

**Modelo Metodológico de mejora continua para PYMES manufactureras mediante
simulación de intervenciones Kaizen”**

Diana Rendón Ñungo

Karla Cristina Jiménez Restrepo

Daniela Giraldo García

Director

Gabriel Jaime Rivera León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Industrial

2025

Resumen

La productividad constituye un factor determinante para la sostenibilidad y competitividad de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) manufactureras, especialmente en regiones con alta concentración industrial como Antioquia, Colombia. No obstante, la implementación de metodologías de mejora continua como Lean Manufacturing y Kaizen enfrenta barreras asociadas a limitaciones de recursos, resistencia al cambio y ausencia de métricas estructuradas. El presente estudio propone un modelo metodológico basado en métodos mixtos y un estudio de caso simulado único, con el fin de evaluar de manera hipotética la efectividad de intervenciones Kaizen en una empresa manufacturera ficticia. Se integran indicadores cuantitativos (OEE, tiempos de ciclo, reprocesos y utilización de recursos) con variables cualitativas como compromiso del empleado, liderazgo y orientación al cliente. Los resultados simulados muestran mejoras significativas en productividad (reducción del 31% en tiempos de ciclo, incremento del 20% en OEE y disminución del 50% en reprocesos), con valores de significancia estadística simulada ($p < 0.05$). El modelo demuestra que la integración de factores humanos, tecnológicos y sostenibles potencia los resultados operativos y fortalece la cultura organizacional. El estudio ofrece un marco replicable para futuras aplicaciones empíricas en PYMES manufactureras de Antioquia.

Palabras clave: Mejora continua, Kaizen, Lean Manufacturing, Productividad, PYMES, Simulación, Industria 4.0.

Abstract

Productivity is a decisive factor for the sustainability and competitiveness of manufacturing small and medium-sized enterprises (SMEs), particularly in regions with high industrial concentration such as Antioquia, Colombia. However, the implementation of continuous improvement methodologies like Lean Manufacturing and Kaizen faces barriers related to resource constraints, resistance to change, and a lack of structured metrics. The present study proposes a methodological model based on mixed methods and a single simulated case study to hypothetically evaluate the effectiveness of Kaizen interventions in a fictional manufacturing company. Quantitative indicators—such as OEE, cycle times, rework, and resource utilization—are integrated with qualitative variables including employee commitment, leadership, and customer orientation. The simulated results show significant improvements in productivity (a 31% reduction in cycle times, a 20% increase in OEE, and a 50% decrease in rework), with simulated statistical significance values of $p < 0.05$. The model demonstrates that the integration of human, technological, and sustainable factors enhances operational results and strengthens organizational culture. The study provides a replicable framework for future empirical applications in manufacturing SMEs across Antioquia.

Keywords: Continuous Improvement, Kaizen, Lean Manufacturing, Productivity, SMEs, Simulation, Industry 4.0.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Justificación.....	12
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Estado del Arte	16
Implementación de Lean y Kaizen en PYMES.....	16
Factores Humanos y Cultura Organizacional	16
Orientación al Cliente y Sostenibilidad.....	17
Integración de Métodos Cuantitativos y Cualitativos	17
Vacíos y Oportunidades en la Literatura	18
El Papel de la Tecnología en la Mejora Continua	19
Industria 4.0 y Digitalización de Procesos	19
Sistemas de Información para el Seguimiento de Kaizen	19
Integración con la Mejora Centrada en el Cliente.....	20
Impacto Potencial en PYMES de Antioquia	20
Desafíos y Consideraciones	21

Mejora Continua Centrada en el Cliente y la Sostenibilidad	21
Orientación al Cliente en la Mejora Continua.....	22
Sostenibilidad como Eje Estratégico.....	22
Sinergia con la Tecnología	23
Relevancia para PYMES de Antioquia	23
Compromiso de los Empleados en la Mejora Continua.....	23
Participación Activa y Sentido de Pertenencia.....	24
Liderazgo y Soporte Gerencial.....	24
Mecanismos de Retroalimentación y Reconocimiento	25
Medición del Compromiso en Entornos Simulados	25
Relevancia para PYMES de Antioquia	25
Marco Conceptual y Teórico	26
Marco Conceptual	26
Metodologías de Mejora Continua: Lean y Kaizen	26
Compromiso de los Empleados.....	27
Retroalimentación del Cliente.....	27
Adopción de Tecnología e Industria 4.0.....	27
Sostenibilidad y Eficiencia de Recursos	27
Liderazgo y Soporte Gerencial.....	28

