

DISEÑO DE UN CURSO DE EDUCACIÓN CONTINUA EN LEAN  
MANUFACTURING

CAMILA RIAÑO PALACIOS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

INGENIERÍA MECÁNICA

2025

DISEÑO DE UN CURSO DE EDUCACIÓN CONTINUA EN LEAN  
MANUFACTURING

CAMILA RIAÑO PALACIOS

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO CON APORTE A DOCENCIA,  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA MECÁNICA

DIRECTORA

ING. MGTR CECILIA RIVERA VERGARA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

INGENIERÍA MECÁNICA

2025

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por ser el pilar fundamental en este camino, por su amor incondicional, su esfuerzo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles, haciendo posible el sueño de convertirme en profesional.

A mis hermanos, por su compañía y por saber cómo levantarme el ánimo cuando las fuerzas flaqueaban. Y a mis abuelos, Edilma y Rafael, por su cariño constante y por impulsar con orgullo mi formación.

A todos ustedes, gracias por su apoyo inquebrantable, por motivarme a seguir adelante y por enseñarme que con dedicación y perseverancia los sueños pueden alcanzarse.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Santo Tomás, por haber sido el espacio que hizo posible mi formación profesional y personal. Agradezco profundamente la oportunidad de haber desarrollado mi proceso académico en una institución que promueve la excelencia, el compromiso y los valores humanos, los cuales han sido fundamentales en mi crecimiento como futura ingeniera mecánica.

De manera especial, expreso mi más sincero agradecimiento a la ingeniera Cecilia, directora de este proyecto, por su invaluable guía, dedicación y constante apoyo. Su compromiso, comprensión y orientación no solo fueron esenciales para la realización de esta investigación, sino también un pilar fundamental a lo largo de toda mi carrera. Su ejemplo profesional y humano ha dejado una huella significativa en mi formación.

## Tabla de Contenido

1.	Antecedentes .....	10
	1.1. Resumen .....	10
	1.2. Abstract .....	11
	1.3. Introducción .....	12
	1.4. Objetivos .....	14
	1.4.1.    Objetivo General .....	14
	1.4.1.1.    Objetivos específicos.....	14
	1.5. Justificación.....	15
2.	Marco Conceptual .....	16
	2.1. Glosario .....	16
	2.2. Lean Manufacturing .....	20
	2.3. La Educación Continua en el Mundo Industrial.....	22
	2.4. Educación continua y su impacto en la implementación del Lean Manufacturing en la gestión del mantenimiento.....	24
3.	Diagnóstico del Contexto y de las Necesidades Formativas .....	29
	3.1. Situación actual de la gestión del mantenimiento en el sector industrial.....	31
	3.2. Oferta de educación continua en Lean Manufacturing aplicada al mantenimiento.....	33
	3.3. Diagnóstico de Necesidades Formativas.....	38
	3.4. Diseño del instrumento de recolección de información .....	41
	3.4.1.    Población y muestra .....	42
	3.4.1.1.    Determinación teórica del tamaño de muestra .....	42
	3.4.2.    Estructura de las encuestas .....	44
	3.5. Análisis de Datos a las Encuestas .....	46

3.5.1.	Análisis de resultados del grupo de altos mandos.....	47
3.5.2.	Análisis de resultados del grupo de operarios y personal técnico..	49
3.5.3.	Análisis comparativo.....	52
3.6.	Síntesis del diagnóstico y necesidades identificadas.....	54
4.	Fundamentos Pedagógicos para el Diseño del Curso.....	57
4.1.	Educación continua y formación por competencias.....	57
4.2.	Aprendizaje experiencial en contextos industriales .....	61
4.3.	Aprendizaje integrado al trabajo (Work Integrated Learning – WIL).....	65
4.4.	Metodologías activas para la enseñanza del Lean Manufacturing .....	68
4.5.	Rol estratégico de la educación continua en la cultura Lean .....	72
5.	Diseño del Curso de Educación Continua en Lean Manufacturing.....	75
5.1.	Características generales del curso.....	75
5.1.1.	Modalidad, duración e intensidad horaria .....	77
5.1.1.1.	Modalidad del curso .....	77
5.1.1.2.	Duración total del programa.....	78
5.1.1.3.	Organización temporal .....	80
5.1.2.	Público objetivo.....	81
5.2.	Perfil del participante .....	82
5.3.	Perfil del docente.....	84
5.4.	Criterios para el diseño del curso y de los módulos .....	86
5.5.	Estructura General del Curso .....	89
5.5.1.	Módulo 1: Lean Manufacturing .....	90
5.5.1.1.	Contenido del módulo .....	93
5.5.1.1.1.	Lean Manufacturing: origen, evolución y fundamentos .....	93

5.5.1.1.2.	Origen y Evolución del Lean Manufacturing.....	95
5.5.1.1.3.	Principios del Lean Manufacturing.....	98
5.5.1.1.4.	Herramientas y Técnicas del Lean Manufacturing en la Gestión de Mantenimiento.....	101
5.5.2.	Módulo 2: Total Productive Maintenance (TPM).....	103
5.5.2.1.	Contenido del Módulo.....	106
5.5.2.1.1.	Lean Manufacturing y Total Productive Maintenance (TPM)	106
5.5.3.	Preguntas Orientadoras .....	109
5.6.	Metodología de Enseñanza.....	111
5.7.	Guía de aprendizaje y actividades didácticas .....	113
6.	Estrategias de Evaluación y Retroalimentación .....	117
6.1.	Enfoque de evaluación en educación continua .....	118
6.2.	Estrategias de evaluación por módulo.....	119
6.3.	Instrumentos de evaluación.....	121
6.3.1.	Banco de preguntas para evaluaciones en línea .....	122
6.3.2.	Otros instrumentos de evaluación .....	125
6.4.	Criterios de evaluación.....	127
6.5.	Retroalimentación continua y mejora del proceso formativo .....	130
7.	Estructura de inversión y precio del curso .....	133
7.1.1.	Análisis del mercado nacional.....	133
7.1.2.	Justificación del precio propuesto del curso .....	138
7.1.3.	Estrategia de posicionamiento y marketing .....	140
8.	Conclusiones .....	142

9.	Recomendaciones.....	144
10.	Lista de Anexos .....	145
11.	Referencias.....	146

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b>	Comparativo de programas internacionales y nacionales en Lean Manufacturing y mantenimiento industrial.....	35
<b>Tabla 2.</b>	<b>Intensidad horaria y distribución del tiempo.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 3</b>	Preguntas orientadoras propuestas.....	109
<b>Tabla 4.</b>	<b>Etapas para la creación de las evaluaciones a través del Moodle .....</b>	<b>124</b>
<b>Tabla 5.</b>	<b>Rúbrica evaluativa planteada para el curso.....</b>	<b>128</b>
<b>Tabla 6.</b>	<b>Segmentación del mercado nacional de formación en Lean Manufacturing.....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 7.</b>	<b>Comparación del curso propuesto con la oferta nacional.....</b>	<b>137</b>

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b>	<b>Respuestas recolectadas de las encuestas realizadas a los mandos altos y medios de áreas de mantenimiento.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 2.</b>	<b>Respuestas recolectadas de las encuestas realizadas a los egresados del programa de ingeniería mecánica.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 3.</b>	<b>Planteamiento horario del curso .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 4.</b>	<b>Estructura general del módulo 1 del curso Lean Manufacturing para Mantenimiento.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 5.</b>	<b>Casa del Sistema de Producción de Toyota .....</b>	<b>97</b>

<b>Figura 6.Los cinco principios para la transformación Lean.....</b>	<b>99</b>
<b>Ilustración 7.Estructura general del módulo 2 del curso Lean Manufacturing para Mantenimiento.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 8.Estrategias Didácticas para el curso .....</b>	<b>112</b>
<b>Figura 9.Estructura del proceso evaluativo .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 10.Distribución porcentual de calificaciones .....</b>	<b>126</b>

## 1. Antecedentes

### 1.1. Resumen

La gestión del mantenimiento industrial enfrenta el desafío de equilibrar la eficiencia operativa con la participación del personal, superando los modelos tradicionales centrados en la corrección de fallas y en la respuesta reactiva a los problemas. Ante la ausencia de propuestas formativas específicas en educación continua que integren los principios del Lean Manufacturing con la gestión del mantenimiento, este trabajo desarrolla el diseño conceptual y metodológico de un curso orientado a fortalecer las competencias técnicas y estratégicas de los profesionales del sector.

La propuesta se fundamenta en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los fundamentos del pensamiento Lean y sus correspondientes herramientas, complementada con una investigación aplicada que incluyó la realización y análisis de encuestas a potenciales participantes. Los resultados de este estudio evidencian un alto nivel de interés y percepción de utilidad del curso, tanto para la mejora del desempeño profesional como para el incremento de la eficiencia y la sostenibilidad en las organizaciones industriales.

El análisis permitió estructurar un programa modular que combina la formación teórica con estrategias prácticas de mejora continua, adaptadas al contexto de la educación continua. En conjunto, el trabajo aporta una propuesta académica pertinente y alineada con las necesidades actuales del sector productivo y de mantenimiento.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, Kaizen, Total Productive Maintenance, educación continua, gestión del mantenimiento.

## 1.2. Abstract

Industrial maintenance management faces the challenge of balancing operational efficiency with staff engagement, while overcoming traditional models focused on failure correction and reactive problem-solving. In the absence of specific continuing education programs that integrate the principles of Lean Manufacturing with maintenance management, this study develops the conceptual and methodological design of a course aimed at strengthening the technical and strategic competencies of professionals in the field.

The proposal is grounded in an extensive literature review on the fundamentals of Lean thinking and its corresponding tools, complemented by applied research that included the administration and analysis of surveys conducted among potential participants. The results of this study reveal an important level of interest and perceived usefulness of the course, both for improving professional performance and for enhancing efficiency and sustainability within industrial organizations.

The analysis enabled the structuring of a modular program that combines theoretical training with practical strategies for continuous improvement, adapted to the context of continuing education. Overall, this work offers a relevant academic proposal aligned with the current needs of the industrial production and maintenance sectors.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Kaizen, Total Productive Maintenance, continuing education, maintenance management.

### **1.3. Introducción**

La gestión del mantenimiento industrial enfrenta el reto de equilibrar la eficiencia operativa con la participación del personal, en entornos donde persisten altos niveles de desperdicio, tiempos medios de reparación (MTTR) prolongados y tiempos medios entre fallos (MTBF) insuficientes. Estos problemas se agravan por la falta de estandarización y la prevalencia de una cultura reactiva, que limita la mejora continua y la optimización de recursos. En este contexto, el Lean Manufacturing y el Total Productive Maintenance (TPM) se consolidan como marcos complementarios para transformar la gestión del mantenimiento hacia un modelo más eficiente, preventivo y sostenible.

El enfoque Lean promueve la eliminación de los siete desperdicios y la generación de valor mediante procesos flexibles, mientras que el TPM busca maximizar la efectividad global de los equipos (Overall Equipment Effectiveness, OEE) a través de la participación de todo el personal. La integración de ambos enfoques, reforzada por la filosofía Kaizen, permite construir una cultura organizacional basada en la mejora continua, el liderazgo proactivo y la responsabilidad compartida.

Con base en esta información, el presente trabajo tiene como propósito diseñar un curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado a la gestión del mantenimiento, orientado al desarrollo de competencias técnicas y estratégicas que contribuyan a mejorar los resultados operativos y reducir los desperdicios. La propuesta se sustenta en una revisión bibliográfica especializada y en el análisis de encuestas aplicadas a potenciales participantes, cuyos resultados evidencian un alto nivel de interés y percepción de utilidad del programa. Este proyecto busca, en última instancia, fortalecer la cultura de eficiencia y aprendizaje continuo en el ámbito industrial,

promoviendo una gestión del mantenimiento más efectiva, autónoma y alineada con los principios Lean.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Desarrollar un curso de educación continua de Lean Manufacturing, centrado en el desarrollo de la gestión de mantenimiento, que proporcione a los participantes herramientas y metodologías prácticas para mejorar resultados operativos y reducir desperdicios en sus procesos de mantenimiento.

#### **1.4.1.1. Objetivos específicos**

- Identificar y analizar las prácticas actuales y necesidades específicas en la gestión de mantenimiento dentro del sector industrial, así como evaluar la oferta existente de educación continua en Lean Manufacturing, para asegurar que el curso se ajuste a las demandas reales del mercado.
- Desarrollar y estructurar los módulos de aprendizaje del curso de Lean Manufacturing, con un enfoque específico en la gestión de mantenimiento, organizándolos de manera progresiva e y generando un guion para guía de aprendizaje y actividades didácticas que faciliten la comprensión y aplicación de los conceptos.
- Implementar mecanismos de retroalimentación y evaluación continua en cada módulo del curso, con el fin de medir la efectividad del aprendizaje y asegurar que los participantes adquieran las competencias necesarias para aplicar Lean Manufacturing en la gestión de mantenimiento.

### **1.5. Justificación**

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de transformar los procesos de mantenimiento industrial, históricamente reactivos, hacia modelos de gestión proactiva y eficientes. Esta problemática impacta directamente en la productividad y la disponibilidad de los activos, lo que evidencia la importancia de adoptar metodologías orientadas a la mejora continua.

Desde una perspectiva práctica y operacional, el estudio adquiere relevancia al proponer una solución estructurada mediante el diseño de un curso de educación continua basado en los principios del Lean Manufacturing. La propuesta formativa busca fortalecer las competencias del personal técnico y de supervisión, brindándoles herramientas para eliminar los desperdicios en las operaciones de mantenimiento, optimizar los indicadores de desempeño y estandarizar procedimientos mediante metodologías Lean. Este enfoque contribuye directamente a la reducción de pérdidas, la optimización de recursos y el desarrollo del mantenimiento autónomo.

Finalmente, desde la dimensión organizacional y cultural, el proyecto destaca por su contribución al fortalecimiento del liderazgo y la cultura Lean. La eficiencia operativa depende tanto del dominio técnico como del cambio de mentalidad del personal. Por ello, el curso fomenta el liderazgo proactivo, el trabajo en equipo y la responsabilidad compartida, esenciales para consolidar prácticas como el mantenimiento autónomo.

Su implementación busca convertir la gestión del mantenimiento en una ventaja competitiva sostenible, generando un impacto positivo en la productividad y la cultura organizacional, en coherencia con los principios de excelencia promovidos por el Lean Manufacturing.

## 2. Marco Conceptual

### 2.1. Glosario

*Nota:* Todas las definiciones relacionadas con Lean Manufacturing, TPM y metodologías de mejora continua fueron tomadas de Lean Enterprise Institute (2023).

Las definiciones relacionadas con aprendizaje y educación continua provienen de la UNESCO (2023).

- 5S: Metodología japonesa compuesta por cinco principios (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener) que busca crear y sostener entornos de trabajo organizados, seguros y eficientes.
- Andon: Sistema visual o sonoro de señalización que alerta sobre la presencia de fallas o anomalías en un proceso productivo, permitiendo la intervención inmediata para su corrección.
- Aprendizaje activo: Enfoque educativo que promueve la participación directa del estudiante en su proceso de aprendizaje mediante actividades prácticas, reflexivas o colaborativas.
- Aprendizaje autónomo: Capacidad del individuo para dirigir, monitorear y evaluar su propio proceso de aprendizaje, desarrollando independencia y autorregulación.
- Aprendizaje significativo: Proceso mediante el cual el estudiante integra nuevos conocimientos con experiencias previas, generando comprensión profunda y aplicabilidad práctica.

- Blended learning: Modelo educativo que combina la formación presencial con el aprendizaje en línea, favoreciendo la flexibilidad y la continuidad en procesos de educación continua.
- Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act): Método de mejora continua desarrollado por W. Edwards Deming, que consiste en planificar, ejecutar, verificar y actuar sobre los procesos para lograr mejoras sostenibles.
- Cultura operativa reactiva: Enfoque de gestión del mantenimiento caracterizado por la intervención únicamente cuando ocurren fallas o averías. Este tipo de cultura se centra en la corrección de problemas en lugar de su prevención, lo que genera altos costos, tiempos de inactividad prolongados y falta de planificación en las operaciones.
- Desperdicio (Muda): Cualquier actividad que consume recursos, pero no genera valor para el cliente o el proceso. En Lean se reconocen siete tipos principales de desperdicio, como sobreproducción, esperas, defectos o movimientos innecesarios.
- Educación continua: Proceso educativo flexible y permanente que busca actualizar los conocimientos y competencias de los profesionales, adaptándolos a las demandas del entorno productivo y tecnológico.
- E-learning: Modalidad de enseñanza y aprendizaje mediada por tecnologías digitales, que facilita el acceso a la educación a través de plataformas virtuales
- Indicador de desempeño (KPI): Métrica cuantitativa utilizada para evaluar el cumplimiento de objetivos y el rendimiento de procesos, personas o sistemas.

- Jidoka: Concepto del sistema Toyota que implica detener el proceso cuando se detecta una anomalía, garantizando la calidad en el origen y previniendo errores.
- Kaizen: Filosofía japonesa de mejora continua basada en la realización de pequeños cambios constantes que involucran a todos los niveles de la organización.
- Kanban: Sistema visual de control de flujo que regula la producción y el abastecimiento de materiales según la demanda real, promoviendo un enfoque de “producción tirada” o pull System.
- Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen): Pilar del TPM que fomenta la participación de los operadores en tareas básicas de limpieza, inspección y conservación de los equipos.
- MTBF (Mean Time Between Failures): Indicador de confiabilidad que mide el tiempo promedio que transcurre entre una falla y la siguiente en un equipo o sistema. Un valor alto de MTBF refleja una operación más confiable y estable, mientras que un valor bajo indica la necesidad de mejorar la calidad del mantenimiento preventivo y predictivo.
- MTTR (Mean Time To Repair): Métrica que representa el tiempo promedio necesario para reparar un equipo o sistema después de una falla. Este indicador refleja la eficiencia del proceso de mantenimiento correctivo y la disponibilidad operativa de los activos; valores elevados suelen indicar deficiencias en la planeación, capacitación o estandarización de procedimientos.
- OEE (Overall Equipment Effectiveness): Indicador que mide la eficacia global de los equipos productivos considerando tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad.

- Poka-Yoke: Dispositivo o método diseñado para prevenir errores humanos en los procesos de producción o mantenimiento.
- Pull System: Sistema de producción basado en la demanda del cliente, en el cual cada proceso produce únicamente lo necesario para la siguiente etapa.
- Retroalimentación: Proceso de comunicación formativa mediante el cual se brinda información al estudiante sobre su desempeño, orientándolo hacia la mejora.
- Seis grandes pérdidas: Clasificación de ineficiencias identificadas por el TPM que afectan la productividad: fallas, tiempos de ajuste, micro paradas, reducción de velocidad, defectos de calidad y pérdidas por arranque.
- Total Productive Maintenance (TPM): Estrategia de gestión del mantenimiento que busca maximizar la efectividad de los equipos mediante la participación de todos los empleados y la eliminación de pérdidas.
- Valor (Value): Elemento central del pensamiento Lean, definido como todo aquello por lo cual el cliente está dispuesto a pagar.
- Value Stream Mapping (VSM): Herramienta gráfica del Lean Manufacturing que permite visualizar el flujo completo de valor en un proceso, identificando las actividades que agregan o no agregan valor.

El presente capítulo define el marco conceptual y teórico que fundamenta el diseño del curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado a la gestión del mantenimiento. Su propósito es establecer los conceptos esenciales que sustentan la propuesta formativa, asegurando coherencia entre los objetivos del curso, su estructura curricular y las estrategias metodológicas y de evaluación planteadas.

## **2.2. Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing se entiende como una filosofía de gestión orientada a la generación de valor para el cliente, la optimización de los procesos productivos, la eliminación sistemática de desperdicios y la mejora continua del desempeño operacional. Sus antecedentes se remontan a las innovaciones de producción en masa introducidas por Henry Ford a inicios del siglo XX; no obstante, su consolidación conceptual se produce con el desarrollo del Sistema de Producción de Toyota (TPS) tras la Segunda Guerra Mundial. Bajo el liderazgo de Taiichi Ohno y Eiji Toyoda, el TPS incorporó principios como Just in Time (JIT), Jidoka, Kaizen y Heijunka, los cuales permitieron desarrollar sistemas productivos más flexibles, eficientes y alineados con la demanda real del cliente.

El término “Lean” fue difundido a nivel internacional a partir de los estudios de Krafcik (1988) y de Womack, Jones y Roos (1990), quienes evidenciaron las ventajas del enfoque Lean frente a los modelos tradicionales de producción en masa. Desde entonces, esta filosofía ha trascendido la industria automotriz y se ha implementado con éxito en sectores como la manufactura, la salud, la educación y la industria aeroespacial. En la actualidad, el Lean Manufacturing se ha integrado con otras metodologías de mejora continua, como Six Sigma, y con tecnologías propias de la Industria 4.0, dando lugar al enfoque Lean 4.0, que incorpora herramientas digitales para el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos.

En el contexto latinoamericano, el Lean Manufacturing ha adquirido una relevancia creciente debido a su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, la productividad y la calidad con inversiones relativamente bajas, lo que lo convierte en una alternativa viable para organizaciones que enfrentan limitaciones estructurales o tecnológicas. Diversos estudios evidencian mejoras significativas en indicadores como tiempos de ciclo, disponibilidad de equipos y eficiencia del mantenimiento en países como Perú, México y Colombia.

La aplicación del pensamiento Lean a la gestión del mantenimiento se materializa principalmente a través del Total Productive Maintenance (TPM) y del enfoque de Lean Maintenance, los cuales permiten alinear la confiabilidad de los activos con los objetivos del sistema productivo. Esta integración favorece la reducción de tiempos de parada, el incremento de la disponibilidad de los equipos y la mejora de indicadores clave de desempeño como el Overall Equipment Effectiveness (OEE). De este modo, el mantenimiento evoluciona desde enfoques reactivos hacia modelos proactivos, preventivos y basados en condición, consolidándose como una función estratégica dentro de la cadena de valor.

Los principios del Lean Manufacturing, definidos por Womack y Jones (1996) — identificación del valor, mapeo de la cadena de valor, flujo continuo, producción jalonada y perfección— orientan la transformación de los procesos productivos y de mantenimiento. Su aplicación permite identificar y eliminar actividades que no agregan valor, optimizar el uso de recursos y fortalecer una cultura organizacional basada en la mejora continua. En el ámbito del mantenimiento, estos principios se reflejan en la planificación eficiente de intervenciones, la gestión oportuna de repuestos y la sincronización de recursos técnicos y humanos.

El enfoque Lean se operacionaliza mediante herramientas como 5S, Kaizen, Value Stream Mapping y el análisis causa-raíz de los cinco “¿por qué?”, las cuales contribuyen a la

organización del entorno de trabajo, la estandarización de procesos, la identificación de desperdicios y la reducción de fallas recurrentes. En la gestión del mantenimiento, estas herramientas facilitan la optimización de rutinas de inspección, la mejora de la planificación y la coordinación entre áreas operativas y técnicas, fortaleciendo la confiabilidad y continuidad de los procesos productivos.

Finalmente, la educación continua en contextos industriales se reconoce como un elemento clave para la actualización permanente de competencias técnicas, la adopción de nuevas metodologías de gestión y el sostenimiento del cambio cultural organizacional requerido por el enfoque Lean. Desde esta perspectiva, el diseño de una propuesta formativa en Lean Manufacturing aplicada a la gestión del mantenimiento responde a las exigencias actuales del sector productivo y contribuye al desarrollo de una gestión del mantenimiento eficiente, estratégica y orientada a resultados sostenibles.

### **2.3. La Educación Continua en el Mundo Industrial**

La educación continua se ha consolidado como un componente estratégico en la gestión del talento humano dentro de las organizaciones industriales contemporáneas. En un contexto marcado por la rápida evolución tecnológica, la automatización de procesos y la creciente presión competitiva, las empresas requieren trabajadores capaces de actualizar permanentemente sus conocimientos y adaptarse a nuevas formas de producción y gestión.

Desde una perspectiva conceptual, la educación continua se define como el conjunto de procesos formativos que se desarrollan a lo largo de la vida profesional con el fin de fortalecer, actualizar y ampliar las competencias laborales en función de las demandas del entorno productivo. Este enfoque se inscribe en el paradigma del aprendizaje permanente (lifelong

learning), el cual reconoce la formación como un proceso continuo que acompaña el desarrollo profesional y organizacional. En el ámbito industrial, la educación continua contribuye al cierre de brechas de competencias, la reducción de errores operativos, el fortalecimiento de la cultura de mejora continua y el aumento de la productividad. Estudios en América Latina evidencian que las organizaciones que invierten de manera sistemática en la formación de su personal logran mayores niveles de eficiencia, retención del talento y capacidad de adaptación al cambio.

En este marco, la formación por competencias constituye un enfoque pedagógico clave para los contextos productivos, al centrarse en el desarrollo integrado de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para un desempeño eficaz en situaciones reales de trabajo. La competencia se entiende como la capacidad de aplicar saberes en contextos laborales para resolver problemas, tomar decisiones y generar resultados alineados con estándares de desempeño definidos. Desde esta perspectiva, las competencias articulan tres dimensiones interrelacionadas: cognitiva, procedimental y actitudinal, lo que orienta los procesos formativos hacia resultados observables y evaluables.

La formación por competencias surge como respuesta a la necesidad de reducir la brecha entre los sistemas educativos tradicionales y las demandas dinámicas del mercado laboral. En entornos industriales, las competencias laborales se vinculan a estándares ocupacionales que describen los desempeños requeridos para asegurar la calidad y eficiencia de los procesos productivos. Este enfoque fortalece la relación entre la educación continua y las prácticas laborales, permitiendo que los programas formativos respondan directamente a las necesidades reales de las organizaciones y de los sectores productivos.

En los contextos industriales, la formación basada en competencias favorece la transferencia efectiva del aprendizaje al puesto de trabajo mediante la identificación de funciones

productivas, la definición de criterios de desempeño y la estructuración de rutas formativas orientadas a la aplicación práctica. Esta lógica se alinea con los principios del Lean Manufacturing, donde la eficiencia, la estandarización y la mejora continua exigen trabajadores competentes no solo en el conocimiento de herramientas, sino en su aplicación efectiva en los procesos operativos.

Asimismo, la formación por competencias facilita la articulación entre los sistemas educativos y los sectores productivos, incrementando la pertinencia de la oferta formativa. Este enfoque ha sido adoptado tanto en la educación técnica y profesional como en iniciativas asociadas a la Industria 4.0, donde la integración de competencias técnicas, cognitivas e interpersonales resulta fundamental para enfrentar los retos de la transformación tecnológica. La evaluación basada en criterios de desempeño laboral, apoyada en evidencias prácticas, permite medir la capacidad real de los trabajadores para aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones concretas.

En síntesis, la educación continua basada en competencias constituye un eje fundamental para el desarrollo del talento humano en contextos productivos, al articular el aprendizaje permanente con los desempeños laborales reales y los objetivos organizacionales. Este enfoque garantiza una transferencia efectiva del conocimiento al entorno de trabajo y contribuye a la competitividad, la adaptabilidad y la sostenibilidad de las organizaciones industriales.

#### **2.4. Educación continua y su impacto en la implementación del Lean Manufacturing en la gestión del mantenimiento**

La educación continua constituye un soporte fundamental para la implementación sostenible del Lean Manufacturing en el sector industrial. Si bien el Lean se concibe como una

filosofía de gestión orientada a la eliminación sistemática de desperdicios y a la mejora continua de los procesos productivos, su adopción efectiva no depende únicamente de la comprensión técnica de herramientas, sino de la capacidad de los trabajadores para aprender, adaptar y aplicar conocimientos de manera permanente en sus entornos laborales (Lim et al., 2022). En este sentido, la educación continua se posiciona como un factor clave para la interiorización de los principios Lean y el desarrollo de capacidades aplicadas que permitan sostener las iniciativas de mejora en el tiempo.

