residuo	Origen	Costo original de adquisición del residuo	Cantidad periodo de tiempo	Disposición final reaprovechamiento	Costo de disposición por período de tiempo
1	Saco de polipropileno	Empaque de materia prima	\$0,50 (por saco)	100 sacos/mes	Reutilización interna para el ensacado.	\$0,20
2	Hilo de poliéster Blanco	Proceso de cerrado de sacos	\$10 (por 1kg de hilo)	1 rollo/mes	Reutilización interna (Guaípe Blanco)	\$0,05

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados: Economía circular incipiente vs. Ineficiencia técnica El análisis de los residuos sólidos presenta un escenario diferente al energético, caracterizado por una gestión de "recuperación empírica":

Circularidad Empírica (Sacos): La empresa recupera 100 sacos mensuales provenientes de la materia prima para reincorporarlos al proceso de ensacado final. Si bien esto reduce la compra de insumos nuevos (ahorro financiero), desde la óptica de la PML representa un riesgo de calidad si no existe un proceso de sanitización certificado. El costo de disposición de \$0,20 sugiere que existe un retrabajo manual para acondicionar estos sacos, lo cual es un costo oculto de mano de obra.

Confirmación del Cuello de Botella en Sellado: El hallazgo más relevante es la generación de residuos de "Hilo de poliéster" que terminan usándose como "Guaípe" (trapo de limpieza).

El hecho de que se desperdicie material de costura confirma el diagnóstico energético del IT-13, donde la etapa de "Sellado" consumía el 20% de la energía total.

Esto valida triangularmente el problema, la máquina cosedora no solo consume exceso de electricidad (posiblemente por tiempos muertos o atascamientos), sino que también genera mermas físicas de hilo. Esto apunta a una descalibración del equipo que requiere intervención mecánica inmediata.

2.4 Análisis y Síntesis de Resultados

2.4.1 Síntesis del Diagnóstico: Inventario de Emisiones y Residuos

Tras evaluar los vectores de energía y materiales de forma individual, se procedió a consolidar los hallazgos en una matriz unificada. El objetivo de este inventario es visualizar la relación causa-efecto entre las entradas del proceso (insumos) y las salidas no deseadas (residuos y emisiones), identificando las causas raíz desde la óptica de la PML.

Tabla 13

Síntesis del diagnóstico: Inventario de emisiones y residuos de la planta MAPLE

Etapa del Proceso	Entrada (Insumos)	Residuo / Emisión	Cantidad (Unidades/KG)	Efecto en la Capacidad (Falta de Producto)	Causa Raíz (Oportunidad PML)	Disposición Final / Destino
Recepción de Insumos	Materias primas en sacos	Sacos vacíos (Sólido)	100 unidades	Obstrucción de vías de tránsito y retraso en carga.	Falta de organización	Reciclaje externo / Venta a terceros.
Mezcla	Micropartículas de materia prima	Polvo suspendido (Emisión)	N/A	Pérdida de rendimiento; el producto no llega al envase.	Falta de sistemas de captación de polvo.	Emisión al aire (sin filtro) / Pérdida económica.
Procesado	Energía eléctrica	Ruido elevado >85 dB	N/A	Paradas por fatiga auditiva o fallas mecánicas ocultas.	Desgaste de piezas	Dispersión ambiental en planta y oficinas.
Envasado y Sellado	Producto terminado y empaques	Hilos de poliéster (Sólido)	10 KG	Atascamiento en máquinas selladoras; demora entregas.	Contaminación en la planta	Basurero común (actualmente en la planta).

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados: La matriz de inventario permite concluir que las ineficiencias de MAPLE no son aisladas, sino sistémicas. Se destacan dos hallazgos críticos:

Impacto en la Capacidad Productiva: Los residuos no son solo un problema ambiental, sino operativo. La "obstrucción de vías" por sacos vacíos y la "pérdida de rendimiento" por polvo en suspensión reducen la velocidad del flujo productivo.

Causa Raíz Recurrente: La columna de causa raíz evidencia que la mayoría de los problemas derivan de la falta de tecnología de control (captación de polvo) y, sobre todo, de la falta de organización. Esto refuerza la necesidad de una intervención que combine mejoras tecnológicas con estandarización de procedimientos.

2.4.2 Priorización de Problemas: Análisis de Pareto

Tras identificar las ineficiencias, se procedió a monetizar cada pérdida para priorizar la intervención en los puntos de mayor impacto financiero. Mediante el análisis de Pareto, se determinó qué procesos críticos requieren atención inmediata para optimizar el flujo de caja de la planta.