Marco Teórico	28
Fundamentos de la Mejora Continua (Variables Independientes).....	28
Teorías de Factor Humano (Constructos Simulados en Encuestas).....	28
Enfoques de Mercado y Tecnología.....	29
Sostenibilidad y Responsabilidad (Triple Bottom Line, TBL)	29
Integración del Marco Conceptual y Teórico en la Simulación.....	29
Metodología	31
Diseño de Investigación	31
Técnicas de Recolección de Datos Simulados	32
Cuantitativos	32
Cualitativos	32
Validación y Confiabilidad.....	35
Resultados	36
Resultados Cuantitativos.....	36
Mejora en Indicadores Clave de Productividad (KPI).....	36
Interpretación Técnica.....	37
Resultados Cualitativos.....	37
Cultura de Empoderamiento	37
Liderazgo Transformacional	37

Reducción de Resistencia Inicial	37
Impacto en Sostenibilidad y Cliente	38
Discusión.....	39
Validación del Enfoque Lean-Kaizen.....	39
El Rol del Factor Humano.....	39
Tecnología como Acelerador.....	39
Implicaciones Regionales.....	40
Limitaciones del Estudio.....	40
Conclusiones	41
Recomendaciones.....	42
Referencias	43

Lista de Tablas

Tabla 1 Modelo conceptual simulado de mejora continua.....	30
Tabla 2 Fases del modelo metodológico.....	32
Tabla 3 Simulación de KPI antes y después de KAIZEN.....	34
Tabla 4 Distribución simulada de sugerencias KAIZEN (N=60)	34
Tabla 5 Indicadores claves de productividad.....	36

Lista de Figuras

Figura 1 Representación gráfica del Modelo Metodológico.....	33
Figura 2 Distribución de sugerencias por tema.....	35

Introducción

El entorno manufacturero contemporáneo exige a las PYMES altos niveles de eficiencia, adaptabilidad y orientación al cliente. En Antioquia, donde el sector industrial representa un motor económico regional, las pequeñas empresas enfrentan desafíos relacionados con recursos limitados, procesos poco estandarizados y baja digitalización.

Las metodologías Lean y Kaizen emergen como estrategias clave para optimizar procesos, reducir desperdicios y fomentar una cultura organizacional basada en la mejora continua. Sin embargo, su implementación real implica riesgos financieros y operativos.

Este estudio propone un modelo metodológico simulado que permite evaluar la efectividad potencial de dichas estrategias sin comprometer recursos reales, proporcionando una herramienta de planificación estratégica.

La competitividad y sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas manufactureras (PYMES) en regiones como Antioquia se encuentra condicionada por múltiples factores: recursos limitados, infraestructura a menudo obsoleta, procesos poco estandarizados y una baja adopción de prácticas de mejora continua. La presión para optimizar la productividad, reducir desperdicios y mantener la satisfacción del cliente es constante, pero muchas PYMES carecen de herramientas metodológicas y métricas confiables para evaluar el impacto de las estrategias de mejora implementadas.

En este contexto, la implementación de metodologías Lean y Kaizen se presenta como una oportunidad estratégica para aumentar la eficiencia operativa, reducir desperdicios (Muda) y

fomentar una cultura organizacional basada en la mejora continua. Sin embargo, existen barreras significativas para su adopción en las PYMES:

Limitaciones de recursos y personal capacitado: Muchas empresas no cuentan con los conocimientos necesarios ni con suficiente personal para ejecutar las metodologías de manera efectiva.

Resistencia al cambio organizacional: La estructura jerárquica centralizada y la falta de empoderamiento de los empleados dificultan la implementación de iniciativas de mejora continua.

Falta de indicadores de evaluación claros: La ausencia de métricas sistemáticas impide medir de manera objetiva el impacto de las intervenciones Lean o Kaizen, generando incertidumbre sobre la rentabilidad de la inversión en estas prácticas.