El Lean Manufacturing ha sido conceptualizado como un sistema integral de gestión que articula principios filosóficos y prácticos orientados a maximizar el valor para el cliente mediante la reducción de actividades que no agregan valor, enfoque conocido como Lean Thinking (Iparraguirre Sánchez & Torres Villena, 2023). No obstante, la literatura especializada coincide en que esta filosofía no puede sostenerse únicamente sobre manuales o guías técnicas, sino que requiere procesos formativos continuos que faciliten la apropiación cultural del enfoque y el desarrollo de competencias organizacionales. En este marco, el aprendizaje organizacional y el aprendizaje en el lugar de trabajo (workplace learning) se identifican como mediadores esenciales para la implementación efectiva del Lean, especialmente cuando están articulados a procesos estructurados de mejora continua (Lim, Siang-Siew & Abang Othman, 2022).

La educación continua orientada al Lean Manufacturing se configura, por tanto, como una estrategia formativa que permite la actualización permanente de conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con la identificación de desperdicios, el análisis de procesos y la aplicación sistemática de herramientas de mejora. El diseño de programas de capacitación especializados favorece la conexión entre la teoría y la práctica, permitiendo que los trabajadores no solo comprendan los fundamentos del Lean, sino que desarrollen comportamientos y disposiciones

favorables a la colaboración, la resolución de problemas y la búsqueda constante de oportunidades de mejora (RIBCON Training, 2025). Asimismo, estudios recientes evidencian que variables como la actitud hacia el aprendizaje y la percepción de control frente a la capacitación influyen significativamente en la intención de los empleados de participar en programas formativos en Lean Manufacturing, lo que se traduce en una mayor adopción de prácticas innovadoras y en mejoras sostenidas de los procesos productivos (Lai et al., 2022).

Desde una perspectiva organizacional, la educación continua desempeña un papel determinante en la sostenibilidad de las prácticas Lean, al permitir que la mejora continua se integre como un componente estructural de la cultura organizacional y no como una iniciativa aislada. La actualización constante de conocimientos sobre herramientas, metodologías y enfoques de mejora resulta esencial para sostener la eficiencia operativa y reducir desperdicios en contextos productivos dinámicos (Proceso de mejora continua, 2025). En este sentido, los programas de educación continua que incorporan componentes teóricos y prácticos, ejercicios colaborativos, análisis de casos reales y evaluación del impacto en el desempeño organizacional contribuyen a consolidar una mentalidad de aprendizaje permanente.

La educación continua se reconoce también como un factor estratégico de competitividad organizacional en entornos industriales caracterizados por rápidos avances tecnológicos y mayores exigencias de productividad. Diversos estudios destacan que la capacidad competitiva de las organizaciones no depende exclusivamente de sus recursos físicos o tecnológicos, sino del capital humano y de su habilidad para aprender y adaptarse de forma constante (Iberonex, 2025). La inversión sistemática en formación continua se asocia con mejoras en la productividad, la eficiencia operativa, la calidad del trabajo, la innovación y la retención del talento, fortaleciendo

la capacidad de las empresas para responder a las demandas del mercado y diferenciarse de la competencia (Verdugo et al., 2025; Burbano Ronquillo et al., 2023; Adecco, 2025).

La articulación entre Lean Manufacturing, gestión del mantenimiento y educación continua constituye un eje estratégico para el fortalecimiento de la competitividad industrial. La confiabilidad de los activos productivos condiciona directamente la estabilidad de los flujos de trabajo, la reducción de desperdicios y el cumplimiento de los estándares de calidad. En este contexto, la aplicación de los principios Lean al mantenimiento permite optimizar la planificación de intervenciones, reducir tiempos improductivos y mejorar indicadores clave como el Overall Equipment Effectiveness (OEE), el Mean Time Between Failures (MTBF) y el Mean Time To Repair (MTTR). Sin embargo, múltiples experiencias industriales evidencian que uno de los principales obstáculos para la implementación efectiva del Lean y del Total Productive Maintenance (TPM) no es de carácter técnico, sino formativo.

La resistencia al cambio organizacional, especialmente en áreas de mantenimiento con enfoques correctivos arraigados, y las limitaciones de recursos para la capacitación constituyen desafíos recurrentes en la adopción del Lean. Frente a este escenario, la educación continua se presenta como una alternativa estratégica de alto impacto y bajo costo relativo, al fortalecer las capacidades internas de la organización y facilitar la transición hacia modelos de mantenimiento proactivos y preventivos. Asimismo, la transformación cultural exigida por el Lean —orientada a la estandarización, la disciplina operativa, el trabajo colaborativo y la mejora continua— requiere una base formativa sólida, liderazgo comprometido y comunicación efectiva (Production Tools, 2025).

En síntesis, la integración entre Lean Manufacturing, gestión del mantenimiento y educación continua no debe entenderse únicamente como una relación conceptual, sino como un

modelo de intervención práctica. Los beneficios del Lean —reducción de desperdicios, mejora de la calidad, incremento de la productividad y mayor satisfacción del cliente— se materializan de manera más efectiva cuando se articulan con procesos formativos estructurados. Desde esta perspectiva, la educación continua se consolida como el puente entre la teoría y la práctica industrial, garantizando la sostenibilidad de las iniciativas de mejora y el fortalecimiento de la eficiencia, la confiabilidad y la competitividad de los sistemas industriales.

### 3. Diagnóstico del Contexto y de las Necesidades Formativas

La transformación de los sistemas productivos hacia modelos más eficientes y sostenibles ha incrementado la relevancia de la gestión del mantenimiento como un factor estratégico dentro de las organizaciones industriales. En este escenario, la implementación de metodologías como el Lean Manufacturing demanda no solo cambios en los procesos técnicos, sino también en los modelos de formación del talento humano encargado de operar y mantener los activos productivos.

Diversas investigaciones señalan que los modelos educativos basados en el aprendizaje experiencial y el aprendizaje integrado en el trabajo (Work Integrated Learning – WIL) resultan altamente efectivos para la enseñanza de enfoques Lean, al facilitar la transferencia directa del conocimiento desde el aula hacia el entorno laboral (Hartanto, 2020). Estos enfoques permiten que los participantes comprendan de manera más profunda principios como la mejora continua, la estandarización y la eliminación sistemática de desperdicios, al vincular la teoría con prácticas simuladas o situaciones reales de operación.

En esta línea, experiencias formativas como las desarrolladas por la Lean Learning Academy (2014) evidencian que la combinación de contenidos virtuales con actividades prácticas —simulaciones, estudios de caso y proyectos aplicados— fortalece tanto las competencias técnicas como las actitudes requeridas para la implementación efectiva del Lean. Esta modalidad híbrida resulta especialmente pertinente para el personal de mantenimiento, cuyo desempeño depende en gran medida de la capacidad para aplicar conocimientos en contextos cambiantes y bajo condiciones reales de operación.

Desde una perspectiva institucional y empresarial, la formación continua del personal de mantenimiento se consolida como una inversión estratégica que impacta directamente en la productividad y la competitividad organizacional. La alineación entre capacitación y desempeño, tradicionalmente aplicada en las áreas productivas, adquiere un valor igualmente significativo en la gestión del mantenimiento bajo la filosofía Lean, donde el éxito de las iniciativas de mejora depende del nivel de apropiación de los principios y herramientas por parte de los equipos de trabajo.

En este marco, el presente capítulo tiene como propósito establecer un diagnóstico del contexto actual de la gestión del mantenimiento y de las necesidades formativas asociadas, como base para el diseño del curso de educación continua propuesto en este trabajo. Dicho diagnóstico se orienta por tres ejes fundamentales:

- Una pedagogía activa y experiencial que garantice la aplicación práctica del aprendizaje;
- Un enfoque técnico riguroso, centrado en herramientas Lean aplicadas al mantenimiento; y
- Una visión de mejora continua, tanto en los procesos formativos como en la gestión operativa.

A partir de estos lineamientos, el capítulo sienta las bases para comprender las condiciones actuales del sector industrial y justificar la pertinencia de una propuesta formativa que articule teoría y práctica mediante metodologías participativas y simulaciones operativas, con el fin de fortalecer competencias sostenibles en mantenimiento bajo la filosofía Lean.

### **3.1. Situación actual de la gestión del mantenimiento en el sector industrial.**

La gestión del mantenimiento ha evolucionado en las últimas décadas desde un enfoque principalmente reactivo —centrado en corregir fallas cuando estas ocurren— hacia modelos más estructurados y proactivos que buscan garantizar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los activos industriales (Ab Rahim & Abu Seman, 2025). Esta transición responde a la necesidad de reducir costos de operación, minimizar tiempos de inactividad no planificados y mejorar los resultados productivos, especialmente en industrias manufactureras donde la competitividad está directamente relacionada con el desempeño de sus procesos y equipos.

A pesar de los avances teóricos y conceptuales, en la práctica muchas organizaciones aún enfrentan desafíos significativos. Estudios recientes muestran que una proporción importante de empresas continúa operando bajo modelos de mantenimiento que presentan deficiencias en planificación, comunicación y estandarización de procesos técnicos, lo que impacta negativamente en indicadores clave como la disponibilidad de los equipos y la eficiencia operativa general. Por ejemplo, la falta de prácticas formales de gestión de mantenimiento ha sido asociada con la subutilización de recursos, la generación de tiempos improductivos y la repetición de fallas sin una causa raíz identificada.

La literatura especializada también documenta que la implementación de prácticas Lean dentro de la gestión del mantenimiento —comúnmente denominada Lean Maintenance— se ha convertido en una respuesta emergente para abordar estas brechas. En su revisión del proceso de mantenimiento Lean, Mostafa et al. (2015) plantean que la integración de principios Lean en los procesos de mantenimiento permite identificar y eliminar actividades que no agregan valor, estructurar rutinas de trabajo más eficientes y promover flujos de trabajo con menores desperdicios operativos.

Desde una perspectiva empírica, investigaciones de caso en el sector manufacturero latinoamericano indican que la aplicación de enfoques Lean en mantenimiento contribuye a mejoras significativas en la eficiencia del uso de recursos técnicos y humanos, la reducción de tiempos de parada no programada y la elevación de la productividad operativa. Estos resultados se han observado, por ejemplo, en estudios de aplicación de metodologías Lean en procesos de mantenimiento en contextos productivos reales, donde se reportan reducciones tanto en costos operativos como en fallas recurrentes de equipos.

A nivel conceptual, diversos trabajos señalan que la gestión del mantenimiento no debe considerarse de manera aislada, sino como un proceso estrechamente vinculado con las estrategias de mejora continua de las organizaciones. Revisiones sistemáticas de literatura muestran que los modelos integrados de mantenimiento, que combinan conceptos de Lean, TPM y prácticas predictivas, son cada vez más relevantes en las organizaciones que buscan altos niveles de confiabilidad y eficiencia. Estos enfoques permiten optimizar el ciclo de vida de los activos y reducir la dependencia de intervenciones reactivas, lo cual es fundamental en contextos altamente competitivos y dinámicos.

No obstante, estos enfoques más avanzados exigen una capacidad técnica y formativa superior en los equipos de mantenimiento, lo cual representa un desafío en muchas empresas donde la formación continua no ha sido priorizada de manera estructurada. En consecuencia, la gestión del mantenimiento enfrenta obstáculos relacionados con la falta de competencias técnicas especializadas, la limitada estandarización de procedimientos y la insuficiente aplicación de metodologías basadas en datos para la toma de decisiones. Estos factores reducen la efectividad de las iniciativas de mejora continua y generan brechas entre las prácticas ideales descritas en la teoría y su adopción práctica en el entorno industrial.

En síntesis, la situación actual del mantenimiento industrial evidencia un contexto de transición: mientras algunas organizaciones avanzan hacia modelos proactivos e integrados con metodologías Lean y TPM, otras aún operan bajo prácticas tradicionales con limitaciones técnicas y formativas. Esta realidad pone de relieve la importancia de propuestas como la de este trabajo —orientadas a diseñar programas de educación continua que no solo transfieran conocimientos, sino que impulsen la apropiación práctica de metodologías Lean aplicadas al mantenimiento, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos de parada y consolidar competencias sostenibles dentro de las organizaciones industriales.

### **3.2. Oferta de educación continua en Lean Manufacturing aplicada al mantenimiento**

El mercado actual de la educación continua presenta una amplia y creciente oferta de programas orientados al Lean Manufacturing y a la gestión del mantenimiento, tanto a nivel internacional como nacional. Esta diversidad responde a la necesidad de las organizaciones industriales de fortalecer la eficiencia operativa, la confiabilidad de los activos y la competitividad en entornos cada vez más exigentes. Los cursos disponibles varían en duración, modalidad, costo y nivel de especialización, pero comparten el propósito de desarrollar competencias aplicadas en mejora continua y gestión de procesos.

En el ámbito internacional, se destacan programas certificados como el Certified Maintenance & Reliability Professional (CMRP) de la Society for Maintenance & Reliability Professionals (SMRP), que ofrece una formación intensiva enfocada en confiabilidad, liderazgo técnico y gestión estratégica del mantenimiento. De manera complementaria, plataformas de educación virtual como edX y UdeMY brindan cursos accesibles en Lean Manufacturing y metodologías afines, con contenidos centrados en el Sistema de Producción de Toyota, Kaizen, Just-in-Time y herramientas como VSM, TPM y 5S. Estas alternativas han permitido ampliar el

acceso a la formación en Lean, especialmente para profesionales que requieren flexibilidad horaria y modalidades virtuales.

Asimismo, instituciones de educación superior como el Tecnológico de Monterrey ofrecen certificaciones estructuradas en Lean Manufacturing, con una mayor profundidad técnica y una orientación práctica hacia el diagnóstico de procesos y la mejora continua. Estos programas suelen integrar proyectos aplicados y estudios de caso reales, lo que fortalece la transferencia del conocimiento al entorno laboral y responde a las demandas de formación especializada en contextos industriales complejos.

En el contexto colombiano, la oferta de educación continua en Lean Manufacturing y mantenimiento también ha experimentado un crecimiento significativo. Universidades como Los Andes, EAFIT, la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, la Universidad Sergio Arboleda y la Fundación Universidad de América ofrecen cursos, diplomados y certificaciones que combinan la filosofía Lean con enfoques contemporáneos de mantenimiento predictivo, gestión de activos y confiabilidad operacional. Estos programas abordan temáticas como la eliminación de desperdicios, la aplicación de estándares internacionales (ISO 55000) y el uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial aplicada al mantenimiento.

**Tabla 1**

Comparativo de programas internacionales y nacionales en Lean Manufacturing y mantenimiento industrial

<b>Institución / Programa</b>	<b>Ubicación / Modalidad</b>	<b>Duración</b>	<b>Costo aproximado</b>	<b>Enfoque principal</b>
SMRP – Certified Maintenance & Reliability Professional (CMRP)	Internacional / Presencial	5 días	USD 2.500 – 7.000	Confiabilidad, liderazgo y gestión del mantenimiento
edX – Lean Production (TUMx)	Internacional / Virtual	6 semanas	USD 149	Toyota Production System, Kaizen, Just-in-Time
Tecnológico de Monterrey – Certificación Lean Manufacturing	México / Virtual o Mixta	155 horas	\$64.190 MXN	Diagnóstico de procesos y mejora continua
Udemy – Lean Manufacturing + Six Sigma	Internacional / Virtual	12,5 horas	USD 20 – 25	Herramientas Lean (VSM, TPM, 5S, KPIs)
Prime Business School – Lean Six Sigma Green Belt	Colombia (Bogotá) / Presencial	40 horas	COP \$1.500.000	Mejora de procesos y liderazgo en proyectos
Universidad Sergio Arboleda – Yellow Belt	Colombia (Bogotá) / Presencial	40 horas	COP \$2.400.000	Introducción a Lean y Six Sigma
Fundación Universidad de América – Lean Manufacturing Management	Colombia (Bogotá) / Presencial	40 horas	COP \$3.100.000	Eliminación de desperdicios y sostenibilidad
Universidad de los Andes – Gestión de activos con IA y mantenimiento predictivo	Colombia / Virtual	25 horas	COP \$1.749.000	IA aplicada al mantenimiento predictivo

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Gerencia estratégica de mantenimiento (ISO 55000)	Colombia / Virtual o Presencial	40 horas	COP \$1.512.000	Gestión de activos bajo estándares internacionales
EAFIT / ITM – Diplomados en mantenimiento industrial y predictivo	Colombia / Mixta	80 – 104 horas	COP \$ 2.478.300	Mejora continua y confiabilidad operacional

*Nota:* Tabla de elaboración propia (2025)

Un análisis comparativo de esta oferta permite identificar algunas tendencias comunes. En primer lugar, se observa una concentración de programas de corta y mediana duración, con intensidades horarias que oscilan entre 25 y 80 horas, orientados principalmente a la capacitación ejecutiva o técnica. En segundo lugar, la mayoría de los cursos privilegia la enseñanza de herramientas específicas —como 5S, Kaizen, VSM o TPM—, pero no siempre profundiza en su integración sistemática dentro de la gestión del mantenimiento. Finalmente, aunque existen propuestas con un alto nivel de especialización, estas suelen presentar costos elevados o requerir certificaciones previas, lo que puede limitar el acceso de técnicos y profesionales que buscan procesos formativos progresivos.

Esta diversidad de programas evidencia la existencia de un mercado educativo competitivo y en expansión, lo cual valida la pertinencia de diseñar nuevas propuestas formativas que respondan a nichos específicos no plenamente cubiertos. En particular, se identifica una oportunidad clara para cursos que integren de manera explícita los principios del Lean Manufacturing con la gestión del mantenimiento industrial, bajo un enfoque aplicado, flexible y orientado al desarrollo de competencias operativas sostenibles.

En este contexto, el curso de educación continua propuesto en el presente trabajo se diferencia al plantear una articulación directa entre la filosofía Lean y los procesos de mantenimiento, superando la visión fragmentada que caracteriza a parte de la oferta actual. Mientras muchos programas abordan el Lean desde una perspectiva general o el mantenimiento desde un enfoque técnico aislado, la propuesta formativa aquí desarrollada busca integrar ambos campos en un modelo coherente de intervención, centrado en la confiabilidad de los activos, la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos.

Adicionalmente, la propuesta considera elementos estratégicos como la flexibilidad en la modalidad, la orientación práctica mediante simulaciones y proyectos aplicados, y un equilibrio entre duración, contenido y costo, factores determinantes para la aceptación de programas de educación continua en el sector industrial. De acuerdo con los resultados de las encuestas y el análisis del mercado existente, estas características incrementan la probabilidad de éxito del curso, al posicionarlo como una alternativa formativa accesible y de alto valor para técnicos, ingenieros y organizaciones interesadas en fortalecer su cultura de mejora continua.

En síntesis, la oferta actual de educación continua en Lean Manufacturing y mantenimiento industrial muestra un escenario favorable para la implementación de nuevas propuestas formativas, caracterizado por una alta demanda de capacitación especializada y una diversidad de alternativas educativas. Sin embargo, también revela la necesidad de programas que integren de manera más sólida la teoría Lean con la práctica del mantenimiento, atendiendo las brechas identificadas en la formación técnica y organizacional. En este marco, el curso propuesto se presenta como una respuesta pertinente a las dinámicas del mercado educativo y a las necesidades reales del sector industrial, consolidando su viabilidad académica y su potencial impacto en la mejora del desempeño operativo.

### 3.3. Diagnóstico de Necesidades Formativas

El diagnóstico de necesidades formativas constituye un proceso esencial para garantizar que el diseño del curso de educación continua responda de manera precisa a las brechas reales de conocimiento, habilidades y actitudes del personal de mantenimiento en el contexto de la implementación del Lean Manufacturing. Más que una etapa preliminar, este análisis representa la base sobre la cual se estructura una propuesta formativa pertinente, alineada con los desafíos técnicos y organizacionales del entorno industrial.

En una primera fase, la identificación de necesidades debe partir del análisis de indicadores operativos clave, tales como el cumplimiento de los planes de mantenimiento, la disponibilidad de los equipos, el Overall Equipment Effectiveness (OEE), la frecuencia de fallas no planificadas y los niveles de defectos en los procesos productivos. Estos indicadores permiten establecer un diagnóstico objetivo del desempeño actual y evidenciar áreas críticas donde la gestión del mantenimiento requiere fortalecimiento. En este sentido, estudios recientes demuestran que la aplicación estructurada de herramientas Lean —como las 5S y el Value Stream Mapping— puede generar mejoras significativas en la disponibilidad de equipos y en la eficiencia de los procesos, siempre que estas se acompañen de procesos formativos adecuados (Santisteban Siesquén, 2024).

De manera similar, investigaciones desarrolladas en empresas metalmeccánicas de la región evidencian que la adopción de técnicas Lean permite obtener beneficios económicos y operativos relevantes, en la medida en que se identifiquen con precisión los puntos donde se concentran las pérdidas y los desperdicios (Melgarejo & Valle, 2024). Asimismo, una revisión bibliométrica sobre Lean Maintenance destaca la importancia de herramientas como el Total Productive Maintenance (TPM), el Single-Minute Exchange of Die (SMED), las 5S y el Kaizen,

señalando que su impacto en la gestión del mantenimiento depende directamente de una implementación sistemática y del nivel de formación continua del personal involucrado (Paredes et al., 2023). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de que el diagnóstico formativo identifique no solo qué herramientas se utilizan, sino cómo se aplican y con qué nivel de apropiación técnica.

De manera complementaria al análisis de indicadores, resulta fundamental evaluar el nivel de conocimiento técnico, las actitudes frente al cambio y la disposición hacia el aprendizaje del personal de mantenimiento. Estudios realizados en empresas del sector textil colombiano muestran que, aunque existe una actitud mayoritariamente favorable hacia el Lean Manufacturing —con altos porcentajes de trabajadores que valoran positivamente su adopción—, persiste una brecha significativa en cuanto al reconocimiento de la necesidad de capacitación sistemática para interiorizar sus herramientas (González Gaitán et al., 2018). Esta situación evidencia una diferencia entre la aceptación conceptual del enfoque Lean y su aplicación consistente en la práctica cotidiana, lo cual subraya la importancia de diseñar programas formativos continuos, contextualizados y orientados a la acción.

El diagnóstico debe considerar también el nivel de experiencia previa del personal con metodologías Lean y la forma en que se ha desarrollado su aprendizaje. En numerosos casos, especialmente en pequeñas y medianas empresas, los procesos de capacitación se han llevado a cabo de manera empírica e informal, sin el respaldo de programas institucionales ni de metodologías pedagógicas estructuradas. Esta realidad ha conducido, con frecuencia, a implementaciones parciales de las herramientas Lean y a una comprensión limitada de su alcance estratégico. Frente a este escenario, la identificación de necesidades formativas debe contemplar la inclusión de módulos de nivelación, refuerzo conceptual y estrategias de evaluación con

retroalimentación continua, que permitan consolidar los aprendizajes y garantizar su aplicación efectiva en el entorno laboral.

Además de las variables técnicas y actitudinales, es indispensable incorporar en el diagnóstico los factores organizacionales que influyen en la efectividad de los procesos formativos. Elementos como el compromiso de los líderes, la calidad de los canales de comunicación interna, la disponibilidad de tiempo para la capacitación y el respaldo de la alta dirección desempeñan un papel determinante en el éxito de las iniciativas de formación en Lean Manufacturing. Diversos estudios señalan que la sostenibilidad de los programas Lean depende en gran medida del acompañamiento directivo y de la articulación entre los distintos niveles jerárquicos de la organización, lo que convierte estos aspectos en variables críticas a considerar durante el levantamiento de información.

En este sentido, la identificación de necesidades formativas no se limita a detectar carencias individuales, sino que busca comprender el entorno organizacional en el que se insertará el curso de educación continua. Este enfoque sistémico permite diseñar una propuesta formativa que no solo fortalezca competencias técnicas, sino que también contribuya a crear condiciones favorables para la implementación del Lean en la gestión del mantenimiento, promoviendo la coherencia entre capacitación, cultura organizacional y objetivos estratégicos.

En síntesis, el diagnóstico de necesidades formativas integra diversas fuentes de información —indicadores operativos, percepciones y experiencias del personal, y factores organizacionales— con el propósito de construir una propuesta educativa pertinente, contextualizada y orientada a resultados. A partir de este análisis, el curso de educación continua podrá focalizar sus contenidos en el desarrollo de competencias críticas, cerrar vacíos reales de

desempeño y consolidar una base sólida para la aplicación efectiva del Lean Manufacturing en la gestión del mantenimiento industrial.

### **3.4. Diseño del instrumento de recolección de información**

Con el propósito de evaluar la viabilidad y pertinencia de implementar un curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, se diseñó una estrategia de recolección de información basada en instrumentos tipo encuesta. Estos instrumentos permitieron obtener datos directos de los principales actores involucrados en la gestión del mantenimiento industrial, integrando tanto la visión estratégica como la perspectiva operativa.

El diseño metodológico partió del reconocimiento de que la adopción de un enfoque Lean en el mantenimiento no depende únicamente de la disponibilidad de herramientas técnicas, sino también del nivel de conocimiento previo, la disposición al cambio y las expectativas de quienes participan en los procesos organizacionales. Por esta razón, se optó por construir dos cuestionarios diferenciados, adaptados a los perfiles de los encuestados, con el fin de captar información pertinente, contextualizada y útil para la toma de decisiones académicas y formativas.

Los instrumentos fueron elaborados bajo criterios de claridad, pertinencia y coherencia, asegurando que cada ítem se alinea con los objetivos del estudio y con los requerimientos del diseño del curso propuesto. Asimismo, se priorizó la utilización de preguntas cerradas de opción múltiple, lo que facilitó la sistematización de los datos y permitió un análisis comparativo entre grupos.

### **3.4.1. Población y muestra**

El diseño del instrumento de recolección de información cumplió una doble función dentro del desarrollo de esta investigación. Por un lado, permitió realizar un diagnóstico inicial sobre el nivel de conocimiento, interés y percepción frente al Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento; y, por otro, se constituyó en un insumo estratégico para validar la pertinencia del curso propuesto, orientar su estructura curricular y fortalecer la coherencia entre las necesidades reales del sector industrial y la propuesta académica planteada en este trabajo de grado.

Con el objetivo de evaluar la viabilidad de implementar el curso, se diseñaron y aplicaron dos instrumentos diferenciados, atendiendo a los perfiles clave involucrados en la gestión del mantenimiento industrial:

a) Altos mandos, conformados por directivos, jefes y coordinadores de área, responsables de la planeación estratégica, la asignación de recursos y la definición de políticas de capacitación.

b) Operarios y personal técnico, directamente vinculados con las labores de mantenimiento, quienes representan el nivel operativo donde se materializan las prácticas Lean.

Esta segmentación permitió captar de manera equilibrada tanto la visión estratégica de la dirección como la perspectiva práctica del personal técnico, reconociendo que la implementación efectiva del Lean requiere la articulación entre ambos niveles organizacionales.

#### **3.4.1.1. Determinación teórica del tamaño de muestra**

Con el fin de establecer un referente metodológico sobre el número de encuestas necesarias para contar con una muestra estadísticamente representativa, se consideró la ecuación clásica para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas, ampliamente utilizada en estudios sociales y educativos:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- $n$  = tamaño de la muestra requerida
- $N$  = tamaño de la población
- $Z$  = valor correspondiente al nivel de confianza
- $p$  = probabilidad de ocurrencia del fenómeno (0,5)
- $q = 1 - p$
- $e$  = margen de error permitido

Para el presente estudio, la población estuvo conformada por un total de 442 personas (436 egresados del programa de ingeniería mecánica y 6 líderes de área externos). Asumiendo un nivel de confianza del 95 % ( $Z = 1,96$ ), una proporción esperada máxima de variabilidad ( $p = 0,5$ ;  $q = 0,5$ ) y un margen de error del 10 %, el tamaño de muestra teórico se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{442 \cdot (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(442 - 1) \cdot (0,10)^2 + (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}$$

$$n \approx 81 \text{ encuestas}$$

Desde una perspectiva estadística, este valor representa el número ideal de respuestas para garantizar una mayor precisión en la estimación de resultados. Sin embargo, en la práctica de los estudios aplicados al ámbito educativo e industrial, es frecuente enfrentar limitaciones operativas asociadas a la disponibilidad de tiempo, la carga laboral de los participantes y la tasa de respuesta en instrumentos digitales.