Tabla 14

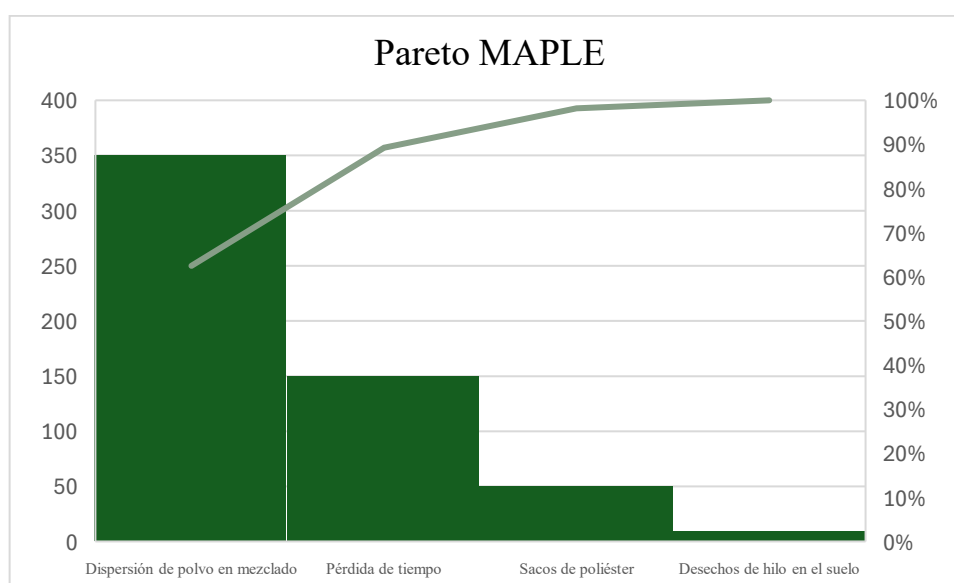
Priorización de problemas: Análisis de Pareto de pérdidas económicas

Problema	Impacto (\$)	%	% Acumulado
Dispersión de polvo en mezclado	350	62,50%	62.5%
Pérdida de tiempo	150	26,79%	89.3%
Sacos de poliéster	50	8,93%	98.2%
Desechos de hilo en el suelo	10	1,79%	100,00%
Total	560	100,00%	100,00%

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Figura 8

Diagrama de Pareto para la priorización de ineficiencias en MAPLE



Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

Análisis de Resultados: La valorización económica de las pérdidas es contundente. Como se observa en la tabla 14, la "Dispersión de polvo en mezclado" representa por sí sola el 62,50% del impacto económico total (\$350 mensuales), constituyéndose en el problema "Vital".

Al sumar el segundo rubro, "Pérdida de tiempo" (\$150, asociado a paradas y tiempos muertos energéticos), se alcanza el 89,3% de las pérdidas totales acumuladas. Finalmente, la propuesta de PML (Capítulo 3) debe centrarse prioritariamente en optimizar la etapa de Mezclado (para recuperar ese polvo valioso) y en estandarizar tiempos (para reducir el consumo energético ocioso). Atacando estos dos frentes, se solucionará casi el 90% del problema financiero actual.

2.4.3 Estrategia de Mejora: Matriz CAME

Si bien el Diagrama de Pareto permitió identificar qué problemas atacar prioritariamente (la dispersión de polvo y los tiempos improductivos), es necesario definir cómo abordarlos considerando el contexto organizacional de MAPLE. No basta con proponer soluciones técnicas aisladas; estas deben ser viables dentro de la cultura y capacidad actual de la empresa.

Para ello, se cruzaron los hallazgos del diagnóstico interno (Debilidades y Fortalezas) con el análisis del entorno (Amenazas y Oportunidades) utilizando la Matriz CAME. Esta herramienta estratégica tiene como objetivo transformar el diagnóstico en líneas de acción concretas: Corregir las debilidades, Afrontar las amenazas, Mantener las fortalezas y Explotar las oportunidades.