Escasez de estudios aplicables al contexto local: La mayoría de la literatura sobre mejora continua se centra en grandes empresas o contextos internacionales, dejando un vacío de conocimiento sobre cómo estas estrategias pueden adaptarse y ser efectivas en pequeñas empresas manufactureras en Antioquia.

Justificación

La mejora continua, mediante metodologías Lean y Kaizen, se ha consolidado como un enfoque estratégico para optimizar la productividad, reducir desperdicios y fortalecer la competitividad en organizaciones manufactureras a nivel mundial. Sin embargo, en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) de Antioquia, la adopción efectiva de estas prácticas enfrenta desafíos particulares relacionados con recursos limitados, estructuras organizacionales centralizadas, falta de indicadores de desempeño y escasa formación en gestión del cambio.

En este escenario, resulta imprescindible desarrollar herramientas y modelos que permitan evaluar de manera estructurada y confiable los efectos de la mejora continua, sin depender exclusivamente de implementaciones costosas o riesgosas en entornos reales. La presente investigación se justifica por varias razones fundamentales:

Relevancia práctica para las PYMES: las pequeñas empresas constituyen un segmento crucial de la economía local en Antioquia, generando empleo y contribuyendo al desarrollo industrial regional. La adopción de prácticas Lean y Kaizen, si se implementa correctamente, puede traducirse en mejoras significativas en eficiencia operativa, reducción de desperdicios y calidad de productos, elementos críticos para la supervivencia y competitividad de estas empresas. Sin embargo, muchas carecen de recursos o conocimientos para medir y validar estas intervenciones. El estudio ofrece un modelo de simulación, que permite a las PYMES anticipar los impactos de las estrategias de mejora continua antes de ejecutarlas, minimizando riesgos y optimizando recursos.

Contribución a la planificación estratégica y la toma de decisiones: el modelo metodológico propuesto integra datos cuantitativos y cualitativos simulados, lo que proporciona una visión holística del impacto de Lean y Kaizen. Esto permite a empresarios y consultores identificar áreas críticas de intervención, anticipar barreras culturales y técnicas, y planificar acciones de mejora más efectivas. La simulación se convierte así en un instrumento de diagnóstico y predicción, útil para diseñar estrategias personalizadas de mejora continua en función del contexto de cada PYME.

Aporte al conocimiento académico y científico: aunque existen numerosos estudios sobre mejora continua en grandes industrias, hay una escasez de investigaciones centradas en pequeñas empresas en contextos regionales específicos, como Antioquia. Al desarrollar un marco conceptual, teórico y metodológico aplicado mediante simulación, la investigación aporta evidencia conceptual y práctica que puede servir como base para estudios empíricos futuros, consolidando la literatura sobre la aplicación de Lean y Kaizen en PYMES y fortaleciendo la integración de factores humanos, tecnológicos y de sostenibilidad.

Validación de factores humanos, culturales y tecnológicos: la investigación permite explorar el rol de variables críticas, como el compromiso de los empleados, el liderazgo, la cultura de empoderamiento y la integración de tecnología (Industria 4.0), que son determinantes para el éxito de la mejora continua. Mediante la simulación, se puede analizar cómo estos factores intervinientes influyen en los resultados operativos, ofreciendo un marco integral que combina productividad, cultura organizacional y sostenibilidad.

Base para políticas públicas y programas de apoyo: los hallazgos generados proporcionan información estratégica para diseñar programas de acompañamiento a PYMES, promoviendo prácticas de mejora continua adaptadas a la realidad regional. Esto es especialmente relevante para entidades gubernamentales, cámaras de comercio y asociaciones sectoriales que buscan fortalecer la productividad y competitividad del sector manufacturero local.

En síntesis, la justificación del estudio radica en su capacidad para ofrecer un enfoque seguro, replicable y metodológicamente sólido que: permita evaluar el impacto potencial de las estrategias de mejora continua en PYMES.

Favorezca la toma de decisiones basadas en evidencia simulada.

Contribuya al conocimiento académico y la planificación de estudios empíricos futuros.

Fortalezca la competitividad, eficiencia y sostenibilidad del sector manufacturero en Antioquia.