En el presente trabajo se obtuvieron 49 respuestas efectivas, lo que equivale a una tasa de respuesta del 9,9 % sobre el total de la población contactada. Si bien esta cifra se sitúa por debajo del tamaño de muestra teórico recomendado, los resultados mantienen un alto valor metodológico desde una perspectiva exploratoria, ya que permiten identificar tendencias claras, percepciones dominantes y necesidades formativas relevantes para el diseño del curso propuesto.

### ***3.4.2. Estructura de las encuestas***

La construcción de los cuestionarios se orientó a garantizar que cada pregunta aportara información útil para los objetivos de la investigación, evitando ítems ambiguos o redundantes. Para ello, el diseño se fundamentó en criterios de claridad, pertinencia y relevancia, de modo que los encuestados comprendieran con facilidad el sentido de cada pregunta y que las respuestas obtenidas reflejaran de manera fiel sus percepciones, conocimientos e intereses frente al Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento.

Desde una perspectiva metodológica, las preguntas fueron formuladas con base en una alineación directa entre los objetivos del estudio y las variables de análisis, lo que permitió estructurar el instrumento en tres bloques temáticos claramente diferenciados: conocimiento previo, interés y disposición, y expectativas y pertinencia. Esta organización facilitó la lectura del cuestionario y favoreció la coherencia interna del instrumento.

En el bloque de conocimiento previo, se diseñaron preguntas orientadas a identificar el grado de familiaridad de los participantes con el concepto de Lean Manufacturing, sus principios generales y su posible aplicación en el ámbito del mantenimiento industrial. Estas preguntas permitieron establecer una línea base sobre el nivel de apropiación conceptual existente en ambos grupos, sin presuponer conocimientos técnicos avanzados.

El bloque de interés y disposición incluyó ítems destinados a explorar la motivación de los encuestados frente a la posibilidad de participar en un curso de formación en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento. En este apartado se incorporaron preguntas relacionadas con la disposición a invertir tiempo en capacitación, las preferencias de modalidad y las condiciones que facilitarían su participación, con el fin de identificar factores que inciden en la viabilidad real de la propuesta formativa.

Por su parte, el bloque de expectativas y pertinencia se orientó a recoger la percepción sobre la utilidad del curso y los beneficios esperados tanto a nivel individual como organizacional. En este segmento, las preguntas buscaron establecer el valor que los participantes atribuyen a la formación continua como herramienta para mejorar el desempeño operativo, fortalecer la cultura de mejora continua y contribuir a los objetivos estratégicos de la organización.

Aunque la estructura conceptual de los cuestionarios fue común para ambos grupos, el lenguaje y el enfoque de las preguntas se adaptaron cuidadosamente al perfil de los encuestados. En el caso de los altos mandos, se privilegiaron formulaciones de carácter estratégico, centradas en la eficiencia, la optimización de recursos y el impacto organizacional de la capacitación. Para los operarios, en cambio, se empleó un lenguaje más directo y práctico, enfocado en la aplicabilidad del aprendizaje, la mejora del desempeño cotidiano y la motivación personal para capacitarse.

En cuanto a la tipología de los ítems, se optó principalmente por preguntas cerradas de opción múltiple, lo que permitió estandarizar las respuestas y facilitar su posterior análisis estadístico descriptivo. Esta decisión metodológica respondió a la necesidad de comparar tendencias entre ambos grupos y de obtener resultados claros para sustentar el diseño del curso.

Previo a la aplicación definitiva, los cuestionarios fueron sometidos a un proceso de revisión y validación interna, con el fin de verificar la coherencia entre los objetivos de la investigación, los bloques temáticos definidos y los ítems formulados. Posteriormente, los instrumentos se distribuyeron en formato digital, lo que permitió una recolección sistematizada de la información, redujo errores de transcripción y optimizó los tiempos de procesamiento de los datos.

En síntesis, la estructura de las encuestas respondió a un diseño metodológico intencional, orientado no solo a describir percepciones, sino a generar información estratégica que sustentara de manera sólida la pertinencia y viabilidad del curso.

### **3.5. Análisis de Datos a las Encuestas**

Con el propósito de evaluar la pertinencia y viabilidad de diseñar e implementar un curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, se aplicaron encuestas a dos grupos de interés estratégicos dentro del sector industrial: operarios y personal técnico, por una parte, y directivos y responsables de la gestión estratégica, por otra. El análisis comparativo de las respuestas permitió identificar tanto puntos de convergencia como diferencias significativas entre ambos grupos, lo que aporta evidencia empírica para sustentar la propuesta formativa desarrollada en este trabajo.

Las encuestas fueron enviadas a una población total de 442 personas —436 egresados del programa de ingeniería mecánica y 6 líderes de área externos—, de las cuales se obtuvieron 49 respuestas efectivas, correspondientes a una tasa de respuesta del 9,9 %. Aunque este tamaño muestral no permite realizar inferencias estadísticas con altos niveles de generalización, los resultados poseen un valor metodológico relevante desde una perspectiva exploratoria, ya que permiten identificar tendencias, percepciones dominantes y necesidades formativas prioritarias.

En el marco de estudios orientados al diseño de propuestas educativas, este tipo de evidencia resulta especialmente útil para orientar decisiones curriculares preliminares y fundamentar la pertinencia de la intervención formativa.

Desde una perspectiva metodológica, los datos obtenidos se interpretan como un diagnóstico inicial, que proporciona insumos para la estructuración del curso y sienta las bases para futuras aplicaciones del instrumento con muestras más amplias y diseños probabilísticos, en caso de que se busque fortalecer la validación estadística de la propuesta.

### ***3.5.1. Análisis de resultados del grupo de altos mandos***

Como se aprecia en la **Figura 3**, el análisis de las respuestas correspondientes al grupo de altos mandos evidencia un nivel general de familiaridad con el concepto de Lean Manufacturing. La totalidad de los participantes de este segmento estuvo conformada por hombres, con edades comprendidas entre los 22 y los 50 años, quienes manifestaron distintos grados de conocimiento sobre la filosofía Lean. No obstante, un hallazgo relevante es que la mayoría coincidió en señalar que este enfoque no se ha implementado de manera sistemática en sus respectivas áreas de trabajo.

Este resultado pone de manifiesto una brecha frecuente en el contexto industrial latinoamericano: el reconocimiento teórico de metodologías de mejora continua no siempre se traduce en prácticas organizacionales consolidadas. En este sentido, la ausencia de una implementación estructurada del Lean en el mantenimiento se asocia, según los propios directivos, a limitaciones como la falta de personal capacitado, la presión por los costos operativos y la priorización de soluciones de corto plazo frente a estrategias de mejora sostenida.

De manera consistente, los encuestados coincidieron en que sus equipos técnicos se beneficiarían de un curso especializado, orientado específicamente a la aplicación del Lean Manufacturing en los procesos de mantenimiento. Esta percepción se sustenta en la identificación de retos recurrentes del sector, entre los que destacan la baja eficiencia operativa, la alta incidencia de fallas no planificadas y la dificultad para estandarizar procedimientos.

Asimismo, se observó una actitud favorable hacia la inversión en formación continua, condicionada a que esta demuestre beneficios tangibles en términos de reducción de costos, optimización de recursos y mejora de indicadores de desempeño. En cuanto a la modalidad de enseñanza, los participantes manifestaron una preferencia clara por esquemas virtuales o híbridos, lo que refleja la necesidad de compatibilizar los procesos de capacitación con las dinámicas laborales propias de los entornos industriales, caracterizados por jornadas extensas y alta rotación de turnos.

**Figura 1. Respuestas recolectadas de las encuestas realizadas a los mandos altos y medios de áreas de mantenimiento.**

¿Cuál es su género?			¿Cuántos años tiene?		
Hombre	6	100,00%	De 46 a 55	5	83,33%
Mujer	0	0,00%	De 26 a 35	1	16,67%
¿Qué cargo ocupa actualmente en su empresa?			¿Está familiarizado con el concepto de Lean Manufacturing?		
Otro cargo	3	50,00%	Sí, pero no a profundidad	3	50,00%
Gerente General	1	16,67%	Sí, tengo buen conocimiento del tema	2	33,33%
Gerente de planta	1	16,67%	Se que es, pero no lo he explorado	1	16,67%
Lider de operación	1	16,67%	No estoy familiarizado	0	0,00%
¿Ha considerado implementar Lean Manufacturing en las áreas de mantenimiento?			¿Cuál considera que es el principal reto que enfrenta su sector industrial?		
Sí, lo aplicamos actualmente	0	0,00%	Falta de personal capacitado	3	50,00%
Lo estamos evaluando	6	100,00%	Baja eficiencia operativa	2	33,33%
Aún no, pero me interesa	0	0,00%	Costos operativos	1	16,67%
¿Cree que su equipo técnico se beneficiaría con un curso en Lean Manufacturing?			¿Estaría dispuesto a invertir en formación continua para su personal técnico?		
Sí, sin duda	4	66,67%	Sí, siempre que se evidencien beneficios	4	66,67%
Tal vez si es adecuado al contexto	2	33,33%	Sí, si existen apoyos externos	1	16,67%
No lo he considerado	0	0,00%	No por el momento, pero podría considerarse	1	16,67%
¿Cómo prefiere que se ofrezcan estos cursos de capacitación?					
Virtual en vivo	2	33,33%			
Virtual grabado (a mi ritmo)	1	16,67%			
Híbrido (algunas clases en vivo, otras grabadas)	3	50,00%			

Nota. Ilustración de elaboración propia (2025).

### 3.5.2. Análisis de resultados del grupo de operarios y personal técnico

En contraste con los directivos, el análisis de las respuestas del grupo de operarios — presentado en la Figura 4— evidencia un nivel de conocimiento más limitado sobre Lean Manufacturing. La muestra estuvo conformada mayoritariamente por hombres (89 %) y, en menor proporción, por mujeres (11 %), con un rango de edad predominante entre los 26 y los 35 años. Si bien la mayoría manifestó haber escuchado el término Lean, los niveles de profundidad

conceptual fueron heterogéneos, lo que sugiere una aproximación fragmentada y poco sistemática a esta filosofía en el ámbito operativo.

Este hallazgo resulta especialmente relevante desde la perspectiva formativa, ya que confirma la existencia de una brecha entre la demanda organizacional de prácticas Lean y la preparación técnica del personal encargado de ejecutarlas. En este contexto, la capacitación adquiere un papel estratégico no solo como mecanismo de transmisión de conocimientos, sino como herramienta para fortalecer la apropiación cultural de la mejora continua.

A pesar de estas limitaciones conceptuales, el análisis de las respuestas revela un alto nivel de interés en recibir formación. La mayoría de los operarios manifestó disposición para participar en el curso, siempre que este sea práctico, aplicable y adaptado a las condiciones reales de su entorno laboral. En cuanto a la percepción de beneficios, los encuestados coincidieron en que la implementación del Lean Manufacturing en el mantenimiento puede contribuir de manera significativa a mejorar la gestión diaria, reducir reprocesos y facilitar la resolución de problemas recurrentes.

Respecto a la modalidad, se identificó una clara preferencia por esquemas virtuales, tanto sincrónicos como asincrónicos, que permitan a los participantes avanzar a su propio ritmo y conciliar la formación con las exigencias de sus jornadas laborales. Este resultado refuerza la pertinencia de diseñar propuestas educativas flexibles, alineadas con las dinámicas reales del personal operativo.

**Figura 2. Respuestas recolectadas de las encuestas realizadas a los egresados del programa de ingeniería mecánica**

¿Cuál es su género?			¿Cuántos años tiene?		
Hombre	34	89,47%	De 18 a 25	3	7,89%
			De 26 a 35	23	60,53%
Mujer	4	10,53%	De 36 a 45	9	23,68%
			De 46 a 55	3	7,89%
¿Ha escuchado hablar del concepto Lean Manufacturing?			¿Cree que aplicar Lean Manufacturing puede mejorar la gestión del mantenimiento?		
Sí, lo conozco bien	7	18,42%	Sí, definitivamente	16	42,11%
Sí, pero sé poco	20	52,63%	Posiblemente sí	13	34,21%
He oído el término, pero no sé qué es	10	26,32%	No estoy seguro/a	9	23,68%
No, nunca	1	2,63%	No lo creo	0	0,00%
¿Le interesaría tomar un curso sobre Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento?			¿Cómo prefiere que sea el curso?		
Sí, me interesa mucho	14	36,84%	Presencial en la sede universitaria	3	9,68%
Tal vez, si es práctico	17	44,74%	Virtual en vivo	14	45,16%
No estoy muy interesado/a	6	15,79%	Virtual grabado (a mi ritmo)	6	19,35%
No, no me interesa	1	2,63%	Híbrido	8	25,81%
¿En que franja horaria se le facilitaría realizar el curso?					
De lunes a viernes (8:00 am - 5:00 pm)	3	9,68%			
Viernes tarde a Sábado en la mañana	8	25,81%			
De lunes a viernes (6:00 pm - 10:00 pm)	17	54,84%			
Intensivo en fin de semana	3	9,68%			

Nota. Ilustración de elaboración propia (2025).

### ***3.5.3. Análisis comparativo***

El análisis comparativo de los resultados obtenidos en ambos grupos permite identificar diferencias estructurales y puntos de convergencia que resultan determinantes para el diseño de la propuesta formativa.

Desde el punto de vista del nivel de conocimiento, los directivos presentan una mayor familiaridad conceptual con el Lean Manufacturing, mientras que los operarios evidencian una comprensión más limitada y fragmentada. Esta diferencia refleja una brecha habitual en las organizaciones industriales, donde los enfoques estratégicos de mejora continua suelen concentrarse en los niveles directivos, sin lograr una transferencia sistemática hacia los niveles operativos encargados de su ejecución cotidiana.

En términos de percepción de valor, ambos grupos coinciden en reconocer la utilidad potencial del Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, aunque desde perspectivas complementarias. Los altos mandos asocian la capacitación principalmente con la optimización de recursos, la reducción de costos y la mejora de indicadores de desempeño, mientras que los operarios la vinculan con el mejoramiento de sus competencias técnicas, la eficiencia en la resolución de problemas y el fortalecimiento de su desempeño laboral. Esta dualidad de enfoques evidencia que la propuesta formativa tiene la capacidad de generar valor tanto en el plano estratégico como en el operativo.

En relación con la disposición hacia la capacitación, los resultados muestran una coincidencia significativa: ambos grupos manifiestan una actitud favorable frente a la implementación del curso, siempre que este responda a criterios de aplicabilidad práctica y flexibilidad metodológica. Esta convergencia constituye un factor crítico de éxito, ya que la

literatura sobre implementación del Lean destaca que la alineación entre dirección y personal operativo es un requisito fundamental para la sostenibilidad de los procesos de mejora continua.

Asimismo, se observa una clara convergencia en las preferencias por la modalidad de formación. Tanto directivos como operarios privilegian esquemas virtuales o híbridos, lo que refleja una transformación en las dinámicas de capacitación industrial y refuerza la pertinencia de diseñar una propuesta educativa que incorpore entornos digitales, metodologías activas y recursos asincrónicos.

Desde una perspectiva organizacional, estos resultados permiten inferir que la principal necesidad formativa no se limita a la difusión conceptual del Lean Manufacturing, sino que se orienta hacia la construcción de un lenguaje común entre los distintos niveles jerárquicos, capaz de articular la visión estratégica con la acción operativa. En este sentido, el curso propuesto se perfila como un espacio de convergencia formativa que puede contribuir a reducir las brechas existentes entre la planeación y la ejecución de las iniciativas de mejora continua.

El análisis comparativo también pone de relieve que la efectividad de la formación en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento dependerá de su capacidad para integrar contenidos técnicos con componentes culturales, de liderazgo y de trabajo colaborativo. La coincidencia en la disposición hacia la capacitación, sumada a la diferencia en los niveles de conocimiento, configura un escenario propicio para una intervención educativa estructurada, progresiva y orientada al impacto organizacional.

### **3.6. Síntesis del diagnóstico y necesidades identificadas**

El análisis integral de la información recolectada a través de las encuestas, así como del estudio del contexto formativo y organizacional abordado en las secciones precedentes, permite consolidar un diagnóstico claro sobre la situación actual de la formación en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento y sobre las principales necesidades del sector industrial en este ámbito.

En primer lugar, se evidencia una brecha significativa entre el reconocimiento conceptual y la aplicación práctica del enfoque Lean en los procesos de mantenimiento. Si bien los directivos manifiestan familiaridad con la filosofía de mejora continua, su implementación en las organizaciones no se realiza de manera sistemática ni estructurada, lo que limita su impacto en la eficiencia operativa. Por su parte, el personal técnico presenta un nivel de conocimiento más incipiente, lo que refuerza la existencia de una asimetría formativa entre los niveles estratégico y operativo.

Este escenario permite identificar como primera necesidad prioritaria la formación integral y transversal en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, orientada no solo a la adquisición de conceptos, sino al desarrollo de competencias prácticas que permitan trasladar los principios de la mejora continua al quehacer cotidiano de los equipos técnicos y de gestión.

En segundo lugar, el diagnóstico revela una alta disposición hacia la capacitación por parte de ambos grupos de interés. Tanto directivos como operarios manifiestan una actitud favorable frente a la implementación de programas de formación, siempre que estos estén alineados con las realidades del entorno industrial. Esta disposición constituye una condición favorable para la viabilidad del curso propuesto, pero también plantea una necesidad clara:

diseñar una oferta educativa que sea pertinente, flexible y orientada a resultados concretos, evitando enfoques excesivamente teóricos o desvinculados de la práctica.

Desde el punto de vista organizacional, se identifica como necesidad estratégica la articulación entre los objetivos corporativos y los procesos formativos. Los directivos asocian la capacitación con la reducción de costos, la optimización de recursos y la mejora del desempeño, mientras que los operarios la relacionan con el fortalecimiento de sus competencias técnicas y su desarrollo profesional. Esta convergencia de intereses evidencia que la propuesta formativa debe asumir un enfoque integrador, capaz de responder simultáneamente a las expectativas de eficiencia organizacional y a las aspiraciones de crecimiento individual.

Otro elemento central del diagnóstico corresponde a las preferencias metodológicas expresadas por los participantes. La inclinación mayoritaria hacia modalidades virtuales e híbridas refleja una transformación en las dinámicas de aprendizaje en el sector industrial y pone de manifiesto la necesidad de incorporar estrategias pedagógicas flexibles, apoyadas en entornos digitales, que faciliten la conciliación entre las exigencias laborales y los procesos de formación continua.

Asimismo, el análisis permite identificar una necesidad latente de estandarización conceptual y operativa en torno al Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento. La diversidad de interpretaciones sobre el enfoque Lean, observada en las respuestas de los encuestados, sugiere la conveniencia de consolidar un marco formativo común que unifique criterios, lenguaje técnico y metodologías de intervención, favoreciendo una implementación más coherente y sostenible dentro de las organizaciones.

En síntesis, el diagnóstico realizado permite establecer que el curso propuesto responde a un conjunto de necesidades claramente identificadas:

- La reducción de la brecha entre conocimiento y aplicación del Lean Manufacturing en mantenimiento.
- El fortalecimiento de las competencias técnicas y estratégicas del talento humano.
- La articulación entre los objetivos organizacionales y los procesos formativos.
- La adaptación de la capacitación a modalidades flexibles y acordes con las dinámicas del sector industrial.
- La consolidación de un enfoque común que favorezca la implementación efectiva de la mejora continua.

Estas necesidades, identificadas de manera consistente a lo largo del capítulo, constituyen el fundamento diagnóstico que justifica la pertinencia académica, técnica y organizacional del diseño del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, y orientan de manera directa la formulación de la propuesta presentada en los capítulos posteriores.

#### **4. Fundamentos Pedagógicos para el Diseño del Curso**

El diseño de un curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial exige una fundamentación pedagógica sólida que garantice la pertinencia, coherencia y efectividad del proceso formativo. Más allá de la selección de contenidos técnicos, resulta imprescindible definir los enfoques educativos que orientarán la construcción de experiencias de aprendizaje significativas, alineadas tanto con las necesidades del sector industrial como con las características de los participantes.

Los resultados del diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior evidencian brechas en el nivel de apropiación del enfoque Lean, así como una alta disposición hacia la formación continua por parte de directivos y personal técnico. En este contexto, el presente capítulo establece los fundamentos pedagógicos que sustentan el diseño del curso propuesto, integrando enfoques contemporáneos como la formación por competencias, el aprendizaje experiencial, el aprendizaje integrado al trabajo y las metodologías activas, con el fin de garantizar una transferencia efectiva del conocimiento al entorno productivo.

##### **4.1. Educación continua y formación por competencias**

La educación continua constituye el eje estructural del diseño del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial, al responder directamente a las transformaciones que caracterizan el entorno productivo contemporáneo. En un contexto marcado por la alta competitividad, la innovación tecnológica constante y la exigencia de eficiencia operativa, la formación de los trabajadores deja de ser una acción puntual para convertirse en un proceso permanente de actualización y desarrollo profesional.

Desde esta perspectiva, el curso se concibe como una estrategia pedagógica orientada a fortalecer la capacidad de adaptación del talento humano frente a los cambios asociados a la automatización, la digitalización de procesos y las nuevas exigencias de sostenibilidad organizacional. La educación continua no se limita, por tanto, a la transmisión de contenidos técnicos, sino que se articula como un modelo formativo integral, capaz de responder de manera sistemática a las necesidades reales del entorno industrial.

En este marco, el enfoque por competencias adquiere un papel central en el diseño pedagógico del curso. Este enfoque permite orientar el proceso formativo hacia el desarrollo equilibrado de competencias técnicas, cognitivas y actitudinales, fundamentales para el desempeño efectivo en contextos productivos. La propuesta formativa se estructura, así, alrededor de tres dimensiones complementarias:

- Competencias técnicas, asociadas al dominio de herramientas Lean aplicadas al mantenimiento, como 5S, SMED, Kaizen y análisis de fallas.
- Competencias cognitivas, vinculadas con la capacidad de análisis, la toma de decisiones y la resolución sistemática de problemas operativos.
- Competencias actitudinales, relacionadas con la disposición al cambio, el trabajo colaborativo y la apropiación de la cultura de mejora continua.

Este enfoque responde directamente a los resultados del diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior, en el cual se evidenció la necesidad de fortalecer no solo el conocimiento conceptual sobre Lean Manufacturing, sino su aplicación efectiva en el entorno laboral. De esta manera, la formación por competencias se convierte en el puente entre la capacitación teórica y la transformación real de las prácticas de mantenimiento.

Asimismo, el diseño del curso incorpora los principios del aprendizaje permanente (lifelong learning), reconociendo que el desarrollo profesional no se agota en una etapa específica de la vida laboral, sino que debe acompañar de manera continua la trayectoria del trabajador. Esta concepción se alinea con las demandas actuales del sector industrial, donde los perfiles ocupacionales evolucionan constantemente como resultado de la transformación digital, la incorporación de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y los sistemas ciberfísicos, y la redefinición de los procesos productivos.

En coherencia con esta dinámica, el curso integra modalidades y recursos pedagógicos flexibles, tales como plataformas virtuales de aprendizaje, simuladores industriales y entornos digitales colaborativos, que facilitan la construcción de trayectorias formativas personalizadas y favorecen la autonomía del aprendiz. De este modo, la educación continua se materializa no solo en el acceso a contenidos, sino en la creación de ecosistemas de aprendizaje que acompañan al trabajador en su desarrollo profesional.

Desde el punto de vista metodológico, la formación por competencias se apoya en estrategias didácticas orientadas a la experiencia y la aplicación práctica. En este sentido, el aprendizaje experiencial se incorpora como principio pedagógico fundamental, al permitir que los participantes construyan conocimiento a partir de la acción, la reflexión y la transferencia directa al contexto operativo. A través de actividades como el análisis de casos reales, la simulación de procesos de mantenimiento y la resolución de problemas técnicos, los participantes no solo adquieren conocimientos, sino que desarrollan habilidades para intervenir de manera efectiva en su entorno laboral.

De forma complementaria, el diseño del curso integra el aprendizaje integrado al trabajo (Work Integrated Learning – WIL) como estrategia para fortalecer la pertinencia del proceso

formativo. Este enfoque permite que los participantes apliquen los aprendizajes en situaciones reales o simuladas de su propio contexto organizacional, favoreciendo la consolidación de competencias y la apropiación de prácticas asociadas a la cultura Lean, como la estandarización, la disciplina operativa y la responsabilidad compartida por los resultados.

Otro componente esencial de la educación continua, incorporado en el diseño pedagógico del curso, es la formación colaborativa. El trabajo en equipos multidisciplinarios para el análisis de desperdicios, la formulación de propuestas de mejora y la evaluación de indicadores técnicos fortalece no solo la transferencia de conocimientos, sino también el sentido de pertenencia, la cohesión organizacional y la construcción colectiva de soluciones. Estas dinámicas reproducen, en el espacio formativo, las lógicas de trabajo propias de los entornos Lean.

La flexibilidad metodológica constituye igualmente un principio orientador del curso. Las actividades formativas se estructuran de manera que puedan desarrollarse en modalidades presenciales, virtuales o híbridas, combinando sesiones de trabajo autónomo, encuentros sincrónicos y prácticas en el puesto de trabajo. Esta flexibilidad permite que el aprendizaje se integre de manera orgánica a la rutina laboral, reduciendo las barreras asociadas al tiempo y a la disponibilidad operativa.

No obstante, el diseño del curso también reconoce los retos que enfrenta la educación continua en el sector industrial, como las limitaciones presupuestales, las brechas tecnológicas, la resistencia al cambio y la falta de alineación entre la oferta formativa y las necesidades reales de las organizaciones. Frente a estos desafíos, la propuesta pedagógica apuesta por un modelo de formación pertinente, contextualizado y orientado a resultados, que evidencie el valor estratégico de la capacitación como inversión y no como gasto.

Finalmente, la educación continua y la formación por competencias se integran en este proyecto como pilares para la consolidación de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. En el ámbito específico del mantenimiento industrial bajo la filosofía Lean Manufacturing, la formación se configura como el principal soporte para la sostenibilidad de los procesos de cambio, al articular desarrollo técnico, transformación cultural y fortalecimiento del capital humano dentro de un mismo sistema de gestión del conocimiento.

En síntesis, esta sección establece los fundamentos pedagógicos que orientan el diseño del curso, entendiendo la educación continua no solo como una estrategia de actualización profesional, sino como un dispositivo formativo clave para la competitividad organizacional, la apropiación de la cultura Lean y la transformación efectiva de las prácticas de mantenimiento en el entorno industrial.

#### **4.2. Aprendizaje experiencial en contextos industriales**

El aprendizaje experiencial constituye uno de los pilares metodológicos del diseño del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, al responder directamente a la necesidad de articular el conocimiento teórico con la práctica operativa en entornos industriales reales. En contextos productivos, donde las decisiones técnicas impactan de manera inmediata en la eficiencia, la seguridad y los costos, el aprendizaje basado exclusivamente en la transmisión de contenidos resulta insuficiente para generar transformaciones sostenibles en las prácticas laborales.

Desde esta perspectiva, el curso adopta el aprendizaje experiencial como una estrategia pedagógica que sitúa al participante en el centro del proceso formativo, promoviendo la construcción del conocimiento a partir de la acción, la reflexión sistemática y la aplicación

directa en situaciones concretas de trabajo. Este enfoque permite que los participantes no solo comprendan los principios del Lean Manufacturing, sino que los internalicen como herramientas de intervención en su propio contexto organizacional.