Tabla 15

Matriz CAME: Estrategias de reorientación y supervivencia para la gestión operativa y de suministros

CORREGIR (Debilidades)	Estrategias de Reorientación	AFRONTAR (Amenazas)	Estrategias de Supervivencia
Dependencia del juicio empírico de los operarios en la mezcla.	Formalizar Procedimientos Operativos Estándar (POE) para las etapas críticas, garantizando la repetibilidad de la fórmula y reduciendo errores operativos.	Altos costos operativos por mantenimiento reactivo y fallas mecánicas.	Migrar a un plan de mantenimiento preventivo enfocado en eficiencia energética (limpieza de transformadores) para reducir el consumo fantasma y el ruido.

Brecha de capacitación entre mandos altos y personal operativo.	Ejecutar programas de formación en limpieza sobre la marcha para operarios, reduciendo el 62,5% de pérdidas por dispersión de material.	Gestión ambiental nula y riesgos de sanciones legales futuras.	Implementar un sistema de KPIs ambientales (kWh/ton y kg/meses recuperados) para asegurar una gestión proactiva basada en datos reales.
MANTENER (Fortalezas)	Estrategias Defensivas	EXPLOTAR (Oportunidades)	Estrategias de Ofensiva
Calidad nutricional consolidada y fidelidad del mercado local.	Blindar la ventaja competitiva mediante el control riguroso de insumos y la institucionalización de manuales de funciones para el personal de planta.	Potencial de recuperación de activos económicos en la mezcladora.	Instalar sistemas de confinamiento para recuperar \$350 mensuales de polvo, logrando que la inversión de \$450 se pague en menos de un mes.
Ubicación estratégica y cercanía con productores de San Joaquín.	Mantener la flexibilidad logística y fortalecer la supervisión de bodega para asegurar que el sistema FIFO se cumpla sin generar mermas físicas.	Tendencia de mercado hacia la sostenibilidad agroindustrial.	Desarrollar el "Sello de Eficiencia MAPLE", posicionando a la empresa como líder en producción limpia y responsabilidad ambiental en la región.

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

La Matriz CAME revela que la intervención en MAPLE no puede ser unidimensional. Las estrategias definidas trazan tres ejes de actuación que estructurarán la propuesta técnica del siguiente capítulo:

Eje de Formalización (Estrategia de Reorientación): Se ha identificado que la "falta de procesos estandarizados" es la debilidad crítica que permite el desperdicio. Por tanto, la primera acción correctiva no será tecnológica, sino organizativa: el diseño de manuales de funciones y procedimientos. Sin esta base documental, cualquier mejora técnica en la mezcla sería insostenible.

Eje de Eficiencia Operativa (Estrategia Ofensiva): Se aprovechará la oportunidad de la "Producción Más Limpia" para atacar el problema del polvo en el mezclado (detectado en el Pareto). Al minimizar este desperdicio, la empresa no solo reducirá costos, sino que podrá explotar comercialmente una imagen de "responsabilidad ambiental" en el mercado rural.

Eje de Continuidad (Estrategia Defensiva): Se busca blindar el conocimiento técnico ("know-how") del propietario mediante la capacitación de mandos medios,

asegurando que la calidad del producto la mayor fortaleza de la empresa no dependa exclusivamente de la supervisión gerencial.

El diagnóstico integral realizado valida la hipótesis de investigación: MAPLE es una empresa con un producto sólido y mercado estable, pero cuya rentabilidad está siendo erosionada por una gestión operativa empírica. Las mediciones evidencian que el 89% de las pérdidas económicas se concentran en la etapa de mezclado (mermas de materia prima) y en ineficiencias energéticas por falta de mantenimiento.

CAPÍTULO 3

3 PROPUESTA DE MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MAPLE

3.1 Alternativas de Producción Más Limpia

La implementación de PML en MAPLE busca corregir las fallas detectadas en el balance de masa y energía. El objetivo central es recuperar la rentabilidad perdida por mermas de materia prima y consumos eléctricos innecesarios identificados en el diagnóstico.

Las alternativas propuestas buscan transformar el know-how empírico en procesos estandarizados, priorizando acciones preventivas sistemáticas sobre el enfoque correctivo actual. Cada alternativa se estructura bajo la lógica de: i) problema identificado, ii) ausencia de controles preventivos, iii) solución estratégica y iv) indicadores de desempeño (KPIs) para su monitoreo.

3.1.1 Optimización Preventiva en la Recepción y Almacenamiento de Materias Primas

La fase de recepción y almacenamiento constituye el primer nodo crítico dentro de la cadena de valor de MAPLE, donde la integridad de los insumos condiciona la eficiencia de las etapas posteriores. Desde la perspectiva de la Producción Más Limpia, la optimización en este punto no solo busca la eficacia logística, sino la prevención en la fuente mediante el control riguroso de las mermas materiales. El fortalecimiento de los protocolos operativos en esta área permite mitigar los impactos económicos derivados de la pérdida de materia prima y reducir la generación de residuos sólidos antes de su ingreso al proceso de transformación.