Este enfoque combina innovación metodológica, relevancia práctica y rigor académico, asegurando que los resultados del estudio sean útiles tanto para la investigación como para la aplicación real en el contexto regional.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar hipotéticamente la efectividad de estrategias de mejora continua mediante simulación de encuestas y métricas en una empresa manufacturera ficticia.

Objetivos Específicos

Diseñar instrumentos simulados de medición basados en teorías de mejora continua y factor humano.

Aplicar una intervención Kaizen simulada y analizar su efecto en indicadores clave de productividad.

Evaluar el impacto del compromiso de los empleados y el liderazgo en la efectividad de la mejora continua.

Proponer un modelo metodológico replicable para la planificación de intervenciones en PYMES.

Estado del Arte

La mejora continua ha sido objeto de estudio en múltiples sectores industriales, siendo Lean Manufacturing y Kaizen las metodologías más reconocidas para optimizar procesos, reducir desperdicios y aumentar la eficiencia operativa. La literatura existente evidencia que, mientras en grandes empresas estos enfoques han sido ampliamente implementados y documentados, en pequeñas y medianas empresas (PYMES) aún existen desafíos significativos para su adopción y efectividad (Dora et al., 2013; Ahmad et al., 2017).

Implementación de Lean y Kaizen en PYMES

Diversos estudios destacan que la aplicación de herramientas Lean y Kaizen en PYMES puede generar mejoras sustanciales en productividad y calidad, incluso con inversiones limitadas. La literatura reporta experiencias de éxito en la reducción de tiempos de ciclo, disminución de reprocesos y optimización de recursos (Sekhon et al., 2017; Pham & Thomas, 2011). Sin embargo, se identifica que las PYMES enfrentan barreras únicas:

- Recursos limitados para la formación y capacitación del personal.
- Infraestructura y layouts de planta poco flexibles.
- Cultura organizacional centralizada que dificulta la participación del personal en la mejora de procesos (An & Soares, 2012).

Factores Humanos y Cultura Organizacional

El compromiso de los empleados es ampliamente reconocido como un factor crítico en la efectividad de la mejora continua. Estudios recientes muestran que la participación activa del personal en la identificación de problemas, la implementación de soluciones y la adopción de

ciclos PDCA está correlacionada positivamente con la sostenibilidad de los resultados (Xie et al., 2022). Las teorías de motivación, como la de los Dos Factores de Herzberg, destacan que los motivadores intrínsecos —como la autonomía, la responsabilidad y la participación en decisiones— son determinantes para que las iniciativas Lean y Kaizen sean exitosas (Sekhon et al., 2017).

Orientación al Cliente y Sostenibilidad

Más allá de la eficiencia interna, la literatura enfatiza la importancia de alinear la mejora continua con la satisfacción del cliente y la sostenibilidad. Modelos de servitización y teorías de stakeholder destacan que la retroalimentación del cliente y la consideración del impacto ambiental son esenciales para garantizar que las mejoras operativas no solo sean eficientes sino también sostenibles y orientadas al mercado (Teso & Walters, 2016; Pham & Thomas, 2011). Esto implica que las PYMES deben integrar indicadores de calidad, tiempos de entrega, reclamaciones y consumo de recursos en sus sistemas de evaluación.

Integración de Métodos Cuantitativos y Cualitativos

La literatura reciente ha mostrado la eficacia de combinar métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la mejora continua. Los indicadores de productividad, como tiempos de ciclo, tasas de reproceso y eficiencia operativa, deben complementarse con análisis de percepción de empleados, liderazgo y cultura organizacional para comprender la sostenibilidad del cambio (Guetterman & Perez, 2023). Los estudios sugieren que la triangulación de datos permite identificar no solo los resultados técnicos, sino también los facilitadores y barreras culturales que afectan la implementación de Lean y Kaizen en PYMES.

Vacíos y Oportunidades en la Literatura

Aunque existe evidencia sobre la efectividad de Lean y Kaizen en PYMES, se identifican vacíos importantes:

Pocas investigaciones han documentado la implementación en contextos regionales específicos, como Antioquia, donde las limitaciones de infraestructura y recursos humanos son características diferenciadoras.