En el ámbito del mantenimiento industrial, el aprendizaje experiencial adquiere un valor particular, dado que las problemáticas asociadas a fallas técnicas, tiempos muertos, reprocesos y desperdicios operativos requieren soluciones que integren conocimiento técnico, análisis situacional y toma de decisiones en tiempo real. Por esta razón, el diseño del curso incorpora actividades que simulan y reproducen escenarios propios del entorno industrial, tales como:

- Análisis de casos reales de ineficiencia en procesos de mantenimiento.
- Simulación de eventos de falla y construcción de planes de acción correctiva.
- Aplicación práctica de herramientas Lean como 5S, SMED, Kaizen y análisis de causa raíz.
- Evaluación de indicadores de desempeño técnico antes y después de la intervención.

Estas experiencias formativas permiten que los participantes enfrenten situaciones análogas a las que viven en su día a día laboral, favoreciendo la transferencia inmediata del aprendizaje y fortaleciendo la pertinencia del proceso educativo.

Asimismo, el aprendizaje experiencial se articula con el diagnóstico presentado en el capítulo anterior, en el cual se evidenció que tanto directivos como personal técnico valoran especialmente las propuestas de formación que privilegian la aplicabilidad práctica sobre los enfoques meramente conceptuales. En respuesta a esta necesidad, el curso se diseña como un

espacio de experimentación controlada, donde los participantes pueden ensayar soluciones, cometer errores, analizar resultados y construir mejoras sin los riesgos asociados a la intervención directa en la operación real.

Desde el punto de vista pedagógico, este enfoque permite superar la brecha tradicional entre capacitación y desempeño laboral. A través de dinámicas como talleres prácticos, proyectos aplicados y ejercicios de mejora continua, el aprendizaje deja de ser un proceso abstracto para convertirse en una experiencia situada, contextualizada en los retos específicos del mantenimiento industrial.

Un componente clave del aprendizaje experiencial en este curso es la reflexión estructurada posterior a cada actividad práctica. Más allá de la ejecución técnica, se promueve que los participantes analicen los resultados obtenidos, identifiquen aciertos y áreas de mejora, y relacionen sus decisiones con los principios fundamentales del Lean Manufacturing. Este ejercicio reflexivo fortalece la metacognición y favorece la construcción de aprendizajes duraderos, al permitir que la experiencia se transforme en conocimiento sistematizado.

De igual manera, el diseño pedagógico del curso incorpora espacios de aprendizaje colaborativo, en los cuales los participantes trabajan en equipos para resolver problemáticas comunes, compartir experiencias laborales y construir propuestas de mejora conjuntas. Estas dinámicas reproducen las condiciones reales del trabajo industrial, donde la optimización de procesos depende de la coordinación entre diferentes áreas y niveles jerárquicos. Así, el aprendizaje experiencial no solo desarrolla competencias técnicas, sino también habilidades transversales como la comunicación, el liderazgo operativo y el trabajo en equipo.

Otro elemento central es la integración del aprendizaje experiencial con modalidades flexibles de formación. El curso contempla la combinación de sesiones presenciales, entornos virtuales de aprendizaje y actividades prácticas en el puesto de trabajo, lo que permite que la experiencia formativa se distribuya en diferentes escenarios sin afectar de manera significativa la continuidad de las operaciones productivas. Esta flexibilidad responde a las barreras identificadas en relación con la disponibilidad de tiempo y las exigencias laborales del personal técnico.

Además, el uso de herramientas digitales —como simuladores de procesos, plataformas de seguimiento de actividades y recursos interactivos— amplía las posibilidades del aprendizaje experiencial, permitiendo recrear situaciones complejas de manera segura y controlada. Estas tecnologías facilitan la repetición de escenarios críticos, el análisis de variables operativas y la evaluación del impacto de distintas decisiones, fortaleciendo así la capacidad de los participantes para intervenir de forma más efectiva en su entorno laboral.

Desde una perspectiva formativa, el aprendizaje experiencial se consolida como un medio para promover no solo la adquisición de competencias, sino también la transformación de la cultura organizacional. Al involucrar activamente a los participantes en procesos de diagnóstico, intervención y evaluación de resultados, se fomenta una actitud proactiva frente a la mejora continua, elemento esencial para la implementación sostenible del enfoque Lean en el área de mantenimiento.

En síntesis, el aprendizaje experiencial en contextos industriales se integra en este proyecto como una estrategia pedagógica fundamental para garantizar la pertinencia, la aplicabilidad y el impacto real del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento. Su incorporación en el diseño formativo permite articular teoría y práctica, fortalecer la transferencia del conocimiento al puesto de trabajo y contribuir de manera efectiva al desarrollo de

competencias técnicas y actitudinales que sustentan la mejora continua en las organizaciones industriales.

#### **4.3. Aprendizaje integrado al trabajo (Work Integrated Learning – WIL)**

El aprendizaje integrado al trabajo (Work Integrated Learning – WIL) constituye un eje central en el diseño pedagógico del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento, al permitir que los procesos formativos se desarrollen en estrecha relación con las dinámicas reales del entorno laboral. Este enfoque parte del principio de que el aprendizaje adquiere mayor significado y efectividad cuando se produce en contextos auténticos, donde los participantes pueden aplicar de manera inmediata los conocimientos adquiridos y evidenciar su impacto en la operación diaria.

En el ámbito industrial, y particularmente en los procesos de mantenimiento, la separación tradicional entre formación y trabajo ha demostrado ser una de las principales barreras para la transferencia efectiva del conocimiento. Con frecuencia, los programas de capacitación quedan relegados al plano teórico, sin lograr una transformación sostenida de las prácticas operativas. En respuesta a esta problemática, el enfoque WIL se incorpora al diseño del curso como una estrategia que articula la formación con la experiencia laboral, integrando los contenidos académicos con las necesidades reales de las organizaciones.

Desde esta perspectiva, el curso se estructura para que los participantes desarrollen procesos de aprendizaje directamente vinculados con su desempeño profesional. Las actividades formativas no se limitan al aula o al entorno virtual, sino que se proyectan hacia el puesto de trabajo mediante ejercicios de diagnóstico, intervención y evaluación de procesos reales de

mantenimiento. De esta manera, el aprendizaje deja de concebirse como una etapa previa al ejercicio laboral y se convierte en un proceso continuo que acompaña la práctica cotidiana.

Uno de los aportes más relevantes del enfoque WIL en este curso es su contribución al desarrollo de competencias integrales. A través de la resolución guiada de problemas reales — como la identificación de cuellos de botella, el análisis de fallas recurrentes o la optimización de rutinas de mantenimiento preventivo— los participantes fortalecen no solo sus habilidades técnicas, sino también competencias transversales fundamentales para la gestión Lean, tales como el pensamiento crítico, la toma de decisiones basada en datos, la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo.

Asimismo, el aprendizaje integrado al trabajo favorece la construcción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. Al involucrar a los participantes en procesos de cambio dentro de su propio entorno laboral, el curso promueve una actitud activa frente a la identificación de desperdicios, la estandarización de procesos y la búsqueda sistemática de oportunidades de mejora. Este enfoque resulta especialmente pertinente para la implementación sostenible del Lean Manufacturing, ya que permite que los principios de la filosofía Lean se vivan en la práctica diaria y no solo como contenidos conceptuales.

Desde el punto de vista pedagógico, el diseño del curso contempla la figura del facilitador como un mediador clave entre la experiencia laboral y el proceso formativo. Su rol no se limita a la transmisión de contenidos, sino que se orienta a acompañar la reflexión crítica de los participantes, guiar el análisis de las situaciones reales que enfrentan y apoyar la construcción de soluciones contextualizadas. Este acompañamiento favorece la consolidación del aprendizaje significativo y fortalece la coherencia entre los objetivos formativos y las metas estratégicas de las organizaciones.

Otro componente esencial del enfoque WIL es la integración de metodologías activas que potencian el aprendizaje en el trabajo. En el marco del curso, se incorporan estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, el análisis de casos reales y la ejecución de planes de mejora en escenarios auténticos. Estas metodologías permiten que los participantes asuman un rol protagónico en su proceso de formación, convirtiéndose en agentes de cambio dentro de sus propias áreas de desempeño.

De igual manera, el aprendizaje integrado al trabajo responde de manera directa a las necesidades identificadas en el diagnóstico presentado en el capítulo anterior, donde tanto directivos como personal técnico manifestaron la importancia de contar con programas de formación que generen resultados concretos en la operación. Al articular la capacitación con proyectos de mejora aplicados, el curso ofrece un valor agregado tanto para los participantes como para las organizaciones, al evidenciar impactos tangibles en indicadores como eficiencia operativa, reducción de tiempos improductivos y optimización de recursos.

En términos de modalidad, el enfoque WIL se apoya en esquemas flexibles que combinan sesiones formativas estructuradas con actividades desarrolladas en el entorno laboral. Esta integración permite que el aprendizaje se adapte a las dinámicas propias del sector industrial, reduciendo las barreras asociadas al tiempo y la disponibilidad del personal. Además, el uso de herramientas digitales —como plataformas de seguimiento de proyectos, bitácoras de aprendizaje y recursos interactivos— facilita la sistematización de las experiencias y el monitoreo del progreso formativo.

Desde una perspectiva institucional, la incorporación del aprendizaje integrado al trabajo fortalece la relación entre los procesos educativos y las necesidades del sector productivo. El curso se concibe así como un espacio de articulación entre la academia y la industria, donde la formación no solo responde a requerimientos inmediatos de capacitación, sino que contribuye al desarrollo de capacidades estratégicas orientadas a la sostenibilidad organizacional.

En síntesis, el aprendizaje integrado al trabajo (WIL) se configura en este proyecto como una estrategia pedagógica clave para garantizar la pertinencia, la efectividad y el impacto del curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento. Su inclusión en los Fundamentos Pedagógicos permite consolidar un modelo formativo que articula teoría y práctica, promueve la transferencia real del conocimiento al puesto de trabajo y fortalece el desarrollo de competencias técnicas y organizacionales esenciales para la consolidación de una cultura de mejora continua en el sector industrial.

#### **4.4. Metodologías activas para la enseñanza del Lean Manufacturing**

El diseño pedagógico del curso se fundamenta en la incorporación de metodologías activas que sitúan al participante como protagonista de su proceso de aprendizaje. Este enfoque responde a la necesidad de superar los modelos tradicionales de enseñanza centrados en la transmisión pasiva de contenidos, los cuales han demostrado ser insuficientes para garantizar la transferencia efectiva del conocimiento al entorno laboral, especialmente en contextos industriales caracterizados por su alta complejidad operativa.

En el marco de este proyecto, las metodologías activas se conciben como un medio para fortalecer la apropiación de los principios Lean mediante la experiencia directa, la reflexión crítica y la aplicación práctica. Más que aprender sobre Lean Manufacturing, se busca que los

participantes aprendan con Lean, integrando sus herramientas y filosofías en situaciones reales o simuladas que representen los desafíos cotidianos del mantenimiento industrial.

Una de las estrategias centrales es el aprendizaje basado en problemas (ABP), mediante el cual los participantes analizan situaciones reales relacionadas con fallas recurrentes, tiempos muertos, reprocesos o ineficiencias en la gestión del mantenimiento. A partir de estos escenarios, se promueve la identificación de causas raíz, la formulación de alternativas de mejora y la toma de decisiones fundamentadas en datos. Esta metodología no solo fortalece el dominio de herramientas como el análisis de Pareto, los diagramas causa–efecto o el ciclo PDCA, sino que también desarrolla competencias clave como el pensamiento sistémico y la resolución estructurada de problemas.

De manera complementaria, el aprendizaje basado en proyectos (ABPj) se integra como una estrategia que permite a los participantes diseñar e implementar iniciativas de mejora continua en sus propios contextos laborales. A lo largo del curso, los estudiantes desarrollan proyectos aplicados orientados a la optimización de procesos de mantenimiento, la estandarización de rutinas operativas o la reducción de desperdicios, lo que favorece la consolidación de aprendizajes significativos y evidencia el impacto real de la formación en la organización.

Otra metodología relevante es el análisis de casos reales, que posibilita el estudio de experiencias concretas de implementación de Lean Manufacturing en entornos industriales similares a los de los participantes. Esta estrategia facilita la comprensión de los factores críticos de éxito y de las principales barreras en los procesos de cambio organizacional, promoviendo una visión más realista y contextualizada de la aplicación de la filosofía Lean. Asimismo, fomenta el

aprendizaje colaborativo al incentivar la discusión, el contraste de perspectivas y la construcción colectiva de conocimiento.

En coherencia con el enfoque de aprendizaje experiencial y de aprendizaje integrado al trabajo desarrollados en las secciones anteriores, el curso incorpora actividades de simulación y práctica guiada, tales como ejercicios de 5S, mapeo de la cadena de valor (VSM), análisis SMED o eventos Kaizen simulados. Estas experiencias permiten que los participantes vivan los principios Lean de manera tangible, facilitando la comprensión de conceptos que, desde una aproximación exclusivamente teórica, resultarían abstractos o difíciles de interiorizar.

La formación colaborativa constituye otro pilar metodológico del curso. A través del trabajo en equipos multidisciplinarios, los participantes comparten experiencias, identifican oportunidades de mejora conjunta y desarrollan soluciones desde distintas perspectivas técnicas y organizacionales. Este enfoque fortalece no solo el aprendizaje técnico, sino también competencias socioemocionales fundamentales para la cultura Lean, como la comunicación efectiva, el liderazgo distribuido y la corresponsabilidad por los resultados.

Adicionalmente, el diseño del curso contempla el uso de estrategias de micro aprendizaje y recursos digitales, que permiten adaptar los contenidos a las dinámicas del entorno industrial. Materiales breves, cápsulas formativas, guías prácticas y recursos interactivos facilitan el acceso oportuno a la información y promueven el aprendizaje autónomo, especialmente en modalidades virtuales o híbridas. Esta flexibilidad metodológica responde a las necesidades identificadas en el diagnóstico, donde los participantes manifestaron la importancia de contar con formatos de formación compatibles con sus jornadas laborales.

Desde el rol pedagógico del facilitador, las metodologías activas se articulan mediante un acompañamiento permanente orientado a la reflexión crítica y al seguimiento de los procesos de aprendizaje. El facilitador actúa como mediador del conocimiento, promoviendo espacios de retroalimentación continua y orientando a los participantes en la integración de los contenidos con sus experiencias laborales. Este enfoque favorece la consolidación de aprendizajes significativos y refuerza la coherencia entre los objetivos formativos del curso y las demandas reales del sector industrial.

La incorporación de metodologías activas en la enseñanza del Lean Manufacturing responde, además, a los resultados del análisis de las encuestas, donde tanto directivos como personal técnico expresaron la necesidad de una formación práctica, aplicable y orientada a resultados. En este sentido, el curso se concibe no solo como un espacio de adquisición de conocimientos, sino como una plataforma para la transformación de las prácticas organizacionales, alineando la formación con los objetivos estratégicos de eficiencia, confiabilidad y mejora continua.

En síntesis, las metodologías activas constituyen un componente esencial de los Fundamentos Pedagógicos para el Diseño del Curso, al permitir que la enseñanza del Lean Manufacturing trascienda el plano teórico y se consolide como una experiencia formativa integral, contextualizada y orientada a la acción. Su implementación garantiza una mayor apropiación de los principios Lean, fortalece el desarrollo de competencias técnicas y transversales, y contribuye de manera significativa a la generación de impactos reales en los procesos de mantenimiento y en la cultura organizacional de las empresas participantes.

#### **4.5. Rol estratégico de la educación continua en la cultura Lean**

La consolidación de una cultura Lean en las organizaciones industriales no depende únicamente de la adopción de herramientas o metodologías de mejora continua, sino, de manera fundamental, de la formación permanente del talento humano. En este sentido, la educación continua se configura como un eje estratégico para sostener en el tiempo los principios del Lean Manufacturing, al facilitar la apropiación progresiva de sus valores, prácticas y formas de pensar en todos los niveles de la organización.

Desde la perspectiva pedagógica que orienta el diseño de este curso, la educación continua no se entiende como una acción formativa aislada, sino como un proceso sistemático que acompaña la transformación cultural requerida por el enfoque Lean. La mejora continua, la estandarización, la eliminación de desperdicios y la orientación al cliente interno y externo solo pueden consolidarse cuando los trabajadores desarrollan competencias técnicas, cognitivas y actitudinales que respalden dichos principios en su práctica cotidiana.

En el contexto del mantenimiento industrial, esta relación resulta aún más evidente. La implementación efectiva de Lean Manufacturing exige que los equipos técnicos comprendan no solo el “qué hacer”, sino el “por qué hacerlo”, fortaleciendo una mentalidad orientada a la prevención, la disciplina operativa y la búsqueda constante de oportunidades de mejora. La educación continua se convierte así en el principal vehículo para interiorizar esta lógica, transformando la capacitación en un instrumento de cambio organizacional más que en un simple proceso de actualización técnica.

El curso propuesto asume este reto al articular la formación con los objetivos estratégicos de las organizaciones, promoviendo una visión de la educación continua como inversión y no

como costo. Desde esta óptica, la capacitación se orienta a generar impactos tangibles en la eficiencia operativa, la confiabilidad de los activos y la reducción de fallas recurrentes, contribuyendo directamente a la sostenibilidad de los procesos productivos. Este enfoque responde a lo identificado en el diagnóstico del capítulo anterior, donde directivos y personal técnico coincidieron en la necesidad de programas formativos que evidencien beneficios concretos en la gestión del mantenimiento.

Asimismo, la educación continua desempeña un papel clave en la gestión del conocimiento organizacional. En entornos industriales caracterizados por la rotación de personal y la pérdida de saberes tácitos, los programas formativos estructurados permiten sistematizar experiencias, documentar buenas prácticas y fortalecer la memoria organizacional. En una cultura Lean, esta dinámica resulta esencial para evitar la dependencia de soluciones improvisadas y consolidar procesos estandarizados que garanticen la estabilidad operativa.

Otro aspecto estratégico de la educación continua es su contribución al desarrollo del liderazgo Lean. La formación permanente no solo impacta a los operarios, sino también a los mandos medios y altos, quienes cumplen un rol determinante en la creación de entornos favorables para la mejora continua. A través de espacios formativos, los líderes fortalecen competencias relacionadas con la gestión del cambio, la comunicación efectiva y el acompañamiento a los equipos, elementos indispensables para reducir la resistencia organizacional y favorecer la adopción de nuevas prácticas.

Desde el punto de vista pedagógico, el curso integra esta dimensión estratégica mediante metodologías que promueven la reflexión sobre la cultura organizacional y el rol de cada participante en la construcción de entornos Lean. Las actividades colaborativas, el análisis de casos y los proyectos aplicados no solo buscan desarrollar habilidades técnicas, sino también

fomentar actitudes de corresponsabilidad, compromiso y aprendizaje permanente, pilares de una cultura de mejora continua sostenible.

La flexibilidad de la educación continua también constituye un factor clave para su impacto estratégico. La posibilidad de ofrecer programas en modalidades virtuales, presenciales o híbridas, apoyados en recursos digitales y metodologías activas, amplía el acceso a la formación y facilita su integración en las dinámicas laborales. Esta característica responde directamente a las barreras identificadas en el análisis del contexto, como la falta de tiempo, las limitaciones presupuestales y las dificultades para compatibilizar la capacitación con la operación diaria.

En este marco, el curso de Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento se concibe como una plataforma pedagógica para la transformación cultural, más que como una intervención puntual. Su diseño promueve la continuidad del aprendizaje a través de procesos de evaluación, retroalimentación y seguimiento, fortaleciendo la coherencia entre los objetivos individuales de desarrollo profesional y las metas organizacionales de eficiencia y competitividad.

## **5. Diseño del Curso de Educación Continua en Lean Manufacturing**

Este capítulo presenta el diseño integral del curso de educación continua en Lean Manufacturing, desarrollado como respuesta directa a las necesidades formativas identificadas en el diagnóstico del sector y sustentado en los fundamentos pedagógicos expuestos en el capítulo anterior. La propuesta académica que aquí se expone responde al segundo objetivo específico de la investigación, orientado a estructurar un programa formativo pertinente, viable y alineado con las exigencias actuales del entorno productivo.

El diseño del curso se concibe desde una perspectiva sistémica, que integra componentes académicos, pedagógicos, operativos y estratégicos. En este sentido, no se limita a la definición de contenidos, sino que abarca la caracterización del público objetivo, el perfil del participante y del docente, los criterios de estructuración curricular, la distribución pedagógica del tiempo de formación y la definición de metodologías activas orientadas al aprendizaje significativo.

Asimismo, el capítulo incorpora un análisis de la viabilidad del curso en términos de mercado, inversión y posicionamiento, mediante la comparación con programas similares ofrecidos por universidades nacionales. Este enfoque permite garantizar que la propuesta no solo sea académicamente sólida, sino también competitiva, accesible y alineada con las dinámicas reales de la educación continua en el ámbito industrial.

De esta manera, el capítulo articula los resultados del diagnóstico con los fundamentos pedagógicos y los traduce en una propuesta concreta de formación, orientada al fortalecimiento de competencias técnicas, metodológicas y culturales necesarias para la implementación efectiva del Lean Manufacturing en los procesos de mantenimiento industrial.

### **5.1. Características generales del curso**

El diseño del curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial se fundamenta en criterios pedagógicos, técnicos y operativos orientados a garantizar su pertinencia, efectividad y sostenibilidad en el tiempo. Esta propuesta se concibe como un curso piloto desarrollado en el marco del presente trabajo de grado, cuyo propósito es establecer una estructura curricular base que sirva como modelo de implementación futura en programas de formación continua dirigidos al sector industrial. Desde su concepción, el curso responde a las necesidades identificadas en el diagnóstico previo, así como a los principios pedagógicos desarrollados en el capítulo anterior, integrando un enfoque de aprendizaje activo, experiencial y orientado a la aplicación práctica. En este sentido, no se limita a la transmisión de contenidos teóricos, sino que busca fortalecer competencias técnicas, metodológicas y actitudinales que permitan a los participantes intervenir de manera efectiva en los procesos de mantenimiento bajo la filosofía Lean.

La estructura del curso se organiza a partir de módulos que cuentan con objetivos de aprendizaje específicos, medibles y alineados con indicadores clave del desempeño industrial, tales como la Eficiencia Global de los Equipos (Overall Equipment Effectiveness – OEE), el cumplimiento del mantenimiento preventivo y la reducción de fallas no planificadas. Estos objetivos permiten establecer una relación directa entre la formación recibida y los resultados esperados en el entorno productivo, favoreciendo una evaluación continua del impacto del proceso formativo. Asimismo, el diseño incorpora metodologías activas y experienciales que promueven la construcción del conocimiento a partir de la práctica, privilegiando el uso de estudios de caso, simulaciones operativas y ejercicios de análisis de procesos reales, de modo que los participantes puedan identificar desperdicios, proponer mejoras y aplicar herramientas Lean en situaciones similares a las de su contexto laboral. Esta orientación práctica se refuerza

mediante el desarrollo de proyectos de mejora continua, concebidos como espacios de integración de saberes y de fortalecimiento del trabajo colaborativo.

De manera complementaria, el curso adopta principios de Lean Learning, orientados a eliminar actividades formativas sin valor agregado y a proporcionar el conocimiento justo en el momento en que se requiere. Bajo esta lógica, se combinan recursos breves, actividades focalizadas y espacios de autoaprendizaje supervisado, favoreciendo una dinámica de formación flexible, pertinente y alineada con las necesidades reales de los participantes. En conjunto, estos elementos configuran una propuesta formativa coherente con los principios de la mejora continua, que busca no solo desarrollar capacidades técnicas en los participantes, sino también promover una transformación cultural orientada a la eficiencia, la estandarización y la excelencia operativa en los entornos industriales.

### ***5.1.1. Modalidad, duración e intensidad horaria***

La definición de la modalidad, la duración y la intensidad horaria del curso constituye un componente estratégico del diseño curricular, en tanto condiciona la viabilidad de la propuesta y su articulación con las dinámicas propias del entorno industrial. En el marco de este trabajo, dichas decisiones se fundamentan tanto en criterios pedagógicos como en los resultados del diagnóstico realizado a través de encuestas aplicadas a operarios, técnicos y mandos medios del sector.

#### **5.1.1.1. Modalidad del curso**

El curso se concibe bajo una modalidad híbrida (semivirtual), que combina actividades sincrónicas en línea con trabajo asincrónico y espacios de aplicación práctica. Esta modalidad responde a tres consideraciones principales:

- Flexibilidad operativa, necesaria para profesionales que desempeñan funciones en turnos rotativos o con alta carga laboral.
- Accesibilidad, al permitir la participación de personal ubicado en diferentes contextos geográficos sin requerir desplazamientos constantes.
- Coherencia pedagógica, al facilitar la integración de metodologías activas, simulaciones y trabajo autónomo supervisado.

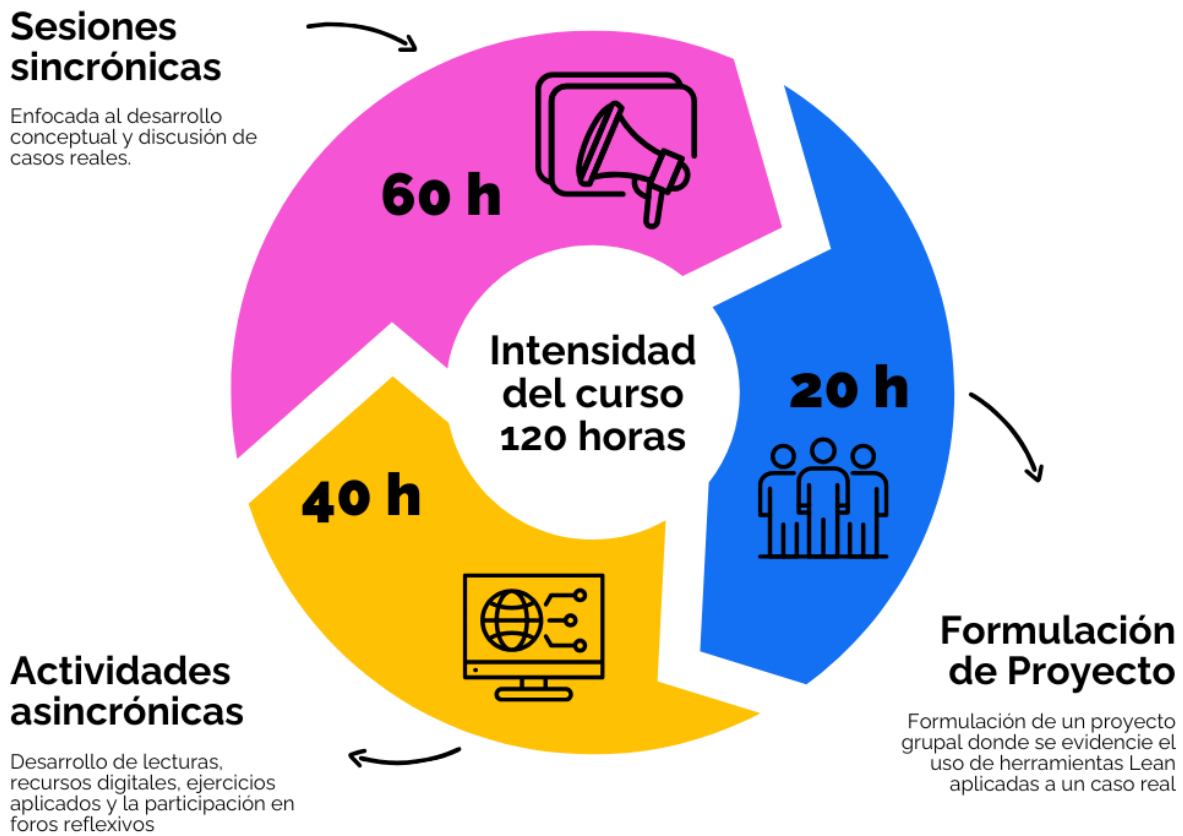
Las sesiones sincrónicas se desarrollan mediante plataformas virtuales, orientadas a la exposición de conceptos clave, el análisis de casos y la retroalimentación docente. Por su parte, las actividades asincrónicas permiten profundizar en los contenidos, desarrollar ejercicios aplicados y avanzar en el proyecto integrador del curso.