Problema identificado: Mermas por manipulación manual y rotura de sacos que representan una pérdida directa de inventario antes de iniciar la transformación.

Falla en el control preventivo: Actualmente, la gestión se limita a limpiezas correctivas y un almacenamiento condicionado por el espacio disponible, sin protocolos formales de descarga o apilamiento técnico.

Solución propuesta: Se propone la ejecución de un POE de recepción bajo la supervisión de Bodega, centrado en la eliminación de obstáculos en las vías de tránsito. Esto permitirá que distribución optimice el flujo logístico de carga y descarga, reduciendo el riesgo de rotura de sacos que actualmente genera mermas innecesarias.

KPIs asociados: Porcentaje de merma en la recepción, costo mensual de pérdidas por derrames y número de incidentes de rotura de sacos.

3.1.2 Mejora de la Eficiencia Energética y Control Preventivo en la Etapa de Molienda

Problema identificado: Consumo energético elevado (25% del costo total de energía), acompañado de niveles críticos de ruido y vibración que evidencian ineficiencia mecánica.

Falla en el control preventivo: La empresa opera bajo un esquema de mantenimiento reactivo ("reparar cuando algo falla"), lo que provoca paradas no programadas y un consumo fantasma por fricción excesiva en equipos desalineados.

Solución propuesta: Ejecución de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en la eficiencia energética (ajuste de conexiones, lubricación y limpieza de transformadores), complementado con protocolos de apagado de equipos inactivos para eliminar el consumo ocioso.

KPIs asociados: Consumo energético por tonelada molida (kWh/ton), número de paradas no programadas y nivel de ruido (dB).

3.1.3 Prevención de Pérdidas de Material Particulado en la Etapa de Mezclado

Problema identificado: Dispersión masiva de polvo que representa el 62,5% del impacto económico total de las pérdidas de la planta (\$350/mes).

Falla en el control preventivo: No se dispone de mecanismos de contención; la gestión es puramente reactiva, realizando limpiezas al final de la jornada cuando el material ya se ha perdido en el ambiente.

Solución propuesta: Adopción del principio de "limpieza sobre la marcha" e instalación de sistemas de confinamiento de bajo costo en puntos críticos de descarga. Administrativamente, esto se define como una estrategia de recuperación de activos, entendiendo que el polvo recuperado es producto terminado facturable.

KPIs asociados: Cantidad de material particulado recuperado (kg/mes), frecuencia de limpiezas correctivas y percepción de la calidad del aire.

3.1.4 Minimización de Residuos Sólidos en la Etapa de Envasado

Problema identificado: Generación recurrente de residuos inorgánicos (restos de hilos y sacos dañados) que, aunque parecen marginales, denotan ineficiencias técnicas acumuladas.

Falla en el control preventivo: Ausencia de una calibración programada de las máquinas cosedoras, lo que deriva en una gestión centrada únicamente en la recolección de desperdicios.

Solución propuesta: Implementación de un programa de calibración periódica de equipos de sellado y capacitación técnica específica para operarios. El enfoque administrativo busca visibilizar el impacto económico de estos residuos para facilitar decisiones de inversión en mejores insumos o repuestos.

KPIs asociados: Residuos de envasado generados (kilogramo), porcentaje de sacos rechazados y costo mensual asociado a residuos de envasado.

3.2 Indicadores de gestión ambiental y productiva

Desde la perspectiva de la Administración de Empresas, los indicadores (KPIs) aquí definidos funcionan como un sistema de alerta temprana para detectar desviaciones en el uso de recursos y asegurar la rentabilidad del modelo de PML. Cada métrica asigna una responsabilidad clara dentro del organigrama de MAPLE, garantizando la viabilidad operativa de la propuesta.

La asignación de responsables se realizó considerando la estructura organizacional real de MAPLE, de acuerdo con su organigrama vigente, con el fin de asegurar la viabilidad operativa del modelo de PML propuesto.

3.2.1 Indicadores para la Recepción y Almacenamiento de Materias Primas

Estos indicadores buscan blindar la cadena de valor desde el ingreso de insumos, visibilizando el impacto económico de las mermas por manipulación inadecuada.