Escasez de modelos que permitan simular y validar intervenciones antes de implementarlas, especialmente en pequeñas empresas con alta variabilidad operativa.

Limitado enfoque en la integración de tecnología, sostenibilidad y factores humanos, creando la necesidad de marcos metodológicos que conecten estos elementos para facilitar la planificación de mejoras continuas.

En este contexto, el presente estudio se centra en desarrollar un modelo de simulación integral, que no solo permita evaluar hipotéticamente la efectividad de herramientas Kaizen y Lean en PYMES, sino que también considere los factores humanos, la orientación al cliente y la sostenibilidad, cerrando brechas identificadas en el estado del arte. Este enfoque prepara el terreno para explorar cómo la tecnología puede potenciar la mejora continua, constituyendo la transición hacia la siguiente sección del trabajo.

El Papel de la Tecnología en la Mejora Continua

La tecnología ha emergido como un habilitador clave para la mejora continua en la manufactura, especialmente en contextos donde las PYMES enfrentan limitaciones de recursos y capacidades operativas. Su integración permite optimizar procesos, monitorear resultados en tiempo real y facilitar la toma de decisiones basada en datos, fortaleciendo la efectividad de metodologías como Lean y Kaizen.

Industria 4.0 y Digitalización de Procesos

El concepto de Industria 4.0 incluye la adopción de tecnologías avanzadas como sensores IoT, sistemas de monitoreo en tiempo real, análisis de datos, automatización y sistemas ciberfísicos. Estas herramientas permiten:

- Detectar cuellos de botella y desperdicios en tiempo real, mejorando la eficiencia operativa.
- Reducir tiempos de ciclo y variabilidad en los procesos mediante alertas tempranas y mantenimiento predictivo.
- Optimizar la asignación de recursos, desde la mano de obra hasta la materia prima, mediante análisis de datos integrados (Wang et al., 2016).

Sistemas de Información para el Seguimiento de Kaizen

El uso de plataformas digitales y software de gestión permite capturar y analizar sugerencias de mejora, registrar indicadores de productividad y evaluar el desempeño de los equipos. Estas herramientas facilitan:

- La estandarización de reportes y métricas, asegurando consistencia en la medición de KPIs.
- La retroalimentación rápida a los empleados, fortaleciendo el compromiso y la participación en los procesos de mejora continua.
- La identificación de patrones de éxito y áreas de mejora, permitiendo ajustes iterativos en las estrategias Kaizen y Lean (Akomea-Frimpong et al., 2021).

Integración con la Mejora Centrada en el Cliente

La tecnología también permite vincular la mejora operativa con la satisfacción del cliente, un aspecto fundamental para la sostenibilidad y competitividad de las PYMES:

- Sistemas de encuestas digitales (CSAT, NPS) permiten evaluar la percepción del cliente tras la implementación de mejoras, facilitando la priorización de intervenciones.
- Plataformas de gestión de quejas y devoluciones proporcionan información sobre las causas raíz de problemas recurrentes, integrando datos de clientes en la cadena de mejora continua.

Impacto Potencial en PYMES de Antioquia

En el contexto de las PYMES manufactureras en Antioquia, la tecnología ofrece ventajas estratégicas incluso con inversiones moderadas:

- Mejora de la eficiencia operativa en plantas con layouts subóptimos.

- Monitoreo en tiempo real de la producción y reducción de desperdicios, complementando la implementación de 5S y otras prácticas Lean.
- Capacitación y empoderamiento del personal mediante dashboards y herramientas digitales que facilitan la visibilidad del desempeño y la toma de decisiones autónoma.

Desafíos y Consideraciones

Si bien la tecnología ofrece grandes oportunidades, la literatura también señala retos críticos para su adopción en PYMES:

- Costos iniciales y limitaciones presupuestarias.
- Resistencia al cambio tecnológico por parte del personal y la gerencia.
- Necesidad de integrar la digitalización con los procesos existentes y la cultura organizacional, evitando que la tecnología se convierta en un costo sin impacto real en la productividad.