#### **5.1.1.2. Duración total del programa**

La duración total del curso es de 120 horas tal como se muestra en la **figura 5**, concebidas como una carga horaria suficiente para garantizar:

- La apropiación de los fundamentos del Lean Manufacturing.
- La comprensión de su aplicación específica en la gestión del mantenimiento.
- El desarrollo de competencias prácticas mediante actividades experienciales y un proyecto integrador.

**Figura 3. Planteamiento horario del curso**



*Nota.* Ilustración de elaboración propia (2025).

Esta duración se alinea con programas de educación continua de carácter especializado, que buscan no solo introducir conceptos, sino generar capacidades transferibles al entorno laboral.

La intensidad horaria se organiza a partir de una distribución equilibrada entre componentes sincrónicos, asincrónicos y prácticos, lo que favorece tanto el acompañamiento docente como la autonomía del participante. De acuerdo con la planeación propuesta, la estructura temporal es la siguiente:

**Tabla 2. Intensidad horaria y distribución del tiempo.**

<b>Componente formativo</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Horas asignadas</b>	<b>Propósito principal</b>
Sesiones sincrónicas	Clases virtuales en vivo, análisis de casos, discusión guiada	60 horas	Desarrollo conceptual, orientación metodológica y retroalimentación directa
Actividades asincrónicas	Lecturas dirigidas, ejercicios aplicados, foros y recursos digitales	40 horas	Profundización autónoma y consolidación de aprendizajes
Proyecto integrador	Diseño y simulación de una propuesta Lean aplicada al mantenimiento	20 horas	Aplicación práctica de los principios y herramientas del curso
<b>Total</b>	—	<b>120 horas</b>	—

*Nota.* Ilustración de elaboración propia (2025).

### 5.1.1.3. Organización temporal

Con base en las preferencias manifestadas por los participantes potenciales, se propone como franja horaria de referencia el intervalo de lunes a viernes, de 6:00 p. m. a 10:00 p. m., lo que permite compatibilizar el proceso formativo con las jornadas laborales. Esta organización facilita la asistencia regular y reduce el riesgo de deserción, uno de los principales desafíos en programas de educación continua dirigidos a población trabajadora.

Desde una perspectiva pedagógica, esta distribución horaria favorece la implementación de ciclos de aprendizaje que integran:

- Introducción conceptual en sesiones sincrónicas.
- Profundización autónoma mediante actividades asincrónicas.
- Aplicación práctica a través del proyecto integrador.

De esta manera, la modalidad, duración e intensidad horaria del curso no solo responden a criterios logísticos, sino que se articulan de forma coherente con el enfoque de aprendizaje experiencial y con la necesidad de garantizar una formación pertinente, flexible y orientada a resultados en el contexto del mantenimiento industrial bajo la filosofía Lean.

### **5.1.2. Público objetivo**

El curso está dirigido estratégicamente a organizaciones y actores del sector productivo que reconocen la formación como un eje clave para el fortalecimiento de la competitividad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad de sus procesos. En este sentido, el público objetivo no se define únicamente desde la perspectiva individual del participante, sino también desde la lógica institucional y sectorial que justifica la implementación del programa.

De manera prioritaria, el curso se orienta a empresas del sector industrial —especialmente de los ámbitos manufacturero, agroindustrial, energético y de servicios técnicos— que cuenten con áreas de mantenimiento estructuradas y que se encuentren en procesos de mejora continua, transformación operativa o implementación de metodologías Lean. Estas organizaciones requieren fortalecer las capacidades de sus equipos técnicos para reducir fallas no planificadas, optimizar el uso de recursos, incrementar la confiabilidad de los activos y consolidar una cultura organizacional orientada a la eficiencia y la prevención.

Asimismo, el curso está dirigido a instituciones de formación técnica y tecnológica, centros de capacitación empresarial y universidades que desarrollan programas de educación continua para el sector productivo, y que buscan incorporar propuestas formativas pertinentes, actualizadas y alineadas con las demandas reales de la industria. En este marco, el diseño del

curso se concibe como un modelo flexible que puede ser adaptado tanto a programas corporativos internos como a ofertas abiertas de formación especializada.

Desde una perspectiva estratégica, el público objetivo incluye también a áreas de gestión humana, desarrollo organizacional y mejora continua dentro de las empresas, responsables de la planeación de procesos formativos y del fortalecimiento del talento técnico-operativo. Para estos actores, el curso representa una herramienta concreta para articular la capacitación con los indicadores de desempeño organizacional, tales como la eficiencia global de los equipos (OEE), la reducción de costos por fallas y el incremento de la productividad.

En síntesis, el público objetivo del curso se configura en torno a organizaciones, sectores e instancias formativas que reconocen la educación continua como un factor estratégico para la transformación de sus procesos de mantenimiento y para la consolidación de una cultura Lean sostenible en el tiempo.

## **5.2. Perfil del participante**

El perfil del participante se define desde una perspectiva pedagógica integral, en la que confluyen la experiencia laboral, las competencias técnicas, las habilidades transversales y las disposiciones actitudinales necesarias para un aprendizaje significativo y orientado a la mejora continua. A diferencia del público objetivo —definido en términos organizacionales y estratégicos—, este perfil se centra en las características formativas del sujeto que participa directamente en el proceso de aprendizaje.

El curso está dirigido principalmente a técnicos de mantenimiento, supervisores operativos, coordinadores de área y mandos intermedios que se desempeñan en entornos industriales y que tienen responsabilidad directa sobre la confiabilidad de los equipos, la

continuidad operativa y la optimización de los procesos productivos. Desde el punto de vista académico y profesional, se espera que los participantes cuenten con formación técnica o tecnológica en áreas como mecánica, electromecánica, automatización o mantenimiento industrial, así como con experiencia previa en actividades de mantenimiento correctivo y, preferiblemente, preventivo.

Desde una perspectiva pedagógica, este perfil reconoce al participante como un aprendiz adulto, cuyo proceso formativo se sustenta en la reflexión sobre la práctica y en la transferencia inmediata del conocimiento al contexto laboral. Por ello, se valoran especialmente competencias transversales como la resolución de problemas, el pensamiento analítico, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y la toma de decisiones en situaciones operativas complejas. De igual manera, se considera relevante la capacidad para utilizar herramientas digitales básicas — como hojas de cálculo, tableros visuales o plataformas de seguimiento—, en tanto estas apoyan los procesos de gestión visual, control de indicadores y aprendizaje autónomo.

En el plano actitudinal, el perfil del participante se caracteriza por la disposición al aprendizaje permanente, la apertura al cambio y la motivación por fortalecer sus competencias profesionales. Aunque no se requiere un conocimiento previo profundo del enfoque Lean Manufacturing, sí se espera una actitud receptiva hacia nuevas metodologías de trabajo y una disposición para cuestionar prácticas tradicionales, aspectos fundamentales para la apropiación de la cultura de mejora continua. Rasgos como la disciplina, la responsabilidad, la flexibilidad y el compromiso con la calidad resultan esenciales para aprovechar de manera óptima las estrategias pedagógicas propuestas en el curso.

A lo largo del proceso formativo, se busca que el participante desarrolle progresivamente un enfoque estructurado de resolución de problemas en el contexto del mantenimiento industrial.

Desde esta lógica pedagógica, el curso promueve el tránsito desde una comprensión reactiva de las fallas hacia una visión sistémica orientada a la prevención, la estandarización y la optimización de procesos. Mediante actividades de análisis de casos, simulaciones y proyectos de mejora, el participante fortalecerá su capacidad para identificar desperdicios —como tiempos improductivos, reprocesos y fallas recurrentes— y para diseñar acciones de mejora sustentadas en herramientas Lean.

Finalmente, el perfil del participante se proyecta hacia la formación de líderes técnico-operativos capaces de actuar como agentes de cambio dentro de sus organizaciones. Más allá de la ejecución eficiente de tareas de mantenimiento, se espera que desarrollen una comprensión integral del sistema productivo, identifiquen oportunidades de mejora sostenible y promuevan prácticas alineadas con la cultura Lean. Desde esta perspectiva, el curso no solo fortalece competencias individuales, sino que se configura como un dispositivo pedagógico orientado a la transformación organizacional mediante el aprendizaje situado, colaborativo y orientado a resultados.

### **5.3. Perfil del docente**

El perfil del docente del curso se concibe como un elemento estratégico para garantizar la calidad pedagógica del proceso formativo y la pertinencia de los aprendizajes en relación con las demandas reales del entorno productivo. En este sentido, el rol docente trasciende la función tradicional de transmisión de contenidos y se orienta hacia la facilitación del aprendizaje, la mediación pedagógica y el acompañamiento en la aplicación práctica de los principios Lean.

Desde el punto de vista académico y profesional, se espera que el docente cuente con formación en áreas afines a la ingeniería, la gestión industrial, el mantenimiento o la mejora de

procesos, preferiblemente a nivel de posgrado o con certificaciones especializadas en Lean Manufacturing, TPM, Six Sigma o metodologías de excelencia operacional. Esta base conceptual le permite articular los contenidos del curso con estándares técnicos actualizados y con las buenas prácticas reconocidas en el ámbito industrial.

No obstante, más allá de la formación académica, resulta fundamental que el docente posea experiencia comprobable en contextos industriales, especialmente en procesos de mantenimiento, gestión de activos o implementación de sistemas de mejora continua. Esta trayectoria práctica es clave para contextualizar los contenidos, enriquecer las sesiones con ejemplos reales y facilitar la transferencia del conocimiento hacia situaciones concretas del entorno laboral de los participantes. La credibilidad técnica del docente se convierte, así, en un factor determinante para el compromiso y la motivación de los asistentes.

Desde una perspectiva pedagógica, el perfil del docente se alinea con los principios de la educación de adultos y el aprendizaje experiencial. Se espera que cuente con competencias didácticas para diseñar ambientes de aprendizaje activos, gestionar dinámicas colaborativas y promover la reflexión crítica sobre la práctica profesional. En este marco, el docente asume el rol de facilitador del aprendizaje, orientando procesos de análisis de casos, simulaciones operativas y proyectos de mejora, más que limitándose a la exposición magistral de contenidos.

Asimismo, el docente debe demostrar habilidades para integrar metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por proyectos y el trabajo colaborativo, coherentes con los fundamentos pedagógicos desarrollados en el capítulo anterior. Estas competencias resultan esenciales para acompañar a los participantes en la identificación de desperdicios, el análisis de causas raíz y la formulación de propuestas de mejora aplicables a sus contextos laborales.

En el plano actitudinal, se espera que el docente manifieste una disposición permanente al aprendizaje y a la actualización profesional, coherente con la filosofía de mejora continua propia del pensamiento Lean. La apertura al cambio, la capacidad de adaptación a distintos perfiles de participantes y la sensibilidad frente a las dinámicas organizacionales constituyen rasgos fundamentales para desempeñarse con eficacia en programas de educación continua.

Adicionalmente, el perfil docente incluye competencias en el uso de tecnologías educativas, especialmente en entornos de formación híbridos. La capacidad para gestionar plataformas virtuales de aprendizaje, recursos digitales interactivos y herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica resulta indispensable para garantizar la continuidad pedagógica del curso y favorecer procesos de autoaprendizaje guiado.

Finalmente, el docente del curso se proyecta como un agente de articulación entre la formación y la práctica organizacional. Su rol no se limita al desarrollo de las sesiones formativas, sino que se extiende al acompañamiento de los proyectos de mejora, la retroalimentación permanente y la evaluación formativa de los avances de los participantes. De esta manera, el perfil del docente se consolida como un componente clave para asegurar que el diseño del curso no solo responda a criterios académicos, sino que genere un impacto real en la transformación de los procesos de mantenimiento y en la consolidación de una cultura Lean dentro de las organizaciones.

#### **5.4. Criterios para el diseño del curso y de los módulos**

El diseño del curso se fundamenta en un conjunto de criterios pedagógicos, técnicos y operativos orientados a garantizar su pertinencia, efectividad y coherencia con las necesidades reales del sector productivo. Estos criterios constituyen el marco orientador para la estructuración

de los módulos, la selección de contenidos, la definición de estrategias metodológicas y la formulación de los mecanismos de evaluación.

Un primer criterio central corresponde a la alineación con el contexto industrial y las necesidades identificadas en el diagnóstico. El diseño del curso parte de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a operarios, técnicos y mandos medios, donde se evidenció una alta disposición hacia la formación en Lean Manufacturing, así como la necesidad de propuestas formativas prácticas, flexibles y directamente aplicables al entorno laboral. En consecuencia, los módulos se estructuran a partir de problemáticas reales del mantenimiento industrial, tales como la baja eficiencia operativa, la recurrencia de fallas no planificadas y la limitada estandarización de procesos, garantizando así la pertinencia del proceso formativo.

Un segundo criterio corresponde a la orientación por competencias. El curso se concibe como un espacio para el desarrollo integrado de competencias técnicas, metodológicas y actitudinales, más allá de la simple adquisición de conocimientos teóricos. Cada módulo se formula con resultados de aprendizaje claros y medibles, vinculados a indicadores de desempeño industrial como la Eficiencia Global de los Equipos (Overall Equipment Effectiveness – OEE), el cumplimiento del mantenimiento preventivo y la reducción de tiempos muertos. Esta orientación permite establecer una relación directa entre la formación recibida y el impacto esperado en los procesos productivos.

En coherencia con lo anterior, se adopta como criterio fundamental la centralidad de la experiencia práctica y la aplicabilidad. El diseño modular privilegia actividades que promueven el aprendizaje a partir de la acción, tales como estudios de caso, simulaciones operativas, análisis de procesos reales y desarrollo de proyectos de mejora continua. Este enfoque responde a los principios del aprendizaje experiencial y del aprendizaje integrado al trabajo, desarrollados en el

capítulo anterior, y busca cerrar la brecha tradicional entre la capacitación teórica y la mejora efectiva del desempeño en planta.

Otro criterio clave es la flexibilidad pedagógica y operativa. Considerando las características de los participantes —profesionales en ejercicio con responsabilidades laborales—, el curso se estructura bajo una modalidad híbrida que combina sesiones sincrónicas, actividades asincrónicas y espacios de aplicación en el entorno laboral. Esta flexibilidad se traslada también al diseño de los módulos, los cuales permiten ajustes en tiempos, ritmos y profundización de contenidos, de acuerdo con las necesidades específicas de cada cohorte y contexto organizacional.

Desde la perspectiva metodológica, el diseño se rige por los principios del Lean Learning, orientados a eliminar actividades formativas sin valor agregado y a proporcionar el conocimiento justo en el momento en que se requiere. Bajo esta lógica, los módulos integran recursos breves y focalizados, actividades prácticas directamente vinculadas con situaciones reales de mantenimiento y espacios de autoaprendizaje supervisado. Este criterio busca optimizar el tiempo de formación y maximizar la transferencia efectiva del aprendizaje.

Asimismo, se establece como criterio transversal la articulación entre teoría, práctica y reflexión. Cada módulo se concibe como una unidad formativa que integra tres momentos pedagógicos: introducción conceptual de los fundamentos Lean, aplicación de herramientas en contextos simulados o reales y reflexión guiada sobre los resultados obtenidos. Esta estructura favorece la construcción significativa del conocimiento y fortalece la capacidad de los participantes para analizar críticamente sus propios procesos de trabajo.

En relación con la evaluación, el diseño del curso incorpora el criterio de evaluación formativa y continua. Más que centrarse exclusivamente en la medición de resultados finales, se privilegian estrategias de seguimiento permanente, tales como diagnósticos iniciales, autoevaluaciones, rúbricas de desempeño y retroalimentación cualitativa durante el desarrollo de los proyectos de mejora. Este enfoque permite ajustar los contenidos y las estrategias metodológicas a lo largo del proceso formativo, garantizando su coherencia con los objetivos del curso.

Finalmente, el diseño del curso y de los módulos se rige por el criterio de mejora continua, principio rector del pensamiento Lean. El curso se concibe como una propuesta dinámica, susceptible de ser ajustada a partir de la retroalimentación de los participantes, la evaluación de los resultados obtenidos y los cambios en el entorno industrial. Cada cohorte constituye una oportunidad de aprendizaje institucional que permite refinar progresivamente los contenidos, las metodologías y los tiempos de ejecución.

En síntesis, los criterios que orientan el diseño del curso y de sus módulos aseguran que la propuesta formativa no solo responda a estándares académicos, sino que se consolide como una herramienta estratégica para el fortalecimiento de las competencias del personal de mantenimiento y para la promoción de una cultura de mejora continua en las organizaciones industriales. De esta manera, el curso se proyecta como un modelo de educación continua pertinente, flexible y alineado con las exigencias del entorno

### **5.5. Estructura General del Curso**

El curso se organiza en dos módulos temáticos diseñados para ofrecer una comprensión progresiva de los fundamentos, herramientas y metodologías del pensamiento Lean en el contexto

de la gestión del mantenimiento. La estructura modular equilibra los componentes teóricos y prácticos, favoreciendo la aplicación gradual de los conceptos adquiridos.

Cada módulo constituye una unidad formativa autónoma, articulada dentro de una secuencia lógica que transita desde la comprensión conceptual hasta la aplicación práctica. La estructura propuesta tiene un carácter preliminar, enfocándose en el diseño y la planificación del curso. En esta etapa, no se incluyen materiales didácticos, guías de trabajo ni recursos multimedia, los cuales serán desarrollados por la universidad en fases posteriores, una vez se valide el diseño curricular.

El diseño del curso se compone de dos módulos principales que integran los principios del pensamiento Lean con las prácticas de gestión del mantenimiento industrial. Su concepción responde a un enfoque pedagógico centrado en la progresión del aprendizaje, el cual inicia con la comprensión teórica de los fundamentos Lean y culmina con la aplicación práctica de herramientas en contextos simulados de mantenimiento productivo.

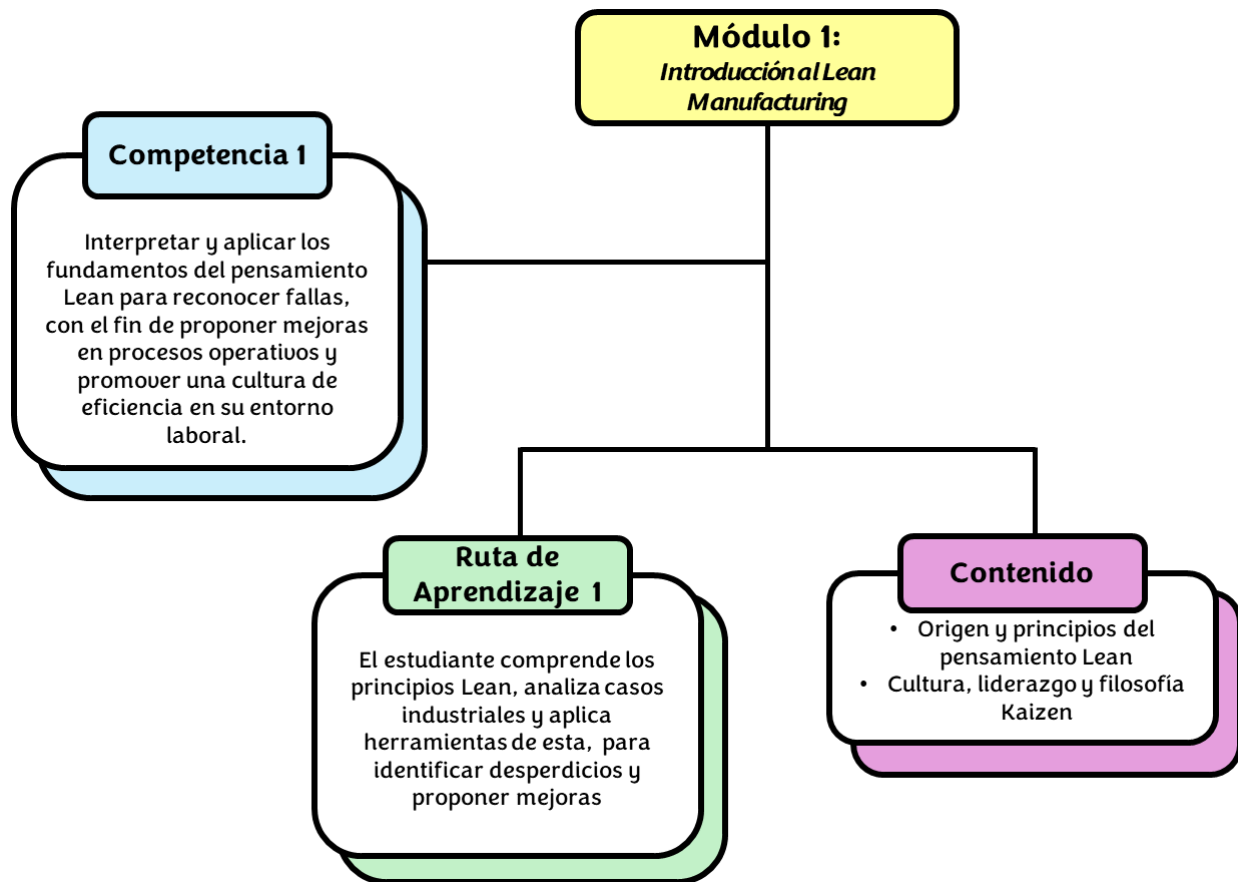
El detalle de los contenidos, competencias y actividades formativas puede consultarse en el material complementario que acompaña este trabajo, titulado “Contenido del curso Lean Manufacturing para Mantenimiento”.

#### ***5.5.1. Módulo 1: Lean Manufacturing***

El primer módulo, Lean Manufacturing, tiene como propósito introducir al estudiante en los fundamentos conceptuales del pensamiento Lean. Este bloque aborda los principios que sustentan la filosofía Lean, los siete tipos de desperdicio que afectan la eficiencia operacional y la relevancia del liderazgo proactivo y la cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Además, incluye un componente complementario sobre la metodología Kaizen, que profundiza en la implementación práctica de la mejora continua, sus fundamentos, reconocimiento y aplicación dentro del contexto industrial. La selección de estos temas responde a la necesidad de establecer una base sólida sobre la mentalidad Lean antes de abordar herramientas técnicas específicas. De esta manera, se promueve que el participante comprenda el porqué de las prácticas antes de aprender el cómo aplicarlas.

**Figura 4. Estructura general del módulo 1 del curso Lean Manufacturing para Mantenimiento**



*Nota.* Ilustración de elaboración propia (2025).

En coherencia con la estructura presentada en la figura 6, se define como competencia principal de este módulo es la aplicación de los principios y herramientas del pensamiento Lean

que permiten la identificación y reducción de los desperdicios en procesos de mantenimiento, promoviendo la mejora continua y el trabajo colaborativo como ejes de eficiencia organizacional.

A partir de esta competencia, se establecen los siguientes resultados de aprendizaje esperados:

- Identificar los principios y fundamentos del pensamiento Lean.
- Reconocer y clasificar los siete tipos de desperdicio en los procesos productivos.
- Analizar la relación entre cultura organizacional, liderazgo y mejora continua.
- Aplicar los principios de la metodología Kaizen como estrategia de mejora incremental.

El desarrollo del módulo se basará en la exposición teórica, el análisis de casos reales, discusiones dirigidas y ejercicios de aplicación práctica. Se promoverá el aprendizaje colaborativo mediante dinámicas grupales que permitan reflexionar sobre la cultura Lean y su impacto en los resultados del mantenimiento. Asimismo, se emplearán recursos audiovisuales y simulaciones que faciliten la comprensión de los efectos de la eliminación de desperdicios y el trabajo estandarizado en la eficiencia operativa.

Como evidencias del aprendizaje, se espera que el participante:

- Elabore un análisis escrito sobre la identificación de desperdicios en un proceso de mantenimiento.
- Presente una propuesta de mejora continua basada en los principios Kaizen.
- Participe en debates o foros sobre liderazgo Lean y cambio cultural.

#### **5.5.1.1. Contenido del módulo**

En primer lugar, se abordan los principales fundamentos del Lean Manufacturing, entendido como una filosofía de gestión orientada a la optimización de procesos productivos, la reducción de desperdicios y la mejora continua del desempeño operacional. Posteriormente, se analizan los conceptos asociados a la gestión del mantenimiento industrial y su articulación con metodologías como el Total Productive Maintenance (TPM), las cuales fortalecen la confiabilidad de los equipos, la disponibilidad de los activos y la eficiencia global de las operaciones.

De manera complementaria, se incorporan los fundamentos de la educación continua en contextos industriales, destacando su importancia en la actualización permanente de competencias técnicas y en la transferencia efectiva del conocimiento al entorno laboral. Estos referentes teóricos permiten justificar la necesidad de una propuesta formativa especializada que responda a las exigencias actuales del sector productivo.

En conjunto, este marco conceptual proporciona el soporte académico para las decisiones metodológicas y curriculares desarrolladas en los capítulos posteriores, garantizando la coherencia entre los objetivos del trabajo, la estructura del curso y las estrategias de enseñanza y evaluación propuestas.

##### **5.5.1.1.1. Lean Manufacturing: origen, evolución y fundamentos**

El Lean Manufacturing ofrece un conjunto de herramientas, métodos y fundamentos que facilitan su implementación e integración en la gestión del mantenimiento industrial. En este capítulo se presentan y analizan los principios esenciales de la filosofía Lean, destacando su aporte a la mejora de la eficiencia operativa y a la sostenibilidad de los procesos productivos.

En el contexto actual, numerosas industrias se encuentran en procesos de transformación orientados a la adopción de filosofías de gestión que promuevan una mayor eficiencia, competitividad y viabilidad productiva. En este escenario, el Lean Manufacturing se consolida como una de las metodologías más relevantes para alcanzar estándares de producción enfocados en la generación de valor, la optimización de recursos y la agilidad organizacional.

Esta filosofía tiene su origen en el Sistema de Producción de Toyota, cuyo enfoque principal se centra en la eliminación sistemática de desperdicios, la aplicación de la mejora continua (Kaizen) y la entrega de valor con base en las necesidades reales del cliente. En la actualidad, estos principios trascienden la industria automotriz y se aplican con éxito en sectores tan diversos como la manufactura, la salud y la educación (Agustini Paredes et al., 2023).

En el contexto latinoamericano, el Lean Manufacturing ha adquirido una relevancia creciente dentro de las industrias de habla hispana. En entornos donde muchas organizaciones enfrentan limitaciones estructurales, financieras o tecnológicas, esta filosofía se presenta como una alternativa efectiva para optimizar procesos, incrementar la productividad y mejorar la calidad, con una inversión relativamente baja y sin depender de tecnologías de alto costo.

Diversos estudios evidencian que la adopción del enfoque Lean en países como Perú, México y Colombia ha generado mejoras significativas en los tiempos de ciclo, la disponibilidad de los equipos y la eficiencia de las actividades de mantenimiento (Palpan Curisinche, 2022; Peralta Pereda & Zamora Ccahuantico, 2022). En este sentido, la gestión del mantenimiento constituye una de las áreas donde el impacto del Lean resulta más evidente. Conceptos como el Total Productive Maintenance (TPM), el mantenimiento autónomo y las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo permiten alinear la confiabilidad de los activos con los objetivos del sistema productivo.

Asimismo, la integración entre TPM y Lean —conocida como Lean Maintenance— ha demostrado su efectividad a través de indicadores clave de desempeño, tales como el Overall Equipment Effectiveness (OEE) y la reducción de los tiempos de parada, los cuales respaldan la pertinencia de esta filosofía en la gestión del mantenimiento industrial (Canahua Apaza, 2021).

Comprender los fundamentos del Lean Manufacturing y su aplicación directa al mantenimiento resulta esencial para los procesos de modernización industrial y para el diseño de propuestas de formación técnica acordes con las exigencias del entorno productivo. Tal como lo señalan investigaciones recientes (Aripin & Norhana Mohd, 2023), la implementación exitosa del Lean requiere más que la adopción de herramientas técnicas, pues implica un cambio cultural organizacional, un compromiso institucional sostenido y enfoques educativos alineados con las dinámicas reales de los entornos industriales.