Tabla 16

Indicadores de desempeño para la gestión de recepción y almacenamiento

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de merma en la recepción	Medir la pérdida de activos durante la descarga.	$\frac{\text{Materia prima recibida}}{\text{Merma}} \times 100$	%	Mensual	Encargado de Bodega
Costo mensual de pérdidas por derrames	Cuantificar el impacto económico de las mermas	Merma (kg) X Costo unitario	USD/mes	Mensual	Departamento administrativo
Frecuencia de rotura de sacos	Identificar fallas en la ejecución operativa del personal.	Conteo de incidentes registrados	Nº	Mensual	Encargado de bodega

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

3.2.2 Indicadores de Eficiencia Energética y Control Operativo en la Etapa de Molienda

Orientados a evaluar el rendimiento de la maquinaria crítica y el impacto del mantenimiento preventivo en la estructura de costos fijos (energía).

Tabla 17

Indicadores de Eficiencia Energética y Control Operativo

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Eficiencia energética por tonelada	Evaluar la rentabilidad energética del proceso.	$\frac{\text{Consumo electrico (kWh)}}{\text{Toneladas molidas}}$	kWh/ton	Mensual	Producción - Departamento Técnico Operativo
Tasa de paradas no programadas	Medir la estabilidad operativa y evitar cuellos de botella.	Conteo de paradas no planificadas	Nº	Mensual	Departamento Técnico Operativo – Representante Técnico

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Nivel de ruido operativo	Controlar la salud ocupacional y el desgaste mecánico.	Medición promedio en zona de molienda	dB	Trimestral	Departamento Técnico Operativo – Representante Técnico

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

3.2.3 Indicadores para el Control de Material Particulado en la Etapa de Mezclado

Estos KPIs permiten monitorear la efectividad de la recuperación de activos (polvo), impactando directamente en el rendimiento final del balanceado.

Tabla 18

Indicadores para el control de material particulado en la etapa de mezclado

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Material particulado recuperado	Cuantificar la recuperación de producto facturable.	Pérdidas estimadas antes - Pérdidas reales	kg/mes	Mensual	Producción – Departamento Técnico Operativo
Frecuencia de limpiezas correctivas	Medir el grado de orden y prevención operativa.	Número de limpiezas no programadas	Nº	Mensual	Producción – Departamento Técnico Operativo
Clima laboral (Calidad del aire)	Evaluar la mejora en las condiciones de trabajo.	Promedio de encuestas internas	Escala Likert	Semestral	Departamento Administrativo

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

3.2.4 Indicadores Para la Minimización de Residuos en la Etapa de Envasado

Buscan optimizar el uso de insumos de empaque y reducir el costo de disposición final de residuos sólidos.

Tabla 19

Indicadores para la minimización de residuos en la etapa de envasado

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Intensidad de residuos de envasado	Medir la cantidad de residuos por unidad producida	$\frac{\text{Residuos}}{\text{Producto terminado}}$	kg	Mensual	Producción – Departamento Técnico Operativo

Indicador	Objetivo	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de sacos rechazados	Evaluar la calidad del sellado y el desperdicio de empaque.	$\frac{\text{Sacos Rechazados}}{\text{Total Sacos}} \times 100$	%	Mensual	Producción – Departamento Técnico Operativo
Costo por ineficiencia de envasado	Cuantificar el dinero perdido en insumos de empaque.	Residuos (kg) X Costo unitario	USD/mes	Mensual	Departamento Administrativo

Nota: Obtenido de MAPLE (2025).

La implementación de este sistema de indicadores facilita el monitoreo del desempeño ambiental y productivo de MAPLE, permitiendo que la gerencia identifique desviaciones de forma oportuna y fortalezca una cultura de mejora continua basada en datos reales .

3.3 Estrategias para la Implementación Del Modelo de PML

La viabilidad del modelo de PML en MAPLE depende de una ejecución estructurada que trascienda el cambio técnico y se integre en la cultura organizacional. A diferencia de modelos tradicionales basados en grandes inversiones de capital, esta estrategia se fundamenta en la optimización de procesos, el control de gestión y el fortalecimiento del talento humano.

3.3.1 Estrategia de Implementación Progresiva

Se propone un despliegue en tres fases secuenciales, diseñado para minimizar el riesgo operativo y facilitar la curva de aprendizaje del personal:

Fase I: Alineación Estratégica y Preparación (Mes 1): Inicia con la socialización del modelo por parte de la Gerencia General para asegurar el respaldo institucional. En esta etapa se validan los KPIs y se asignan formalmente las responsabilidades a cada área.