#### **5.5.1.1.2. Origen y Evolución del Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing no debe entenderse únicamente como una filosofía de gestión productiva orientada a la eficiencia operativa, la eliminación de desperdicios y la mejora continua, sino también como un sistema integral de herramientas que facilita su implementación en la industria moderna. No obstante, su desarrollo conceptual puede rastrearse hasta los inicios del siglo XX.

Los antecedentes del pensamiento Lean se remontan a las innovaciones introducidas por Henry Ford en 1913, cuando integró el trabajo estandarizado y el transporte móvil en sus procesos productivos, dando origen a la línea de ensamblaje para la industria automotriz. Este modelo permitió la fabricación en masa de vehículos con bajo costo unitario y alto grado de estandarización, reduciendo de manera significativa los tiempos de producción e incrementando

la productividad. Sin embargo, el sistema presentaba limitaciones estructurales, ya que su rigidez lo hacía poco adaptable a la variabilidad de la demanda y a la diversificación de productos.

De acuerdo con el Lean Enterprise Institute (2025), cerca de dos décadas después de la introducción del Modelo T, el sistema de producción en masa comenzó a evidenciar signos de estancamiento. Las empresas que adoptaron este enfoque enfrentaron dificultades similares, especialmente en la integración de áreas que no podían ajustarse a una única línea de producción, lo que impulsó el desarrollo de nuevas metodologías de planificación, como el Materials Requirements Planning (MRP).

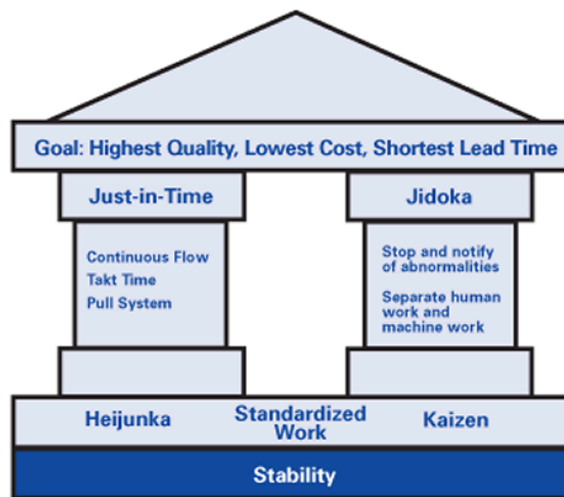
Tras la Segunda Guerra Mundial, Japón afrontó una profunda escasez de recursos y restricciones en su mercado interno, situación que motivó a empresas como Toyota Motor Corporation a buscar modelos productivos más flexibles y eficientes. Bajo el liderazgo de Taiichi Ohno y Eiji Toyoda, surgió el Sistema de Producción de Toyota (TPS), considerado el fundamento conceptual del Lean Manufacturing contemporáneo.

El TPS incorporó principios esenciales como:

- Just in Time (JIT): producción ajustada a la demanda real.
- Jidoka: automatización con intervención humana para la detección y corrección inmediata de defectos.
- Kaizen: mejora continua con participación de todos los niveles organizacionales.
- Heijunka: nivelación de la producción para asegurar un flujo estable y evitar sobrecargas.

Este enfoque transformó el concepto tradicional de cadena de producción, al priorizar la eficiencia del sistema completo sobre la productividad aislada de las máquinas. Toyota demostró que, al dimensionar los recursos productivos conforme a la demanda real del cliente, era posible mejorar la calidad, reducir costos, incrementar la variedad de productos y acortar los tiempos de producción, como se ilustra en la Figura 5.

**Figura 5. Casa del Sistema de Producción de Toyota**



*Nota:* Tomada de Lean Enterprise Institute, 2025(<https://www.lean.org/lexicon-terms/toyota-production-system>).

El término “Lean” fue introducido por John Krafcik en 1988 en su artículo Triumph of the Lean Production System. Posteriormente, Womack, Jones y Roos (1990) difundieron el concepto a nivel global en su obra *The Machine That Changed the World*, en la cual compararon las prácticas productivas de Toyota con las de los fabricantes occidentales, evidenciando las ventajas del enfoque Lean en términos de eficiencia, calidad y flexibilidad.

En la actualidad, el Lean Manufacturing se ha implementado con éxito en múltiples sectores, desde la industria automotriz hasta ámbitos como la electrónica, la salud, la educación y

la industria aeroespacial. Con el tiempo, esta filosofía se ha integrado con otras metodologías de mejora continua, como Six Sigma, y más recientemente con los desarrollos de la Industria 4.0. La incorporación de tecnologías digitales, tales como el Internet de las Cosas (IoT), el Big Data y la Inteligencia Artificial (IA), ha dado lugar al concepto de Lean 4.0, el cual permite el monitoreo en tiempo real de los procesos y una mayor capacidad de respuesta ante fallos productivos (Qureshi et al., 2023).

Finalmente, diversas universidades y centros de formación técnica han incorporado el enfoque Lean en sus programas académicos, promoviendo su transferencia hacia pequeñas y medianas empresas, con el propósito de fortalecer su desempeño productivo y consolidar una cultura de mejora continua en el ámbito industrial.

#### **5.5.1.1.3. Principios del Lean Manufacturing**

Cuando se habla de Lean Manufacturing, es importante tener en cuenta que esta filosofía se basa en la eliminación sistemática de desperdicios y en la generación de valor para el cliente mediante la mejora continua de los procesos.

En su obra *Lean Thinking*, James P. Womack y Daniel T. Jones (1996) identificaron y definieron cinco principios esenciales que constituyen los pilares de la transformación tanto de los sistemas de producción como de la cultura organizacional de las industrias que adoptan el pensamiento Lean. Estos principios son: identificación del valor, mapeo de la cadena de valor, flujo continuo, producción jalonada (Pull) y perfección (Kaizen).

La aplicación de estos principios permite no solo optimizar los recursos, sino también alcanzar niveles superiores de eficiencia y calidad en los productos o servicios ofrecidos. Dichos

fundamentos se representan gráficamente en el ciclo del proceso Lean Manufacturing tal como podemos ver en la figura 6.

**Figura 6. Los cinco principios para la transformación Lean**



*Nota.* El gráfico representa el proceso de pensamiento de cinco pasos propuesto por Womack y Jones en 1996 para guiar a una transformación lean. Tomado de Lean Enterprise Institute, 2025, (<https://www.lean.org/lexicon-terms/lean-thinking-and-practice>).

El primer principio, la identificación del valor, consiste en determinar qué elementos de un producto o servicio son realmente valorados por el cliente, es decir, aquellos por los que está dispuesto a pagar. Todo aquello que no contribuya directamente a ese valor se considera desperdicio.

El segundo principio, el mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping), permite visualizar todos los pasos necesarios para transformar una materia prima en un producto final, diferenciando las actividades que generan valor de aquellas que no lo hacen. Este proceso facilita la detección de desperdicios como tiempos de espera, inventarios excesivos, reprocesos o movimientos innecesarios dentro de la línea de proceso. Las herramientas como el mapa de flujo de valor resultan especialmente útiles en entornos de mantenimiento, ya que ayudan a identificar

cuellos de botella o pérdidas asociadas a una planificación ineficiente o a demoras en tareas críticas.

El tercer principio, el flujo continuo, busca rediseñar los procesos para que se desarrollen de manera ininterrumpida, eliminando obstáculos y asegurando la sincronización entre tareas, tiempos, materiales y recursos humanos. En el contexto del mantenimiento, este principio se refleja en la eficiencia con que se ejecutan las labores preventivas y correctivas, garantizando la disponibilidad de repuestos, herramientas y personal calificado en el momento oportuno.

El cuarto principio, la producción jalonada (Pull), reemplaza los sistemas de producción basados en pronósticos por otros guiados por la demanda real del cliente. Este enfoque evita la sobreproducción y el exceso de inventarios. En el ámbito del mantenimiento, el sistema Pull se traduce en la programación de intervenciones según la condición o criticidad de los activos, en lugar de seguir cronogramas rígidos que pueden no ajustarse a la realidad operativa de los equipos.

Finalmente, el principio de la perfección (Kaizen) promueve una cultura de mejora continua. En la adopción del pensamiento Lean, siempre existe la intención de avanzar hacia niveles más altos de eficiencia, calidad y participación del personal. Este principio se materializa en acciones como la capacitación constante, los círculos de calidad y la implementación de programas como 5S y TPM (Total Productive Maintenance), que empoderan a los trabajadores para identificar problemas, proponer soluciones y optimizar los procesos de mantenimiento.

Aplicar estos principios al mantenimiento industrial implica replantear los procesos desde la perspectiva del cliente, tanto interno (el área de producción) como externo (el consumidor final). La adopción de metodologías como el TPM, el mantenimiento autónomo, el

mantenimiento basado en condición y las prácticas de orden y limpieza 5S responde directamente a la lógica del pensamiento Lean, enfocándose en la eliminación de tiempos muertos, la reducción de desperdicios y la mejora continua de los flujos de trabajo.

#### **5.5.1.1.4. Herramientas y Técnicas del Lean Manufacturing en la Gestión de Mantenimiento.**

El Lean Manufacturing no se limita a un conjunto de principios orientados a la producción, sino que se materializa a través de la aplicación sistemática de herramientas y técnicas destinadas a la optimización de los procesos industriales. Estas herramientas permiten a las organizaciones transformar sus operaciones mediante acciones estructuradas y medibles, alineadas con una cultura de mejora continua que promueve la participación de todos los niveles de la organización.

En el ámbito de la gestión del mantenimiento, la adopción estratégica de estas herramientas se ha consolidado como un factor clave para fortalecer la confiabilidad de los equipos, reducir los tiempos de inactividad y mejorar la eficiencia operativa. Entre las herramientas más representativas del pensamiento Lean se destacan las siguientes.

La metodología 5S, de origen japonés, se fundamenta en cinco principios orientados a la organización del entorno de trabajo: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). Su implementación contribuye a la creación de espacios laborales más seguros, ordenados y funcionales, lo cual reduce pérdidas de tiempo, facilita la detección de fallas incipientes y fortalece la cultura de disciplina operativa. En el contexto del mantenimiento, las 5S permiten mejorar la gestión de herramientas, repuestos y áreas técnicas, impactando directamente en la eficiencia de las intervenciones.

Otra herramienta fundamental es el Kaizen, término que hace referencia a la mejora continua a través de pequeños cambios progresivos en los procesos. Este enfoque promueve la participación del personal operativo, técnico y administrativo en la identificación de oportunidades de mejora, favoreciendo el incremento sostenido de la productividad, la calidad y la motivación del talento humano. En el mantenimiento industrial, el Kaizen facilita la optimización de rutinas de inspección, la estandarización de procedimientos y la reducción de fallas recurrentes.

Por su parte, el Value Stream Mapping (VSM) o Mapeo de la Cadena de Valor constituye una herramienta visual que permite representar de manera integral el flujo de materiales e información a lo largo de un proceso. Su aplicación en la gestión del mantenimiento posibilita la identificación de actividades que no agregan valor, cuellos de botella y tiempos improductivos, facilitando la toma de decisiones orientadas a mejorar la planificación de las intervenciones, la disponibilidad de repuestos y la coordinación entre áreas técnicas y operativas.

La técnica de los cinco “¿por qué?” se emplea como un método de análisis causa-raíz que consiste en interrogar de manera secuencial sobre las causas de un problema hasta identificar su origen fundamental. Este enfoque fortalece el pensamiento crítico y contribuye al desarrollo de soluciones sostenibles, evitando la repetición de fallas en los procesos productivos y de mantenimiento. Su aplicación resulta especialmente útil en el análisis de paradas no programadas y fallas repetitivas en equipos industriales (Tambo Rodríguez, 2020).

La aplicación articulada de estas herramientas permite una transformación progresiva y sostenible de las operaciones industriales. En el contexto latinoamericano, numerosas organizaciones han incorporado el enfoque Lean como parte de su transición hacia modelos

productivos más eficientes, flexibles y orientados a la competitividad, en respuesta a las crecientes exigencias de los mercados globales.

En este proceso de transformación, la gestión del mantenimiento ha evolucionado desde enfoques predominantemente reactivos —centrados en la corrección de fallas una vez ocurridas— hacia modelos proactivos y preventivos, que priorizan la anticipación de problemas y la optimización de los recursos técnicos. En este marco, el enfoque Lean se ha consolidado como una estrategia fundamental para fortalecer la eficiencia y confiabilidad del mantenimiento industrial.

Uno de los conceptos más relevantes derivados de esta integración es el Lean Maintenance o mantenimiento Lean, el cual aplica directamente los principios y herramientas del Lean Manufacturing al ámbito del mantenimiento. Su objetivo principal es eliminar actividades que no agregan valor, incrementar la disponibilidad de los activos, reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas técnicas. En la práctica, este enfoque busca garantizar que los equipos operen de manera óptima en el momento requerido, minimizando interrupciones y asegurando la continuidad de los procesos productivos (Canahua Apaza, 2022).

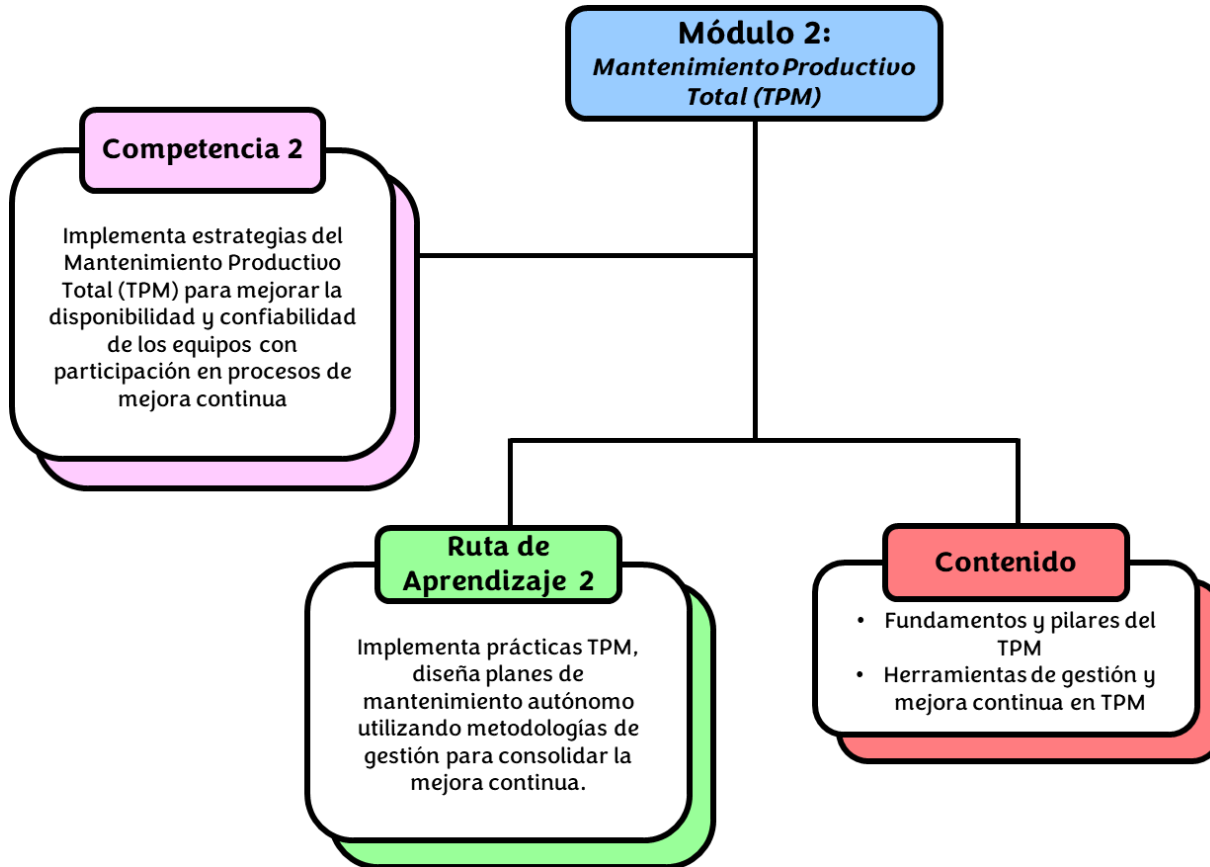
De esta manera, el mantenimiento deja de concebirse como una función secundaria o meramente reactiva, para consolidarse como un componente estratégico dentro de la cadena de valor. Esta visión permite que el área de mantenimiento contribuya no solo a la estabilidad operativa, sino también a la competitividad global de la organización, mediante una gestión más técnica, ágil y orientada a resultados sostenibles.

### ***5.5.2. Módulo 2: Total Productive Maintenance (TPM)***

El segundo módulo, TPM (Total Productive Maintenance), se orienta a la aplicación práctica de los principios Lean en la gestión del mantenimiento. Su propósito es que el participante comprenda la importancia del mantenimiento productivo total como una estrategia integral para maximizar la eficiencia global de los equipos, reducir fallas y fomentar una cultura de responsabilidad compartida dentro del entorno industrial.

Este módulo aborda los fundamentos conceptuales del TPM, el rol estratégico del mantenimiento dentro del sistema productivo, los pilares que sustentan la metodología, y la medición del desempeño a través del indicador de eficiencia global de los equipos (Overall Equipment Effectiveness – OEE). Además, se profundiza en los programas de mantenimiento autónomo, que promueven la participación de los operarios en el cuidado y conservación de los activos, fortaleciendo la integración entre el área técnica y la operativa.

### Ilustración 7. Estructura general del módulo 2 del curso Lean Manufacturing para Mantenimiento



*Nota.* Ilustración de elaboración propia (2025).

En correspondencia con los propósitos formativos del módulo indicados en la figura 7, se define como competencia principal de este módulo es la implementación de las herramientas y metodologías del Mantenimiento Productivo Total (TPM) que contribuyan a mejorar la eficiencia global de los equipos, reducir tiempos de falla y optimizar los recursos del área de mantenimiento en coherencia con los principios Lean.

A partir de esta competencia, se establecen los siguientes resultados de aprendizaje esperados:

- Comprender los fundamentos y pilares del TPM.

- Analizar la función estratégica del mantenimiento dentro del sistema productivo.
- Calcular e interpretar indicadores de mantenimiento como OEE, MTTR y MTBF.
- Aplicar herramientas Lean de gestión visual y mejora continua en procesos de mantenimiento.
- Integrar la metodología TPM en la cultura de trabajo del área de mantenimiento.

El desarrollo del módulo se basará en estrategias de aprendizaje activas que articulen teoría y práctica. Se implementarán talleres de análisis de indicadores, estudios de caso sobre fallas recurrentes, ejercicios de diagnóstico Lean y simulaciones de mantenimiento autónomo. Asimismo, se promoverá el trabajo colaborativo entre los participantes para fortalecer la reflexión sobre la aplicación del TPM como herramienta de mejora integral y sostenibilidad operativa.

Como evidencias del aprendizaje, se espera que el participante:

- Elabore un diagnóstico Lean de un proceso de mantenimiento.
- Diseñe una propuesta de plan TPM que incluya objetivos de mejora, indicadores de desempeño y estrategias de participación del personal operativo.
- Participe en la construcción de tableros Kanban o herramientas visuales para la gestión del mantenimiento.

### **5.5.2.1. Contenido del Módulo**

#### **5.5.2.1.1. Lean Manufacturing y Total Productive Maintenance (TPM)**

La integración entre el Lean Manufacturing y el Total Productive Maintenance (TPM) constituye uno de los enfoques más efectivos para mejorar el desempeño de los sistemas productivos industriales, al articular la optimización de procesos con la confiabilidad de los

activos físicos. Mientras el Lean se orienta a la eliminación sistemática de desperdicios y a la creación de valor para el cliente, el TPM se enfoca en maximizar la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los equipos mediante una gestión integral del mantenimiento.

Desde una perspectiva técnica, ambos enfoques comparten principios fundamentales como la prevención de fallas, la estandarización de procesos, la mejora continua y la participación del personal operativo. Esta convergencia permite que la gestión del mantenimiento deje de ser una función reactiva para convertirse en un componente estratégico del sistema productivo, alineado con los objetivos de eficiencia, calidad y competitividad.

El TPM se estructura tradicionalmente en ocho pilares, entre los cuales destacan el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado y la mejora enfocada, los cuales contribuyen directamente a la reducción de pérdidas asociadas a paradas no programadas, fallas repetitivas y defectos de calidad. Al integrarse con los principios del Lean Manufacturing, estos pilares permiten atacar de manera sistemática las principales fuentes de desperdicio identificadas en los procesos productivos, tales como tiempos muertos, reprocesos, sobreproducción y movimientos innecesarios.

Uno de los principales indicadores que evidencia la sinergia entre Lean y TPM es el Overall Equipment Effectiveness (OEE), el cual mide el desempeño global de los equipos a partir de tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad. La implementación conjunta de ambas metodologías contribuye de manera directa a la mejora de este indicador, al reducir los tiempos de parada por fallas mecánicas, optimizar los tiempos de ciclo y disminuir la generación de productos defectuosos.

En el contexto de la ingeniería mecánica, esta integración resulta especialmente relevante, ya que permite establecer una relación directa entre la condición técnica de los activos y el desempeño del sistema productivo. La aplicación de herramientas Lean, como el mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping), combinada con estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, facilita la identificación de cuellos de botella, la priorización de intervenciones técnicas y la toma de decisiones basada en datos reales de operación.

Asimismo, la articulación entre Lean Manufacturing y TPM favorece el desarrollo de una cultura organizacional orientada a la confiabilidad, en la cual los operadores asumen un rol activo en el cuidado de los equipos, reportan condiciones anómalas y participan en actividades básicas de mantenimiento. Este enfoque no solo reduce la carga operativa del personal técnico especializado, sino que también incrementa la vida útil de los activos y fortalece la seguridad industrial.

En términos estratégicos, la combinación de ambas metodologías —frecuentemente denominada Lean Maintenance— permite a las organizaciones avanzar hacia modelos de gestión más robustos, en los cuales el mantenimiento deja de ser percibido como un centro de costos para convertirse en un generador de valor. De esta manera, la integración Lean-TPM contribuye al logro de objetivos clave como la reducción de costos operativos, el aumento de la productividad, la mejora de la calidad del producto y la sostenibilidad de los sistemas industriales.

Finalmente, para que esta integración sea efectiva, resulta indispensable acompañar los procesos técnicos con estrategias de formación y capacitación continua, que fortalezcan las competencias del personal en metodologías de mejora, análisis de fallas y gestión de activos. En este sentido, la convergencia entre Lean Manufacturing y TPM no solo representa una solución técnica, sino también un modelo formativo que demanda programas de educación continua

orientados al desarrollo de capacidades prácticas y a la consolidación de una cultura de mejora permanente en el entorno industrial.

### 5.5.3. Preguntas Orientadoras

Como parte del diseño pedagógico del curso, se formularon una serie de preguntas orientadoras que permiten direccionar el proceso formativo y fortalecer la comprensión integral de los conceptos desarrollados en cada módulo. Estas preguntas cumplen la función de conectar la teoría con la práctica, fomentando la reflexión crítica del participante frente a la aplicación de la filosofía Lean en los procesos de mantenimiento industrial. Asimismo, orientan el aprendizaje autónomo y la apropiación progresiva de los principios de mejora continua y liderazgo que sustentan la eficiencia operativa en las organizaciones.

Considerando que la base del pensamiento Lean radica en la comprensión profunda de los procesos, la identificación de desperdicios y el uso eficiente de la información para la toma de decisiones en mantenimiento, las preguntas orientadoras del curso se pueden observar en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
Preguntas orientadoras propuestas.

<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Propósito formativo / Descripción</b>
¿Cuáles son las ventajas operativas de implementar los principios Lean en la gestión del mantenimiento?	Permite comprender cómo la eliminación de desperdicios, la estandarización de procesos y la mejora continua contribuyen a aumentar la productividad y reducir los costos operativos.

¿Por qué es fundamental desarrollar una cultura organizacional basada en el liderazgo proactivo y el trabajo en equipo para sostener la filosofía Lean?	Invita a analizar el papel del factor humano en la consolidación de entornos laborales donde la mejora continua se mantenga como un valor colectivo y permanente.
¿Cómo contribuye la aplicación del Kaizen a la optimización de los procesos de mantenimiento?	Busca que el estudiante identifique cómo la mejora incremental y constante favorece la reducción de fallos, la eficiencia en la operación y la participación del personal operativo en la resolución de problemas.
¿Qué beneficios ofrece la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en términos de disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos?	Promueve el análisis de cómo el TPM integra los principios Lean a la gestión del mantenimiento, maximizando la efectividad global de los activos productivos.
¿Qué tipos de indicadores e información deben recopilarse para evaluar la efectividad del mantenimiento en un entorno Lean?	Orienta al participante a reconocer la importancia del uso de indicadores como el OEE, MTTR y MTBF, y su papel en la toma de decisiones técnicas y estratégicas.
¿Qué herramientas Lean y de gestión visual pueden emplearse para analizar y comunicar los resultados del mantenimiento de forma efectiva?	Motiva la exploración de métodos como el uso de tableros, diagramas de causa raíz y sistemas de información visual que facilitan la comprensión y control de los procesos.

---

*Nota:* Tabla de elaboración propia (2025)

Estas preguntas actúan como un eje transversal en el diseño del curso, facilitando la integración entre el conocimiento teórico, el pensamiento analítico y la práctica. De esta manera, contribuyen a que el participante desarrolle una visión crítica, propositiva y orientada a la mejora continua, en coherencia con los objetivos formativos del programa Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento.

## 5.6. Metodología de Enseñanza

La metodología de enseñanza propuesta para este curso está fundamentada en el enfoque de aprendizaje activo por competencias, que no solo adquisición de conocimientos teóricos, sino que sea capaz de aplicarlos de manera reflexiva y práctica en contextos reales del entorno industrial por parte del participante. Este enfoque fomenta la participación, la colaboración y la resolución de problemas, alineándose con los principios de la filosofía Lean.

El curso combina estrategias teórico-prácticas que facilitan la transición del estudiante desde la comprensión conceptual hacia la aplicación práctica de los principios Lean. En el componente teórico, se desarrollan exposiciones magistrales, análisis de lecturas y estudios de caso que introducen los fundamentos del pensamiento Lean y del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Posteriormente, el componente práctico se enfoca en talleres y simulaciones que recrean fallas o situaciones propias del entorno industrial, donde, por medio de ejercicios de diagnóstico y actividades colaborativas, los participantes identifican desperdicios, diseñan propuestas de mejora y aplican herramientas Lean en contextos de mantenimiento reales o simulados.

Para favorecer la construcción significativa del conocimiento, se propone una metodología basada en el aprender haciendo, donde el participante experimenta, reflexiona y evalúa sus resultados. Este proceso se apoya en el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb, que comprende cuatro fases: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y aplicación activa tal como se puede observar en la Figura 8. De esta manera, el estudiante puede relacionar los conceptos aprendidos con su práctica profesional, fortaleciendo su capacidad analítica y crítica frente a los procesos operativos.

**Figura 8. Estrategias Didácticas para el curso**

*Nota.* Ilustración de elaboración propia (2025).

Estas estrategias se articulan con las competencias y resultados de aprendizaje de cada módulo, garantizando un proceso formativo integral, en el que el participante asume un papel activo y propositivo. Además, fomentan la autoevaluación y la coevaluación como herramientas de mejora continua, coherentes con la esencia del pensamiento Lean.

Finalmente, la metodología planteada busca fortalecer no solo las habilidades técnicas del mantenimiento, sino también las competencias blandas asociadas al liderazgo, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. Con ello, se promueve una formación integral que contribuye al desarrollo profesional del participante y a la consolidación de una cultura organizacional orientada a la eficiencia y la sostenibilidad.

### **5.7. Guía de aprendizaje y actividades didácticas**

La guía de aprendizaje y las actividades didácticas del curso se fundamentan en un enfoque de aprendizaje activo por competencias, orientado a garantizar que el participante no solo adquiera conocimientos teóricos, sino que desarrolle la capacidad de aplicarlos de manera reflexiva, crítica y sistemática en contextos reales del entorno productivo. Esta orientación pedagógica se alinea con los principios de la filosofía Lean, al promover la participación, la colaboración, la resolución estructurada de problemas y la mejora continua como ejes del proceso formativo.

En este marco, la guía de aprendizaje se concibe como un dispositivo pedagógico articulador que integra los objetivos formativos, los contenidos, las estrategias metodológicas, las actividades prácticas y los criterios de evaluación. Su propósito es orientar al participante durante todo el proceso de formación, facilitando la comprensión de las expectativas académicas, la organización del trabajo autónomo y la apropiación progresiva de las competencias requeridas para intervenir de manera efectiva en los procesos de mantenimiento bajo el enfoque Lean.

El diseño metodológico del curso combina de manera equilibrada estrategias teóricas y prácticas, que permiten al participante transitar desde la comprensión conceptual hacia la aplicación operativa de los principios del pensamiento Lean y del Mantenimiento Productivo Total (TPM). En el componente teórico se desarrollan exposiciones magistrales orientadas, análisis de lecturas especializadas y estudios de caso, mediante los cuales se introducen los fundamentos del Lean Manufacturing, la filosofía Kaizen, la gestión visual y los principios del mantenimiento productivo. Estas actividades proporcionan los marcos conceptuales necesarios para interpretar críticamente la realidad organizacional y comprender la lógica sistémica de los procesos productivos.

De manera complementaria, el componente práctico se estructura en torno a talleres aplicados, simulaciones operativas y ejercicios de diagnóstico, diseñados para recrear situaciones habituales del entorno industrial, como fallas recurrentes, ineficiencias en la planificación del mantenimiento, tiempos muertos, reprocesos o deficiencias en la gestión de indicadores. En estos espacios, los participantes identifican desperdicios, analizan causas raíz y formulan propuestas de mejora mediante el uso de herramientas Lean y TPM, fortaleciendo su capacidad de análisis, su criterio técnico y su orientación a resultados.

Para favorecer la construcción significativa del conocimiento, la propuesta didáctica adopta el enfoque de aprender haciendo, apoyado en el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb, que integra cuatro momentos fundamentales: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y aplicación activa. Esta secuencia metodológica permite que los participantes experimenten situaciones cercanas a su realidad laboral, reflexionen críticamente sobre ellas, estructuren conceptualmente sus aprendizajes y los transfieran nuevamente al contexto operativo. De esta manera, se supera la separación tradicional entre teoría y práctica, consolidando un aprendizaje funcional, transferible y orientado a la solución de problemas reales.

Las estrategias didácticas se articulan de forma coherente con las competencias y resultados de aprendizaje definidos para cada módulo, garantizando una progresión pedagógica que inicia con la identificación de problemáticas en los procesos de mantenimiento, avanza hacia su análisis sistemático y culmina con la formulación e implementación de soluciones de mejora continua. En este proceso se integran prácticas de autoevaluación y coevaluación, entendidas como mecanismos formativos que fortalecen la reflexión crítica, la responsabilidad por el aprendizaje y la consolidación de una cultura de mejora coherente con los principios Lean.

Desde el punto de vista metodológico, la estrategia central del curso se apoya en el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje autónomo, enfoques que fomentan la participación del participante y su capacidad para analizar situaciones reales del entorno industrial. A través de estas metodologías, el estudiante asume un rol protagónico en su proceso formativo, contrastando información, formulando conclusiones y sustentando sus decisiones a partir de los principios del pensamiento Lean, la metodología Kaizen y los pilares del TPM.

Dado el carácter híbrido del curso, la propuesta didáctica integra espacios sincrónicos y asincrónicos. Las sesiones virtuales en vivo se orientan al desarrollo conceptual, la discusión guiada y la resolución colaborativa de dudas, mientras que los espacios asincrónicos están destinados a la práctica autónoma, la reflexión crítica y la elaboración de evidencias de aprendizaje. Esta combinación favorece la flexibilidad formativa y exige del participante una gestión responsable de su tiempo, alineada con las demandas del entorno profesional en el que se desempeña.

El rol del docente facilitador es clave dentro de este enfoque. Más que un transmisor de contenidos, el docente actúa como mediador pedagógico y acompañante del aprendizaje, brindando orientación permanente a través de diferentes canales de comunicación, como foros académicos, correo institucional y sesiones de retroalimentación personalizada. Este acompañamiento fortalece la autonomía del estudiante y asegura la coherencia entre los propósitos formativos y las experiencias de aprendizaje.

De manera transversal, la guía de aprendizaje y las actividades didácticas buscan fortalecer no solo las competencias técnicas asociadas al mantenimiento industrial, sino también las competencias transversales relacionadas con el liderazgo, la comunicación efectiva, el trabajo

en equipo y la toma de decisiones fundamentadas en datos. Con ello, se promueve una formación integral que contribuye tanto al desarrollo profesional del participante como a la consolidación de una cultura organizacional orientada a la eficiencia, la sostenibilidad y la mejora continua.

Finalmente, es importante señalar que la metodología, las actividades y los recursos didácticos aquí descritos se desarrollan con mayor nivel de detalle en los anexos del presente trabajo, específicamente en la Guía de contenidos y la Guía de aprendizaje y actividades didácticas, las cuales constituyen materiales complementarios al diseño curricular del curso. Estos documentos permiten operacionalizar la propuesta pedagógica presentada en este capítulo, asegurando coherencia entre el diseño académico y su implementación práctica en escenarios reales de formación continua.

## **6. Estrategias de Evaluación y Retroalimentación**

La evaluación constituye un componente esencial en los procesos de educación continua, especialmente cuando estos se orientan al desarrollo de competencias profesionales en contextos productivos reales. En el marco del curso de formación en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial, la evaluación no se concibe únicamente como un mecanismo de verificación de aprendizajes, sino como una estrategia pedagógica que impulsa la mejora continua, la reflexión crítica y la transferencia efectiva del conocimiento al entorno laboral.

Este capítulo presenta el enfoque evaluativo que sustenta el diseño del curso, así como las estrategias, instrumentos y mecanismos de retroalimentación que garantizan la coherencia entre los objetivos formativos, las metodologías activas empleadas y los resultados de aprendizaje esperados. En consonancia con los principios del pensamiento Lean, la evaluación se orienta a generar valor, evitando prácticas evaluativas desarticuladas del desempeño profesional y privilegiando aquellas que contribuyen al fortalecimiento de competencias técnicas, analíticas y actitudinales.

Asimismo, se propone un modelo de evaluación integral que articula dimensiones diagnósticas, formativas y sumativas, permitiendo acompañar al participante a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. Este enfoque favorece no solo la apropiación conceptual de los principios Lean, sino también su aplicación práctica en situaciones reales o simuladas del mantenimiento industrial.

Finalmente, el capítulo destaca el papel estratégico de la retroalimentación continua como eje dinamizador del proceso formativo. Desde esta perspectiva, evaluar implica también aprender a mejorar, tanto a nivel individual como institucional, consolidando un modelo de formación

flexible, pertinente y alineado con las exigencias de competitividad y excelencia que demanda el sector productivo actual.

### **6.1. Enfoque de evaluación en educación continua**

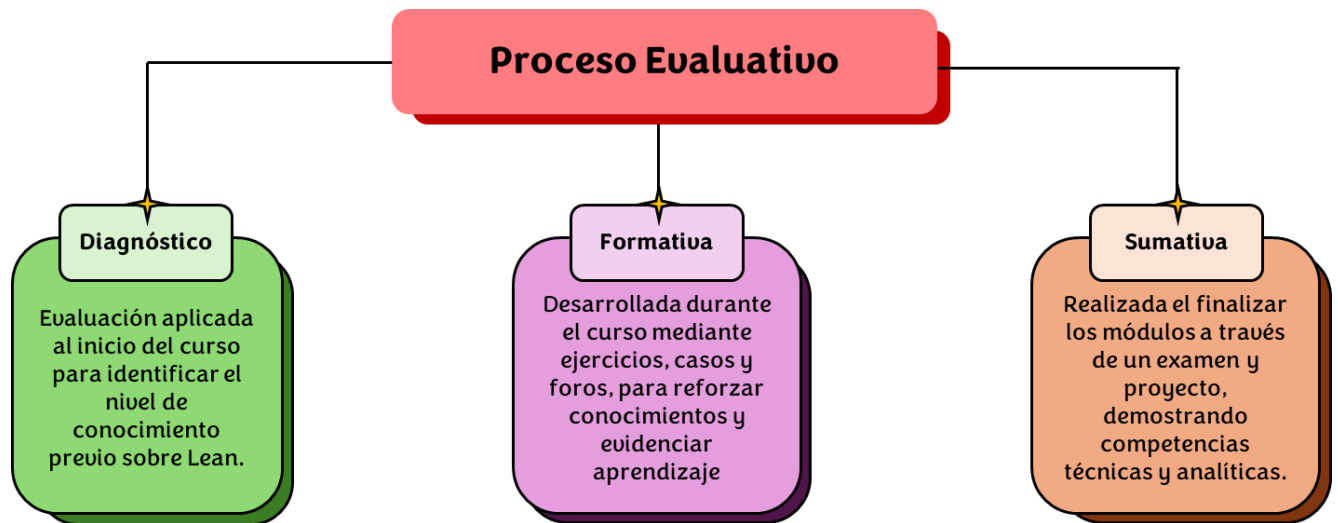
La evaluación en el marco del curso de educación continua en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial se concibe como un proceso sistemático, continuo e integral, orientado no solo a la medición de resultados de aprendizaje, sino también al acompañamiento formativo, la mejora progresiva de las competencias y la optimización permanente del diseño pedagógico del programa. Desde esta perspectiva, la evaluación deja de entenderse como un acto aislado al final del proceso formativo y se transforma en un eje articulador del aprendizaje, coherente con los principios de mejora continua propios de la filosofía Lean.

Este enfoque evaluativo responde a las características propias de la educación continua, en la cual los participantes son profesionales en ejercicio que demandan procesos de valoración pertinentes, flexibles y directamente vinculados con su desempeño laboral. En consecuencia, la evaluación se orienta a verificar no solo la apropiación conceptual de los principios del Lean Manufacturing, sino, especialmente, la capacidad de aplicar estos conocimientos en contextos reales o simulados de mantenimiento industrial, fortaleciendo la transferencia efectiva del aprendizaje al entorno productivo.

En coherencia con este propósito, la evaluación se estructura a partir de tres dimensiones complementarias: diagnóstica, formativa y sumativa. La dimensión diagnóstica permite identificar los saberes previos, las expectativas y las necesidades específicas de los participantes al inicio del curso, facilitando la adecuación de las estrategias didácticas. La evaluación formativa acompaña de manera permanente el proceso de aprendizaje mediante actividades de seguimiento,

retroalimentación continua y espacios de reflexión crítica. Finalmente, la evaluación sumativa permite valorar el nivel de logro de las competencias al cierre de cada módulo y del curso en su conjunto, asegurando la coherencia entre los resultados obtenidos y los objetivos formativos planteados.

**Figura 9. Estructura del proceso evaluativo**



*Nota:* Ilustración de elaboración propia (2025).

## 6.2. Estrategias de evaluación por módulo

Las estrategias de evaluación por módulo se conciben como un componente central del diseño formativo del curso, en la medida en que permiten acompañar progresivamente el desarrollo de competencias y asegurar la coherencia entre los objetivos de aprendizaje, las metodologías empleadas y los resultados esperados. En concordancia con el enfoque de evaluación continua y formativa, cada módulo integra estrategias evaluativas diferenciadas, ajustadas a la naturaleza de los contenidos y al nivel de complejidad cognitiva y procedimental que se espera alcanzar en cada etapa del proceso.

En el Módulo 1: Fundamentos de Lean Manufacturing, la evaluación se orienta principalmente a verificar la comprensión conceptual de los principios del pensamiento Lean y su relación con los procesos de mantenimiento industrial. Para ello, se emplean estrategias como pruebas diagnósticas iniciales, cuestionarios en línea con preguntas de selección múltiple y verdadero o falso, así como actividades de análisis de lecturas y discusión de casos breves. Estas estrategias permiten identificar el punto de partida de los participantes, detectar posibles vacíos conceptuales y asegurar una base teórica sólida sobre la cual construir los aprendizajes posteriores. La retroalimentación inmediata cumple un papel clave en este módulo, ya que facilita la corrección temprana de errores y promueve la apropiación gradual del lenguaje técnico propio de la metodología Lean.

Por su parte, el Módulo 2: TPM y mantenimiento autónomo incorpora estrategias de evaluación centradas en el desempeño integral y en la capacidad del participante para diseñar e implementar soluciones sostenibles. En este módulo, la evaluación se articula estrechamente con el proyecto integrador, el cual funciona como evidencia principal de logro de competencias. A través de este producto, los participantes demuestran su dominio en la aplicación de herramientas como 5S, estandarización, mantenimiento autónomo y mejora continua, vinculando sus propuestas con indicadores de desempeño industrial tales como la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), la reducción de fallas no planificadas y la optimización del mantenimiento preventivo. La evaluación se complementa con presentaciones orales, informes técnicos y procesos de coevaluación, que fortalecen competencias comunicativas y de trabajo colaborativo.

De manera transversal a todos los módulos, se integran estrategias de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, que permiten monitorear el progreso de los participantes a lo largo del curso. La evaluación diagnóstica facilita la adaptación de las actividades a los niveles

reales de conocimiento; la evaluación formativa orienta el aprendizaje mediante retroalimentación continua; y la evaluación sumativa consolida los logros alcanzados al cierre de cada módulo, asegurando la coherencia entre el proceso formativo y los resultados obtenidos.

Asimismo, las estrategias de evaluación por módulo se apoyan en el uso sistemático de la plataforma virtual institucional, que posibilita la aplicación de instrumentos estandarizados, el seguimiento individualizado del desempeño y la generación de reportes que sirven de base para la toma de decisiones pedagógicas. Esta integración tecnológica fortalece la transparencia del proceso evaluativo y contribuye a una gestión más eficiente de la información académica.

En síntesis, las estrategias de evaluación por módulo están diseñadas para responder a la lógica progresiva del aprendizaje en el curso: partir de la comprensión conceptual, avanzar hacia la aplicación práctica y culminar con el desempeño integral en contextos cercanos a la realidad industrial. Este enfoque garantiza que la evaluación no sea un elemento aislado, sino un eje articulador del proceso formativo, orientado al desarrollo efectivo de competencias y a la consolidación de una cultura de mejora continua coherente con los principios del Lean Manufacturing.

### **6.3. Instrumentos de evaluación**

Los instrumentos de evaluación del curso se diseñan como herramientas pedagógicas orientadas a valorar de manera integral el aprendizaje de los participantes, garantizando la coherencia entre los objetivos formativos, las competencias a desarrollar y los resultados esperados en el desempeño profesional. En concordancia con un enfoque de evaluación continua y formativa, dichos instrumentos no se limitan a la medición de conocimientos declarativos, sino

que permiten evidenciar procesos de análisis, aplicación práctica, reflexión crítica y mejora progresiva a lo largo del proceso formativo.

La estrategia evaluativa se fundamenta en la combinación de instrumentos cuantitativos y cualitativos, administrados a través de la plataforma virtual de aprendizaje institucional Moodle, lo que asegura trazabilidad, objetividad y condiciones equitativas para todos los participantes. La selección de estos instrumentos responde a la necesidad de valorar las distintas dimensiones del aprendizaje: conceptual, procedimental y actitudinal, en coherencia con los principios pedagógicos del curso.

### ***6.3.1. Banco de preguntas para evaluaciones en línea***

Uno de los instrumentos centrales de evaluación lo constituye el banco de preguntas para evaluaciones en línea, diseñado como una herramienta sistemática para valorar el aprendizaje teórico y aplicado de los contenidos del curso. Este banco está conformado por ítems de selección múltiple y de verdadero o falso, estructurados con distintos niveles de complejidad cognitiva, lo que permite evaluar desde la comprensión básica hasta la aplicación práctica de los principios del Lean Manufacturing, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y las herramientas asociadas a la mejora continua.

El banco de preguntas se concibe no solo como un mecanismo de control del aprendizaje, sino como un recurso pedagógico que favorece la autonomía del estudiante. La configuración de las evaluaciones en Moodle —que incluye la asignación aleatoria de preguntas, tiempos controlados y retroalimentación inmediata— contribuye a reducir el riesgo de prácticas deshonestas, fortalece la equidad del proceso evaluativo y transforma la evaluación en una instancia formativa que retroalimenta el aprendizaje.

De manera específica, el Banco de Preguntas para Examen (2025) presenta de forma detallada la selección de ítems que se propone utilizar en las evaluaciones del curso, constituyéndose en una guía metodológica que evidencia tanto el estilo de las preguntas como los criterios pedagógicos que sustentan su diseño. Este banco incluye los siguientes tipos de preguntas:

- Preguntas de verdadero o falso: Este tipo de ítems permite evaluar de forma ágil y efectiva la comprensión de conceptos clave y principios fundamentales del Lean Manufacturing y del mantenimiento industrial. Su estructura facilita la medición de conocimientos básicos y la detección de posibles confusiones conceptuales, proporcionando retroalimentación inmediata sobre el nivel de comprensión del estudiante.
- Preguntas de selección múltiple: Estas preguntas se orientan a evaluar no solo el conocimiento memorístico, sino también la capacidad de análisis y aplicación de los conceptos en situaciones prácticas. Al presentar diversas alternativas de respuesta, se fomenta la discriminación entre opciones correctas e incorrectas, promoviendo el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión profunda de los contenidos abordados.

La combinación de ambos tipos de preguntas garantiza una evaluación integral, al permitir medir tanto la retención de conceptos esenciales como la capacidad de aplicarlos en escenarios prácticos y de resolución de problemas. En este sentido, el banco de preguntas se consolida como una herramienta pedagógica fundamental que respalda la objetividad, la coherencia y la validez de las evaluaciones, asegurando que los resultados reflejen de manera fiel los aprendizajes adquiridos

por los participantes. Para la creación de este banco de preguntas, puede consultarse la Tabla 4, donde se describen las etapas del proceso (Banco de Preguntas para Examen, 2025).

**Tabla 4. Etapas para la creación de las evaluaciones a través del Moodle**

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función / Beneficio</b>
<b>1. Creación del banco de preguntas</b>	Los instructores desarrollan un banco de preguntas de selección múltiple, cubriendo todos los contenidos del curso y distintos niveles de dificultad.	Garantiza cobertura completa del temario y diversidad en las evaluaciones.
<b>2. Configuración de la evaluación en Moodle</b>	Se establece el número de preguntas por prueba, límite de tiempo, número de intentos y reglas de retroalimentación.	Permite automatizar la evaluación y establecer condiciones equitativas para todos los participantes.
<b>3. Asignación aleatoria de preguntas</b>	Cada participante recibe un conjunto de preguntas seleccionado de manera aleatoria desde la piscina.	Evita evaluaciones idénticas, reduciendo el riesgo de plagio y promoviendo la autonomía.
<b>4. Realización de la prueba</b>	Los estudiantes responden la evaluación dentro de los parámetros establecidos por la plataforma.	Facilita el seguimiento del desempeño en tiempo real y garantiza que cada prueba sea única.
<b>5. Retroalimentación y análisis de resultados</b>	Moodle genera reportes individuales y grupales, mostrando aciertos, errores y áreas de mejora.	Permite ofrecer retroalimentación inmediata, reforzar contenidos y ajustar estrategias pedagógicas.

*Nota.* Tabla de elaboración propia (2025)

### **6.3.2. *Otros instrumentos de evaluación***

De manera complementaria, se incorporan estudios de caso y ejercicios aplicados, orientados a valorar la capacidad del participante para analizar situaciones propias del entorno industrial, identificar desperdicios, reconocer causas raíz y proponer soluciones fundamentadas en metodologías Lean. Estos instrumentos permiten trascender la evaluación de conocimientos declarativos y centrar la atención en la transferencia efectiva del aprendizaje hacia contextos reales o simulados de mantenimiento industrial.

Asimismo, se integra un proyecto integrador, concebido como una evidencia central de desempeño. A través de este proyecto, los participantes aplican de forma articulada los contenidos de los distintos módulos, diseñando propuestas de mejora que impactan indicadores como la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), la reducción de fallas no planificadas y la optimización de los procesos de mantenimiento preventivo. Este instrumento cumple una doble función: evaluar competencias técnicas y metodológicas, y fortalecer el vínculo entre la formación académica y las necesidades reales de las organizaciones.

Finalmente, se incluyen instrumentos de evaluación participativa, como la autoevaluación y la coevaluación, que favorecen la reflexión metacognitiva y el desarrollo de la responsabilidad compartida por el aprendizaje. Estas estrategias permiten que los participantes reconozcan sus avances, identifiquen oportunidades de mejora y valoren el aporte de sus compañeros en actividades colaborativas, fortaleciendo competencias transversales como la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo técnico, tal como se ilustra en la Figura 10.

Figura 10. Distribución porcentual de calificaciones



*Nota:* Ilustración de elaboración propia (2025).

Desde una perspectiva formativa, los instrumentos se complementan con registros de seguimiento y retroalimentación continua, que incluyen observaciones del docente facilitador, reportes de desempeño generados por la plataforma virtual y espacios de tutoría académica. Estos mecanismos garantizan que la evaluación no se reduzca a un resultado final, sino que acompañe de manera permanente el proceso de construcción del conocimiento, orientando al participante hacia la mejora progresiva de sus competencias.

En conjunto, los instrumentos de evaluación definidos para el curso conforman un sistema articulado y coherente, que permite valorar de manera equilibrada el saber, el saber hacer y el saber ser en el contexto del mantenimiento industrial bajo la filosofía Lean. Esta diversidad de

herramientas fortalece la validez del proceso evaluativo, promueve la equidad en la valoración del desempeño y consolida una cultura de evaluación entendida como un medio para el aprendizaje significativo y la excelencia formativa.

#### **6.4. Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación del curso se establecen con el propósito de garantizar un proceso valorativo claro, objetivo y coherente con los resultados de aprendizaje definidos. Estos criterios orientan tanto a los participantes como a los docentes respecto a los estándares de desempeño esperados, asegurando que la evaluación trascienda la mera medición de conocimientos teóricos e integre de manera equilibrada las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal del aprendizaje.

En concordancia con el enfoque por competencias que fundamenta el diseño del curso, los criterios de evaluación se organizan en torno a cinco ejes centrales: comprensión conceptual, aplicación práctica, análisis y resolución de problemas, participación y colaboración, y comunicación técnica de resultados. Cada uno de estos ejes responde directamente a las exigencias del contexto industrial y a las competencias necesarias para la implementación efectiva de la filosofía Lean en los procesos de mantenimiento, favoreciendo una evaluación alineada con situaciones reales de desempeño profesional.

Con el fin de garantizar la objetividad, la equidad y la coherencia en la valoración del desempeño, se implementa una rúbrica estructurada en cuatro niveles de logro, que define con claridad los estándares esperados en cada criterio evaluativo. Esta herramienta permite identificar el grado de dominio alcanzado por los participantes, desde una comprensión inicial de los conceptos hasta su aplicación experta en contextos operativos reales, tal como se presenta en la

Tabla 5. De este modo, la evaluación se consolida no solo como un mecanismo de calificación, sino como un recurso pedagógico orientado al aprendizaje significativo y a la mejora continua.

**Tabla 5. Rúbrica evaluativa planteada para el curso**

<b>Criterio</b>	<b>Excelente</b>	<b>Satisfactorio</b>	<b>Básico</b>	<b>Insuficiente</b>
<b>Comprensión conceptual</b>	Demuestra dominio profundo de los principios Lean y su relación con el mantenimiento; integra conceptos con claridad y precisión.	Comprende adecuadamente los conceptos fundamentales, aunque con limitaciones menores en la aplicación.	Presenta comprensión parcial o confusa de los conceptos clave.	Muestra desconocimiento o errores significativos en los fundamentos teóricos.
<b>Aplicación práctica</b>	Aplica las herramientas Lean con precisión y adapta estrategias a casos reales, evidenciando pensamiento crítico y autonomía.	Aplica las herramientas de manera correcta en contextos simulados o guiados.	Aplica parcialmente las herramientas o con errores metodológicos.	No logra aplicar correctamente los principios Lean en los ejercicios o proyecto.
<b>Análisis y resolución de problemas</b>	Identifica causas raíz, propone soluciones viables y cuantifica resultados potenciales con base en datos.	Reconoce causas de problemas y plantea soluciones generales.	Identifica problemas, pero sin fundamentación suficiente.	No logra analizar las causas ni proponer soluciones coherentes.
<b>Participación y colaboración</b>	Participa activamente en todas las actividades, aporta ideas relevantes y	Participa de manera constante, aunque con menor nivel de iniciativa.	Participa de forma ocasional o con aportes limitados.	Escasa o nula participación en los espacios colaborativos.

contribuye al aprendizaje grupal.

<b>Comunicación técnica y presentación de resultados</b>	Presenta informes y proyectos con estructura clara, redacción técnica precisa y excelente soporte visual y argumentativo.	Cumple con los requisitos de presentación y redacción, aunque con aspectos mejorables.	Cumple parcialmente los criterios de comunicación técnica.	Entrega productos incompletos, desorganizados o con deficiente comunicación técnica.
--	---	--	--	--

---

*Nota:* Tabla de elaboración propia (2025)

De esta manera, la estructura evaluativa definida —basada en criterios claros, ponderaciones equilibradas y una rúbrica transparente— garantiza un proceso de medición justo y orientado al aprendizaje significativo. Este sistema permite que tanto los participantes como los instructores comprendan los parámetros de desempeño esperados y los utilicen como guía para la mejora continua. Asimismo, los resultados obtenidos en las distintas fases de la evaluación se constituirán en una herramienta de retroalimentación formativa, fomentando la reflexión individual, el desarrollo progresivo de competencias y la optimización permanente del curso. En conjunto, la evaluación se consolida no solo como un mecanismo de calificación, sino como un componente estratégico para la excelencia académica y la efectividad del proceso formativo.

En conjunto, estos criterios de evaluación permiten una valoración integral del desempeño del participante, alineada con los objetivos del curso y con las exigencias del entorno industrial. Su aplicación sistemática, apoyada en rúbricas estandarizadas, contribuye a garantizar la transparencia, la equidad y la coherencia del proceso evaluativo, fortaleciendo el carácter formativo de la evaluación y su función como herramienta para la mejora continua del aprendizaje.

### **6.5. Retroalimentación continua y mejora del proceso formativo**

La retroalimentación continua constituye un componente esencial del modelo evaluativo del curso, ya que permite transformar la evaluación en un proceso formativo orientado al aprendizaje, la reflexión crítica y la mejora progresiva del desempeño de los participantes. Más allá de su función informativa, la retroalimentación se concibe como una estrategia pedagógica que fortalece la autonomía, la autorregulación y el compromiso con el desarrollo profesional.

En coherencia con el enfoque por competencias que orienta el diseño del curso, la retroalimentación se integra de manera sistemática en todas las fases del proceso formativo. A través de mecanismos sincrónicos y asincrónicos —como la devolución de resultados en la plataforma virtual, los comentarios personalizados del docente, los espacios de tutoría y los foros de discusión— se garantiza que los participantes reciban orientaciones oportunas sobre sus avances, dificultades y oportunidades de mejora. Este acompañamiento permanente favorece la construcción de aprendizajes significativos y refuerza la transferencia de conocimientos al contexto real del mantenimiento industrial.

Desde una perspectiva pedagógica, la retroalimentación se estructura en tres niveles complementarios. En primer lugar, una retroalimentación inmediata, asociada a actividades automatizadas en la plataforma virtual, que permite al participante identificar de forma rápida sus aciertos y errores, fortaleciendo la comprensión conceptual. En segundo lugar, una retroalimentación formativa, brindada por el docente en actividades prácticas, estudios de caso y ejercicios colaborativos, orientada a mejorar la aplicación de las herramientas Lean y la calidad de los procesos de análisis y toma de decisiones. Finalmente, una retroalimentación estratégica, vinculada al desarrollo del proyecto integrador, que promueve la reflexión crítica sobre el impacto real de las propuestas de mejora y su alineación con los objetivos organizacionales.