Fase II: Despliegue Operativo y Control (Meses 2-4): Se activan los Procedimientos Operativos Estándar (POE) en la recepción, el plan de mantenimiento preventivo en molienda y los sistemas de confinamiento en mezclado. El registro de indicadores es diario para permitir ajustes en tiempo real.

Fase III: Consolidación y Mejora Continua (Mes 5 en adelante): Consolidación y Mejora Continua (Mes 5 en adelante): Basada en la auditoría de resultados, se institucionalizan las prácticas de mayor impacto económico. Como estrategia de diferenciación competitiva, esta fase contempla la creación del "Sello de Eficiencia MAPLE", un distintivo de calidad y responsabilidad ambiental que será comunicado formalmente a la red de distribuidores mayoristas. El objetivo es transformar los logros operativos en un activo reputacional que fortalezca la fidelidad del cliente y posicione a la marca como líder en sostenibilidad en el Austro ecuatoriano.

3.3.2 Asignación de Responsabilidades Para la Gestión del Modelo

Para asegurar la ejecución, se utiliza la estructura organizacional vigente, evitando la creación de burocracia innecesaria:

- **Gerencia General:** Actúa como ente articulador, responsable de la supervisión global y la toma de decisiones estratégicas basadas en el ahorro generado.
- **Departamento Técnico Operativo:** Responsable de la eficiencia técnica de los equipos y la supervisión del mantenimiento preventivo.
- **Personal de Producción:** Ejecutores directos de las prácticas de PML en planta y responsables del registro de KPIs operativos.
- **Encargado de Bodega:** Responsable de la integridad de los insumos y la aplicación del POE de recepción para mitigar mermas.
- **Departamento Administrativo:** Rol transversal para la consolidación financiera de los datos, permitiendo medir el retorno de inversión (ROI) del modelo.

3.3.3 Análisis de Recursos y Factibilidad Económica (ROI)

La implementación del modelo demanda recursos mínimos, concentrados en capacitación y adecuaciones básicas, lo que garantiza una alta rentabilidad.

Tabla 20

Detalle de recursos e inversión estimada para la implementación del modelo de PML

Categoría	Detalle	Inversión Estimada (USD)	Ahorro Mensual Proyectado (USD)
Recursos Humanos	Capacitación en 5S y técnicas de PML	150	

Categoría	Detalle	Inversión Estimada (USD)	Ahorro Mensual Proyectado (USD)
Infraestructura	Kits de limpieza y sistemas de confinamiento	200	
Operación	Mantenimiento preventivo inicial de equipos	100	
Total de la inversión		450	
Ahorro mensual	Recuperación de material y eficiencia energética		560
<i>Payback</i> (PRI)	Periodo de Recuperación de la Inversión	0,80 meses	< 1 mes

Nota: Los valores son estimaciones basadas en costos de mercado local para materiales básicos de ferretería y mano de obra propia.

Este análisis demuestra que el modelo es autofinanciable desde el primer mes de operación, convirtiéndose en una decisión administrativa de bajo riesgo y alto impacto.

3.3.4 Articulación de Indicadores y Ciclo de Mejora Continua

Los indicadores definidos en el apartado 3.2 no son metas estáticas, sino herramientas de gestión. Se establece una Revisión Mensual de Eficiencia, donde los responsables operativos presentan los resultados a Gerencia para identificar nuevas oportunidades de ahorro. Esta dinámica asegura que el enfoque preventivo se mantenga vigente y MAPLE evolucione hacia una gestión basada en datos reales.

3.3.5 Cierre del Modelo Propuesto

El modelo de PML propuesto para MAPLE cierra el ciclo de investigación al demostrar que es posible armonizar la productividad con la sostenibilidad. Las ineficiencias detectadas que no respondían a falta de tecnología, sino a fallas en la gestión preventiva son corregidas mediante estrategias viables y económicamente atractivas. En conclusión, la aplicación de este modelo posiciona a MAPLE como una empresa líder en eficiencia agroindustrial en el Austro ecuatoriano, sentando las bases para una competitividad sostenible a largo plazo.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió determinar que la adopción de un modelo de Producción Más Limpia (PML) en la empresa MAPLE no representa únicamente un compromiso con la sostenibilidad ambiental, sino que constituye una estrategia financiera de alto impacto para la recuperación de la rentabilidad. A través del análisis del marco teórico, se constató que la transición desde una gestión de "final de tubo" hacia una cultura de prevención sistemática es el camino más eficiente para que las organizaciones agroindustriales del Austro ecuatoriano desacoplen su crecimiento económico de la degradación de recursos. Se concluye que la PML, al alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 12, funciona como un catalizador de competitividad que transforma los residuos anteriormente vistos como basura en activos recuperables que optimizan la estructura de costos operativos.