Asimismo, se fomenta la participación de los estudiantes en procesos de autoevaluación y coevaluación, coherentes con los principios de la cultura Lean y la mejora continua. Estas prácticas fortalecen la metacognición, permiten reconocer fortalezas y debilidades propias, y promueven la responsabilidad compartida por el aprendizaje individual y colectivo. Al involucrar a los participantes en la valoración de su desempeño y el de sus pares, se refuerza el sentido de pertenencia y se consolida una dinámica de aprendizaje colaborativo.

La retroalimentación también cumple una función estratégica en la mejora del proceso formativo. Los resultados obtenidos en las evaluaciones, las observaciones del docente y las percepciones de los participantes se sistematizan como insumos para la revisión periódica del diseño del curso. Este ejercicio de análisis permite identificar aspectos susceptibles de ajuste en los contenidos, las metodologías, la secuencia de actividades y los instrumentos de evaluación, garantizando la coherencia entre los objetivos propuestos y los logros alcanzados.

En este sentido, el curso se rige por una lógica de mejora continua, principio central del pensamiento Lean, aplicada al ámbito educativo. Cada cohorte constituye una oportunidad para optimizar el modelo pedagógico, reducir actividades sin valor formativo y potenciar aquellas que generan mayor impacto en el aprendizaje y en la práctica profesional. De esta manera, la retroalimentación no solo fortalece el desempeño individual de los participantes, sino que se convierte en un mecanismo institucional para asegurar la calidad, pertinencia y sostenibilidad del programa de formación continua.

En síntesis, la retroalimentación continua se consolida como un eje articulador entre evaluación, aprendizaje y mejora del curso. Su implementación sistemática permite acompañar el desarrollo de competencias técnicas, metodológicas y actitudinales, al tiempo que impulsa la

evolución permanente del proceso formativo, en coherencia con los principios de eficiencia, estandarización y mejora continua propios de la filosofía Lean.

## 7. Estructura de inversión y precio del curso

El diseño de la estructura de inversión y el precio del curso debe responder tanto a la situación del mercado educativo nacional como a criterios pedagógicos, competitivos y de sostenibilidad económica. Esta sección analiza la oferta existente en Colombia, propone una justificación del precio sugerido para el curso piloto, y plantea una estrategia de posicionamiento y marketing que facilite su adopción por parte de individuos y organizaciones del sector productivo.

### 7.1.1. *Análisis del mercado nacional*

La oferta de programas de educación continua en Lean Manufacturing en Colombia ha crecido de manera sostenida durante la última década, impulsada por la necesidad de las organizaciones de mejorar su productividad, reducir costos operativos y adaptarse a entornos cada vez más competitivos. Este crecimiento se enmarca en un contexto nacional caracterizado por la búsqueda de mayor eficiencia en los sectores manufacturero, energético, de alimentos, farmacéutico y de servicios industriales, donde el mantenimiento juega un papel estratégico en la confiabilidad de los activos y la continuidad operacional.

En el ámbito nacional, la formación en Lean Manufacturing se ofrece principalmente bajo tres modalidades:

- Cursos cortos de actualización (20 a 30 horas), orientados a la sensibilización y al aprendizaje introductorio de herramientas Lean.
- Programas intermedios (40 a 80 horas), que combinan fundamentos teóricos con algunos ejercicios prácticos.

- Diplomados y programas especializados (más de 100 horas), enfocados en la implementación de Lean a nivel organizacional, con mayor profundidad metodológica.

La mayor parte de la oferta se concentra en las dos primeras categorías, mientras que los programas especializados con enfoque técnico-operativo —particularmente en mantenimiento industrial— son menos frecuentes, lo que representa una oportunidad de posicionamiento diferencial para la propuesta desarrollada en este trabajo.

Sin embargo, gran parte de estos programas se concentra en la gestión de procesos, la mejora continua general o la excelencia operacional, sin abordar de manera específica la aplicación del enfoque Lean en la gestión del mantenimiento industrial, lo cual genera una brecha entre la oferta formativa y las necesidades reales del sector productivo.

El análisis de la oferta nacional permite identificar una amplia variabilidad en términos de costos, duración y enfoque pedagógico tal como se puede observar en la **Tabla 6**:

**Tabla 6. Segmentación del mercado nacional de formación en Lean Manufacturing**

Segmento	Perfil de los participantes	Necesidades formativas principales	Tipo de oferta predominante	Rango de precios (COP)	Oportunidad para el curso propuesto
Introdutorio	Estudiantes, recién egresados, profesionales en etapa inicial	Sensibilización en Lean, conceptos básicos, herramientas introductorias	Cursos cortos (20–30 h), virtuales o presenciales	\$150.000 – \$600.000	Baja: el curso no compite por precio, sino por profundidad y aplicación
Técnico–profesional	Técnicos, tecnólogos, supervisores,	Aplicación práctica, solución de problemas reales,	Cursos intermedios (40–80 h),	\$1.200.000 – \$3.500.000	Alta: segmento objetivo principal del curso

Segmento	Perfil de los participantes	Necesidades formativas principales	Tipo de oferta predominante	Rango de precios (COP)	Oportunidad para el curso propuesto
	ingenieros de mantenimiento	herramientas Lean en planta	diplomados técnicos		
Estratégico– organizacional	Jefes de mantenimiento, líderes de procesos, gerentes de operaciones	Transformación cultural, gestión del cambio, mejora continua a nivel sistémico	Diplomados avanzados, consultoría formativa	\$2.500.000 – \$5.500.000	Media–alta: el curso puede servir como puerta de entrada a procesos mayores

*Nota:* Ilustración de elaboración propia (2025).

A partir del análisis de la oferta y la demanda, el mercado nacional de formación en Lean Manufacturing puede segmentarse en tres grandes grupos:

- Segmento introductorio, compuesto por estudiantes, recién egresados y profesionales en etapa inicial, que demandan cursos cortos y de bajo costo.
- Segmento técnico-profesional, conformado por técnicos, tecnólogos, supervisores e ingenieros que requieren formación aplicada y contextualizada.
- Segmento estratégico-organizacional, integrado por líderes de procesos, jefes de mantenimiento y directivos interesados en programas de transformación organizacional.

La propuesta de este curso se posiciona claramente en el segundo segmento, con proyección hacia el tercero, al ofrecer una formación técnica-profesional con impacto estratégico en la operación, lo que permite atender simultáneamente las necesidades individuales de desarrollo profesional y las metas organizacionales de mejora continua.

Lo que nos permite realizar la comparativa con la oferta existente, el curso de 120 horas en Lean Manufacturing aplicado al mantenimiento industrial presenta varias ventajas competitivas:

- Mayor profundidad técnica frente a cursos introductorios.
- Mayor aplicabilidad práctica que diplomados generalistas en mejora continua.
- Enfoque especializado en mantenimiento, poco abordado de manera sistemática en la oferta nacional.
- Modalidad híbrida, alineada con las preferencias expresadas por los potenciales participantes.
- Proyecto integrador, que traduce el aprendizaje en resultados concretos.

Estas características permiten ubicar la propuesta en un nicho estratégico del mercado, donde la competencia directa es limitada y la demanda potencial es alta, especialmente en sectores con alta dependencia de activos físicos y sistemas productivos complejos.

Esto implica que desde una perspectiva de mercado, el análisis demuestra que existe disposición a invertir en programas de formación que:

- Aporten valor tangible a la operación.
- Estén respaldados por una institución académica reconocida.
- Ofrezcan certificación con impacto en la empleabilidad y el desarrollo profesional.

En este sentido, la propuesta no compite por precio con cursos básicos, sino por valor agregado, posicionándose como una alternativa formativa de nivel intermedio–avanzado que

responde directamente a las necesidades actuales del sector industrial colombiano, tal como puede observarse a detalle en la Tabla 7.

**Tabla 7. Comparación del curso propuesto con la oferta nacional**

<b>Criterio</b>	<b>Cursos cortos Lean (20–30 h)</b>	<b>Diplomados generales en Lean (60–100 h)</b>	<b>Programas estratégicos de mejora continua</b>	<b>Curso propuesto: Lean aplicado al mantenimiento (120 h)</b>
<b>Enfoque principal</b>	Introducción conceptual	Mejora continua y procesos	Transformación organizacional	Gestión del mantenimiento bajo filosofía Lean
<b>Nivel de profundidad</b>	Bajo	Medio	Alto (en gestión)	Alto en aplicación técnica-operativa
<b>Orientación práctica</b>	Limitada	Media	Media–alta	Alta: talleres, simulaciones y proyecto integrador
<b>Vinculación con indicadores</b>	General	Ocasional	Estratégica	Directa: OEE, fallas, mantenimiento preventivo
<b>Modalidad</b>	Virtual o presencial	Mixta	Presencial/mixta	Híbrida flexible (virtual sincrónico + aplicación en planta)
<b>Duración promedio</b>	20–30 h	60–100 h	100–160 h	120 h
<b>Rango de precios</b>	\$150.000 – \$600.000	\$1.500.000 – \$3.200.000	\$2.500.000 – \$5.500.000	Competitivo dentro del rango intermedio–avanzado
<b>Nivel de especialización en mantenimiento</b>	Bajo	Bajo–medio	Medio	Alto (diferenciador principal)

*Nota:* Ilustración de elaboración propia (2025).

A partir del análisis comparativo de la oferta nacional e internacional presentado en las Tablas 1 y 2, se evidencia que los programas de formación en Lean Manufacturing y mantenimiento industrial en Colombia se concentran en tres rangos principales: cursos cortos de bajo costo y bajo nivel de profundización; diplomados de carácter generalista con precios intermedios; y certificaciones especializadas, usualmente internacionales, con costos elevados y menor contextualización al entorno productivo nacional.

### ***7.1.2. Justificación del precio propuesto del curso***

El precio del curso, con una duración total de 120 horas, se define a partir del análisis comparativo de la oferta nacional en educación continua, considerando tanto la intensidad horaria como el nivel de especialización y aplicabilidad práctica de los programas existentes.

De acuerdo con la revisión de la oferta presentada en las Tablas 1 y 2, se observa que el mercado colombiano presenta una amplia variabilidad en precios según la duración, el enfoque y el grado de profundización de los contenidos. Los cursos introductorios de corta duración (entre 20 y 30 horas) suelen ubicarse en rangos de \$190.000 a \$550.000 COP, orientados principalmente a la sensibilización y a la adquisición de nociones básicas del pensamiento Lean. En contraste, programas de aproximadamente 40 horas que incorporan herramientas de mejora de procesos con mayor nivel de aplicación práctica pueden superar los \$3.000.000 COP, especialmente cuando están asociados a certificaciones o instituciones de alto reconocimiento. Asimismo, los diplomados avanzados y programas de formación extendida alcanzan con frecuencia valores iguales o superiores a \$2.500.000 COP, en función de su alcance, certificación y posicionamiento institucional.

En este contexto, un curso de 120 horas, con un enfoque especializado en Lean aplicado a la gestión del mantenimiento, se sitúa de manera natural en un segmento intermedio–alto del mercado, debido a varios factores diferenciales. En primer lugar, su valor pedagógico y técnico radica en la profundidad de los contenidos y en el desarrollo de competencias directamente transferibles al entorno laboral, superando la lógica de cursos meramente conceptuales. En segundo lugar, su aplicabilidad industrial se refuerza mediante la incorporación de proyectos integradores orientados a indicadores reales de desempeño, como la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), la reducción de fallas no planificadas y la eliminación de desperdicios en procesos de mantenimiento, lo que incrementa de manera significativa el valor percibido por las organizaciones.

Adicionalmente, el análisis comparativo muestra que existen en el mercado programas universitarios de menor duración y con un nivel más generalista que presentan precios similares o incluso superiores, sin abordar con la misma profundidad la articulación entre Lean Manufacturing y mantenimiento industrial. A ello se suman los costos de operación y desarrollo asociados a un curso de esta magnitud: diseño curricular especializado, implementación de metodologías activas, acompañamiento docente continuo y uso de recursos tecnológicos para soportar la modalidad híbrida.

Con base en estos elementos, se propone un precio de inversión de referencia entre \$3.800.000 COP y \$4.800.000 COP para el curso completo de 120 horas. Este rango permite posicionar el programa como una alternativa competitiva y diferenciada dentro del mercado nacional, al ofrecer una formación de alta pertinencia técnica, fuerte orientación práctica y alineación directa con las necesidades reales del sector industrial, manteniendo un equilibrio entre accesibilidad económica y sostenibilidad académica del proyecto.

### ***7.1.3. Estrategia de posicionamiento y marketing***

La estrategia de posicionamiento y marketing del curso se fundamenta en la necesidad de diferenciar la propuesta formativa dentro de un mercado nacional altamente competitivo, caracterizado por una amplia oferta de cursos, diplomados y certificaciones en mejora de procesos. En este escenario, el curso se posiciona como una alternativa de alta especialización práctica, orientada no solo a la adquisición de conocimientos, sino al desarrollo de competencias directamente transferibles al entorno productivo.

Desde el punto de vista del posicionamiento estratégico, el programa se proyecta como un curso de formación aplicada para profesionales del mantenimiento, con un enfoque claro en la generación de valor organizacional. Su propuesta diferencial se centra en tres ejes:

- La articulación entre Lean Manufacturing y gestión del mantenimiento
- El énfasis en proyectos integradores alineados con indicadores reales de desempeño industrial
- La adopción de metodologías activas y experienciales que superan los modelos tradicionales de capacitación expositiva.

Este enfoque permite ubicar el curso en el segmento de programas de alto impacto profesional, dirigidos a técnicos, supervisores y mandos medios que buscan mejorar su desempeño y aumentar su proyección laboral dentro de sus organizaciones.

En términos de marketing educativo, la estrategia se orienta a un modelo de comunicación basada en valor, más que en precio. La propuesta no se presenta únicamente como una oferta académica, sino como una solución formativa a problemas reales del sector industrial, tales como

la baja eficiencia de los equipos, las fallas recurrentes, los altos costos de mantenimiento correctivo y la limitada cultura de mejora continua. De esta manera, los mensajes clave se estructuran alrededor de beneficios concretos: mejora del OEE, reducción de desperdicios, fortalecimiento del liderazgo técnico y aporte directo a la competitividad organizacional.

Los canales de difusión priorizados responden a las dinámicas actuales de consumo de formación continua en el país. Se contempla el uso de plataformas digitales institucionales, redes profesionales como LinkedIn, bases de datos de egresados, alianzas con empresas del sector industrial y convenios con asociaciones técnicas y gremiales. Esta estrategia permite combinar acciones de marketing directo —orientadas a profesionales en ejercicio— con mecanismos de marketing relacional, enfocados en la construcción de confianza y reputación académica.

Asimismo, se propone una estrategia de posicionamiento por resultados, en la que el impacto de las primeras cohortes del curso se convierta en un insumo clave para la promoción futura. La sistematización de experiencias, testimonios de participantes y casos de éxito derivados de los proyectos integradores permitirá consolidar una narrativa basada en evidencias, fortaleciendo la credibilidad del programa y su proyección como referente en formación aplicada en Lean y mantenimiento industrial.

Finalmente, la estrategia de marketing se articula con una visión de sostenibilidad del programa en el mediano plazo. Más allá de la captación inicial de participantes, se busca construir una comunidad de aprendizaje y práctica en torno al mantenimiento Lean, promoviendo la fidelización de los egresados mediante ofertas de actualización, cursos avanzados y espacios de intercambio profesional. De este modo, el curso no solo se posiciona como una experiencia formativa puntual, sino como parte de una ruta de desarrollo profesional continuo, coherente con las exigencias actuales de la industria y con los objetivos estratégicos de la educación continua.

## 8. Conclusiones

A partir del diagnóstico realizado, se identifica que las organizaciones del sector presentan un creciente interés en adoptar metodologías de mejora continua, reconociendo en ellas un medio eficaz para optimizar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los procesos. En este contexto, el desarrollo del presente trabajo contribuye al fortalecimiento de la gestión del mantenimiento industrial a través de procesos educativos y formativos que integran los principios del Lean Manufacturing, respondiendo a las necesidades actuales del entorno productivo.

La revisión bibliográfica y el análisis de la oferta educativa disponible evidencian que la educación continua en este ámbito es limitada y requiere adaptaciones que se ajusten a las condiciones reales del entorno industrial. Durante esta revisión se identificaron cerca de nueve opciones formativas relacionadas con Lean Manufacturing y Lean Six Sigma, las cuales constituyen una base formativa valiosa; sin embargo, la mayoría se orienta a procesos productivos generales y no a la aplicación directa del enfoque Lean en la gestión del mantenimiento industrial. Esta brecha temática sustenta la viabilidad y pertinencia del curso propuesto, al ofrecer una alternativa especializada, de menor costo y con un enfoque práctico alineado con la realidad de las empresas del sector.

El curso diseñado se estructura en módulos progresivos que integran fundamentos teóricos con actividades prácticas, favoreciendo el desarrollo de competencias aplicables en contextos laborales reales. La elaboración de la guía de aprendizaje y de los recursos didácticos permitió consolidar una metodología flexible, centrada en el aprendizaje activo y en la

transferencia efectiva del conocimiento. De esta manera, el diseño modular contribuye al fortalecimiento tanto de habilidades técnicas como estratégicas, promoviendo la autonomía profesional y la mejora continua en la gestión del mantenimiento industrial.

Asimismo, la incorporación de mecanismos de evaluación y retroalimentación continua en cada módulo favorece un proceso de aprendizaje dinámico y reflexivo, asegurando la apropiación de los conocimientos adquiridos y su correcta aplicación en el entorno laboral. Estas herramientas permiten, además, realizar seguimiento al progreso de los participantes, ajustar los procesos pedagógicos y mantener la calidad del programa formativo a lo largo del tiempo.

En conjunto, los resultados demuestran que la integración del enfoque Lean en la gestión del mantenimiento no solo puede mejorar la eficiencia operativa, sino que también impulsa una cultura organizacional más participativa y orientada a la sostenibilidad. Finalmente, la propuesta académica presentada constituye una base sólida para futuras experiencias formativas y proyectos de investigación aplicados, orientados al fortalecimiento del sector productivo e industrial.

## **9. Recomendaciones**

Si bien el estudio se desarrolló en un contexto exploratorio y con un número limitado de encuestados, los resultados ofrecen una base sólida para futuras investigaciones que profundicen en la aplicación práctica del curso en distintos sectores industriales.

Se recomienda implementar el curso propuesto como programa piloto dentro de la oferta de educación continua, evaluando su impacto en la productividad y en la cultura organizacional. De igual forma, se sugiere continuar explorando el potencial de la metodología Lean en ámbitos educativos y de gestión, promoviendo una formación más eficiente, sostenible y alineada con las demandas de la industria.

## **10. Lista de Anexos**

**Anexo A.** Contenido del curso de Lean Manufacturing

**Anexo B.** Guía de aprendizaje módulos

**Anexo C.** Banco de Preguntas para Examen

*Nota:* Los anexos que acompañan este documento fueron desarrollados como materiales complementarios por fuera del texto principal. Cada uno amplía o profundiza en aspectos metodológicos, técnicos o de análisis mencionados en el cuerpo del trabajo. Aunque se presentan de manera separada, forman parte integral del proyecto y deben consultarse como apoyo al contenido principal.

## 11. Referencias

- Agustini Paredes, L., Valladares Conde, F., Tinoco Gómez, O., Rosales López, P., & Ponce Benites, W. (2023). Análisis bibliométrico del impacto del Lean Maintenance en la gestión de las empresas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 3576–3597. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.508>
- Ab Rahim, M. S., & Abu Seman, N. A. (2025). Operational challenges in maintenance: A Lean and Agile approach. *JBS Nexus*.  
<https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/jbsnexus/article/view/21510>
- Camila Riaño. (2025). Banco piloto de preguntas para examen: Evaluación del curso de Lean Manufacturing [Documento propio, no publicado].
- Camila Riaño. (2025). Contenido del curso de Lean Manufacturing [Documento propio, no publicado].
- Camila Riaño. (2025). Guía de aprendizaje: Módulos del curso de Lean Manufacturing [Documento propio, no publicado].
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Plan institucional de capacitación 2022 [Documento institucional].  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/DNP/3\\_Plan\\_Institucional\\_Capacitacion\\_2022.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/DNP/3_Plan_Institucional_Capacitacion_2022.pdf)
- Easygenerator. (2021). Origen, críticas y evidencias del modelo 70:20:10.  
<https://www.easygenerator.com/es/blog/enfoque-del-aprendizaje/origen-y-criticas-modelo-702010/>

- Filgueira, R. (2018). Cerrando la brecha futura de habilidades en América Latina y el Caribe a través de la innovación del aprendizaje aplicado. *B. Téc. Senac*, 44(3), 99–114.  
<https://senacbts.emnuvens.com.br/bts/article/download/723/605/1577>
- Francisco Martínez-Pérez, F. (s. f.). Universidad Tecnológica de La Habana, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8947-7870>
- González Gaitán, H. H., Marulanda Grisales, N., & Echeverry Correa, F. J. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista Ean*, (85), 199–218.  
<https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2058>
- Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. (2021). *Industrial Data*, 24(1), 49–76.  
<https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Lean Enterprise Institute. (2023). *Lean Lexicon: A graphical glossary for Lean thinkers*. Lean Enterprise Institute. Recuperado de <https://www.lean.org>
- Melgarejo Reyes, B. A., & Valle Asto, R. F. (2024). Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en una metalmecánica para reducir los tiempos de entrega en Lima, Perú [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio UPC. <https://hdl.handle.net/10757/674359>

- Merco Talento Chile – Fundación Merco. (2023). Metodología e informe de verificación: Merco Talento Chile 2023 [Informe].  
<https://www.merco.info/files/2023/08/1770/metodologia-e-informe-de-verificacion-merco-talento-cl-2023.pdf>
- Palpan Curisinche, I. D. (2022). Application of Lean Manufacturing principles to increase machine availability in Peruvian SMEs in the textile sector [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/16299>
- Peralta Pereda, R. M., & Zamora Ccahuantico, F. W. (2022). Application of Lean-Total Productive Maintenance tools to reduce setup times and machine stoppages on the molding line of an SME in the food industry [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/19009>
- Prime Business School. (s. f.). Curso certificado en Lean Six Sigma Green Belt [Bogotá, 40 horas]. Emagister Colombia. <https://www.emagister.com.co/curso-certificado-lean-six-sigma-green-belt-cursos-2764916.htm>
- Production Tools. (2025, julio 10). Ventajas y desventajas del lean manufacturing.  
<https://productiontools.es/lean/ventajas-y-desventajas-del-lean-manufacturing>
- Qureshi, K. M., Mewada, B. G., Buniya, M. K., & Qureshi, M. R. N. M. (2023). Analyzing critical success factors of Lean 4.0 implementation in small and medium enterprises for sustainable manufacturing supply chain for Industry 4.0 using PLS-SEM. *Sustainability*, 15(6), 5528. <https://doi.org/10.3390/su15065528>

- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2021). Estrategia nacional de formación continua 2021 [Documento técnico].  
[https://formacioncontinua.sep.gob.mx/storage/recursos/DOCTOS%20ESTRATEGIA\\_N/4AXBE4phb1-Estrategia%20Nacional%20de%20Formaci%C3%B3n%20Continua%202021.pdf](https://formacioncontinua.sep.gob.mx/storage/recursos/DOCTOS%20ESTRATEGIA_N/4AXBE4phb1-Estrategia%20Nacional%20de%20Formaci%C3%B3n%20Continua%202021.pdf)
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Colombia). (2023). Marco de alta calidad para la educación continua y el aprendizaje a lo largo de la vida (MAC). <https://rededucacioncontinua.cl/wp-content/uploads/2023/11/MAC-para-Educacion-Continua.pdf>
- Suryo Hartanto, Z., Arifin, Z., Ratnasari, S. L., Wulansari, R. E., & Huda, A. (2020). Developing Lean Manufacturing-based learning model to improve work skills of vocational students. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3A), 60–64.  
<https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081408>
- Tambo, H. J. (2020). Herramientas Lean Manufacturing en los procesos de producción: Una revisión de la literatura científica [Trabajo de investigación]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/25946>
- UNESCO. (2023). *Glosario de términos educativos*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org>
- Universidad de los Andes. (s. f.). Gestión de activos con IA y mantenimiento predictivo. Educación Continua. <https://educacioncontinua.uniandes.edu.co/gestion-de-activos-con-ia-y-mantenimiento-predictivo/p>

- Universidad Sergio Arboleda. (s. f.). Competencia certificable en Lean Six Sigma Yellow Belt – Lean Expert [40 horas]. Educación Continua.  
<https://www.usergioarboleda.edu.co/educacion-continuada/competencia-certificada-lean-six-sigma-yellow-belt>
- Universidad Sergio Arboleda. (s. f.). Diplomado en Green Belt y Black Belt – Certificación Internacional del LSSI de USA [80 horas]. Emagister Colombia.  
<https://www.emagister.com.co/diplomado-green-belt-black-belt-certificacion-internacional-del-lssi-usa-cursos-2764792.htm>
- Valencia Jarama, J. L., Gutiérrez Canchasto, G. A., & Flores Marchán, V. M. (2024). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. Zenodo.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14002915>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). *Lean Maintenance Roadmap. Procedia Manufacturing*, 2, 434–444.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915000773?via%3Dihub>.
- Harboe-Chaman, P., Philipps-Berrosipi, K., & Quiroz-Flores, J. C. (2025). *Optimización de los servicios posventa en el sector del mantenimiento de automóviles: Estudio de caso de Lean Manufacturing y MRP en Perú. Ingeniería Industrial*, 48.  
[https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/7261/7744](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/7261/7744)
- Md Rezaul Karim. (2025). OPTIMIZING MAINTENANCE STRATEGIES IN SMART MANUFACTURING: A SYSTEMATIC REVIEW OF LEAN PRACTICES, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM), AND DIGITAL RELIABILITY. *Review of Applied Science and Technology*, 4(02), 176-206. <https://doi.org/10.63125/np7nnf78>

- Vargas, E., & Camero, J. (2021). *Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera*. *Industrial Data*, 24(2), 249–271.  
<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/signos/article/view/9383/8199>
- Cinterfor/OIT. (1994). *Aprendizaje permanente, formación por competencias, para la empleabilidad y la ciudadanía y género*. Organización Internacional del Trabajo.  
[https://www.cinterfor.org/general/aprendizaje-permanente-competencias?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cinterfor.org/general/aprendizaje-permanente-competencias?utm_source=chatgpt.com)
- Eumed. (2016). *Educación continua: empleabilidad de las personas basadas en competencias*. Revista Atlante.  
[https://www.eumed.net/rev/atlante/2016/10/empleabilidad.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.eumed.net/rev/atlante/2016/10/empleabilidad.html?utm_source=chatgpt.com)
- La Unidad de Competencia Laboral. (2025). *Definición y proceso de competencias laborales*. Revista Ingeniería.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/2704/3900>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2025). *Lineamientos para una formación por competencias*. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/w3-printer-299637.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mineduccion.gov.co/1621/w3-printer-299637.html?utm_source=chatgpt.com)
- Iberonex. (2025). *El papel de la educación continua en el desarrollo profesional*.  
<https://www.iberonex.com/tendencias/papel-vital-de-la-educacion-continua-en-el-desarrollo-profesional/>

- Verdugo Verdugo, S. V., Aillón Albán, J. C., & Maldonado Palacios, I. A. (2025). *La capacitación continua en la productividad laboral*. Revista InveCom. <https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3520>
- Burbano Ronquillo, M. B., Villacrés Jínez, P. E., & Rodríguez Benavides, M. L. (2023). *El impacto de la formación continua en la productividad de empresas de servicios*. Polo del Conocimiento. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6243>
- Adecco. (2025). *Formación continua: clave para la competitividad y el crecimiento empresarial*. <https://www.adecco.es/insights/formacion/formacion-continua>