Asimismo, el estudio teóricamente fundamentado resalta que las barreras para implementar estas estrategias en el contexto de las PYMES locales son, en su mayoría, de carácter cognitivo y cultural antes que tecnológicas. La dirección de MAPLE debe comprender que la eficiencia energética y el ahorro de materiales no requieren necesariamente de inversiones de capital masivas, sino de una reevaluación creativa de los procesos actuales y de un cambio en la actitud de la gestión estratégica. De este modo, el marco teórico validó que la sostenibilidad es, en esencia, la forma más inteligente de administrar un negocio en un mercado globalizado que penaliza la ineficiencia y premia la responsabilidad ambiental.

Respecto al diagnóstico situacional, la aplicación de herramientas mixtas reveló una brecha crítica entre la solidez administrativa de la empresa y su ejecución operativa, la cual depende excesivamente del juicio empírico de los trabajadores. Se concluye que la falta de manuales formalizados y la ausencia de una cultura de "limpieza sobre la marcha" son las causas raíz que permiten la persistencia de mermas por manipulación y desorden en planta. A pesar de contar con una infraestructura robusta y una gestión de inventarios eficiente bajo el sistema FIFO, la subjetividad en el control de calidad visual impide que la organización alcance estándares de excelencia operativa.

Los resultados cuantitativos del diagnóstico fueron contundentes al monetizar las ineficiencias, identificando mediante el análisis de Pareto que el 89,3% de las pérdidas económicas se concentran en solo dos focos: la dispersión de polvo en el mezclado y los tiempos improductivos de energía. Se determinó que la etapa de mezclado representa, por sí sola, el 62,5% del impacto financiero negativo, lo que equivale a \$350 mensuales que se pierden literalmente en el aire por falta de sistemas de captación. Estos hallazgos confirman que la planta opera bajo un esquema de mantenimiento reactivo que infla los costos energéticos, especialmente en molienda y sellado, donde el ruido y la fricción excesiva son indicadores físicos de dinero desperdiciado.

En cuanto a la propuesta del modelo, se concluye que la implementación de estrategias preventivas enfocadas en la estandarización de procesos y el control mediante KPIs es una decisión administrativa altamente rentable y de bajo riesgo. La propuesta de optimizar la recepción de materias primas y establecer planes de mantenimiento preventivo permitirá a MAPLE transitar hacia una gestión basada en datos reales, eliminando la dependencia del "ojo experto" de los operarios. Al asignar responsabilidades claras y establecer indicadores como la "eficiencia energética por tonelada" o el "material particulado recuperado", la empresa asegura la viabilidad técnica y económica del modelo de PML a largo plazo.

Finalmente, el análisis de factibilidad económica demuestra la potencia del modelo propuesto, el cual requiere una inversión mínima de \$450 que se recupera íntegramente en un periodo de tan solo 0,8 meses. Se concluye que el modelo es plenamente autofinanciable, ya que el ahorro mensual proyectado por la reducción de desperdicios y la eficiencia energética supera el costo de su implementación desde el primer ciclo de operación. Esta investigación cierra demostrando que, para MAPLE, producir de forma limpia no es solo un imperativo ético, sino el mecanismo financiero más efectivo para consolidarse como líder agroindustrial en la región, sentando las bases para futuras certificaciones internacionales de calidad.

RECOMENDACIONES

Para asegurar la ejecución efectiva del modelo propuesto, se recomienda a la gerencia de MAPLE establecer un liderazgo activo que promueva la transición hacia la sostenibilidad como un objetivo prioritario dentro de la planificación estratégica. Es esencial que la implementación no se perciba como un proyecto aislado, sino como una reforma integral de los procesos operativos que involucre a todas las áreas de la organización. Para ello, se sugiere la creación de un comité interno de ecoeficiencia encargado de coordinar las acciones de Producción Más Limpia (PML), asegurando que cada departamento tenga metas claras y que la comunicación fluya de manera transversal.

Resulta imperativo diseñar y ejecutar programas de capacitación continua para todo el personal de la planta y las áreas administrativas, con énfasis en el personal operativo que manipula directamente los materiales. El conocimiento técnico sobre la optimización de recursos y la gestión de desechos debe estar al alcance de todos los colaboradores, ya que son ellos quienes operan el modelo en el día a día y pueden detectar ineficiencias en tiempo real. Fomentar una cultura de mejora continua permitirá que el personal se empodere y proponga soluciones dinámicas que ajusten el modelo de PML a las nuevas realidades de la producción industrial en el Austro.

Se recomienda establecer un sistema sólido de indicadores de gestión (KPIs) ambientales y económicos que permitan monitorear el progreso de las medidas implementadas, tales como el porcentaje de merma en la recepción o el consumo de energía por tonelada. La toma de decisiones en MAPLE debe basarse en datos precisos sobre el uso de recursos y la generación de residuos, comparándolos periódicamente con los ahorros generados en los costos operativos. Este seguimiento riguroso no solo validará la rentabilidad del modelo ante la gerencia, sino que proporcionará la base técnica necesaria para obtener certificaciones de calidad y sostenibilidad que refuercen la posición de la marca en el mercado nacional.

En relación con el mantenimiento, es fundamental migrar de un esquema reactivo a uno preventivo, implementando un programa de limpieza de transformadores y ajuste de conexiones eléctricas para reducir las pérdidas por efecto Joule. Se sugiere que parte de los ahorros financieros obtenidos por la reducción de desperdicios en la etapa de

mezclado y la eficiencia energética sean reinvertidos gradualmente en la actualización de maquinaria y la implementación de tecnologías aún más limpias. Priorizar el mantenimiento preventivo no solo optimizará el consumo eléctrico, sino que prolongará la vida útil de los activos críticos de la empresa.

Se recomienda la implementación inmediata de sistemas de confinamiento de bajo costo en los puntos de descarga de la mezcladora para mitigar la dispersión de material particulado. Dado que este foco representa el 62,5% de las pérdidas económicas de la planta, su intervención prioritaria garantiza un retorno de inversión acelerado. Administrativamente, este esfuerzo debe verse como una estrategia de recuperación de activos, donde el polvo que anteriormente se dispersaba en el ambiente se recupera como producto terminado facturable.

Finalmente, se exhorta a la empresa a fortalecer el vínculo con la universidad y centros de investigación para mantenerse a la vanguardia de las tendencias en administración sostenible. Esta colaboración externa permitirá que MAPLE no solo cumpla con los estándares operativos actuales, sino que se convierta en un referente de innovación y responsabilidad social en el sector agroindustrial de la región. Adoptar una visión de inversión a largo plazo respecto a la innovación tecnológica asegurará la competitividad de la empresa ante un entorno de mercado cada vez más exigente en términos de eficiencia.

REFERENCIAS

- Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. P. (2021). Raising Awareness on Solid Waste Management through Formal Education for Sustainability: A Developing Countries Evidence Review. *Recycling*, 6(1), 6. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3ª edición). McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (A/RES/70/1). Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (2025). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2025*. Naciones Unidas. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/>
- OECD. (2015). *Material Resources, Productivity and the Environment*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264190504-en>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2002). *Manual de Producción Más Limpia*. ONUDI.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2016). *Red Latinoamericana de Producción más Limpia: Informe de 10 años*. ONUDI.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2024). *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2024: Convertir los desafíos en soluciones sostenibles*. ONUDI.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1993). *Cleaner Production Worldwide Volume 1*. PNUMA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1995). *Cleaner Production Worldwide Volume 2*. PNUMA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Impulsando la Producción más Limpia: Una guía para capacitadores*. PNUMA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2015). *Sustainable Consumption and Production: A Handbook for Policymakers* (PNUMA).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, & InWEnt - Capacity Building International. (2006). *Acuerdos ambientales y Producción más Limpia: Preguntas y respuestas*. PNUMA / InWEnt.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, & Red Mercosur de Investigaciones Económicas. (2011). *Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e implicaciones económicas*. PNUMA.
- Quintana-García, C., Marchante-Lara, M., & Benavides-Chicón, C. G. (2022). Towards sustainable development: Environmental innovation, cleaner production performance, and reputation. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1330-1340. <https://doi.org/10.1002/csr.2272>
- Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2008). *Producción más Limpia: Paradigma de gestión ambiental*. Alfaomega / Universidad de los Andes.