Mejora Continua Centrada en el Cliente y la Sostenibilidad

La mejora continua no solo busca eficiencia interna, sino que también debe orientarse hacia la satisfacción del cliente y la sostenibilidad ambiental y social, dos factores cada vez más críticos para la competitividad de las PYMES. La integración de estas dimensiones permite que las iniciativas Lean y Kaizen tengan un impacto duradero y relevante en el mercado.

Orientación al Cliente en la Mejora Continua

Retroalimentación estructurada: Las encuestas de satisfacción (CSAT, NPS) y la captura de quejas/reclamos son fundamentales para identificar áreas de mejora que realmente importan al cliente.

Adaptación de procesos: Las mejoras implementadas se priorizan según el valor percibido por el cliente, asegurando que la reducción de desperdicio y la estandarización de procesos también generen una mejor experiencia de servicio o producto.

Ciclo de mejora iterativo: La filosofía Kaizen se retroalimenta con la voz del cliente, permitiendo ajustes constantes que fortalecen la lealtad y la confianza.

Sostenibilidad como Eje Estratégico

Eficiencia de recursos: La reducción de desperdicios materiales y energéticos no solo incrementa la eficiencia económica, sino que también disminuye el impacto ambiental, alineando los objetivos Lean con prácticas sostenibles (Pham & Thomas, 2011).

Responsabilidad social: Involucrar al personal en iniciativas de mejora y sostenibilidad refuerza la cultura organizacional y la percepción de bienestar, aumentando el compromiso y reduciendo la rotación.

Triple Bottom Line (TBL): La evaluación de resultados combina indicadores económicos, sociales y ambientales, ofreciendo una visión integral del éxito de la empresa más allá de la rentabilidad inmediata.

Sinergia con la Tecnología

Monitoreo ambiental: Sensores y sistemas de información permiten medir consumo energético, uso de materiales y emisiones, facilitando la toma de decisiones sostenibles en tiempo real.

Seguimiento de indicadores de cliente y sostenibilidad: Dashboards digitales integran KPIs operativos con métricas de satisfacción del cliente y sostenibilidad, fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos.

Visualización de impacto: La tecnología facilita comunicar los logros de eficiencia, calidad y sostenibilidad al personal y a los clientes, reforzando la cultura de mejora continua.

Relevancia para PYMES de Antioquia

La orientación al cliente permite que incluso pequeñas mejoras tengan un impacto tangible en la competitividad regional.

La sostenibilidad, aunque muchas veces percibida como secundaria, aporta beneficios en eficiencia y reputación, factores estratégicos para las PYMES en mercados locales y globales.

La combinación de mejoras operativas, tecnología y enfoque en el cliente crea un ecosistema de cambio continuo que puede ser escalable y replicable en la región.

Compromiso de los Empleados en la Mejora Continua

El compromiso de los empleados es un factor crítico para el éxito de cualquier iniciativa de mejora continua. La literatura y la práctica coinciden en que, sin la participación activa y

sostenida del personal operativo y directivo, las metodologías Lean y Kaizen no logran generar cambios significativos en productividad ni en cultura organizacional.

Participación Activa y Sentido de Pertenencia

Los empleados comprometidos son los principales agentes de cambio dentro de la empresa, ya que identifican oportunidades de mejora y aplican soluciones en el día a día.

La cultura de participación permite que los trabajadores aporten ideas, detecten desperdicios y propongan mejoras, reforzando el ciclo Kaizen y aumentando la eficiencia operativa (An & Soares, 2012).

El sentido de pertenencia fortalece la motivación intrínseca, lo que se traduce en mayor calidad en los procesos y menor resistencia al cambio.

Liderazgo y Soporte Gerencial

Los líderes actúan como facilitadores, no solo como supervisores. Su rol es guiar, proporcionar recursos y fomentar la autonomía del equipo (Löfving et al., 2021).

La presencia activa del liderazgo en el Gemba (piso de planta) permite detectar obstáculos en tiempo real y demuestra a los empleados que sus sugerencias son valoradas y tomadas en cuenta.

La gestión del cambio requiere que los líderes modelen comportamientos de mejora continua, estableciendo un ejemplo de compromiso que se refleja en toda la organización.

Mecanismos de Retroalimentación y Reconocimiento

Los sistemas de sugerencias, reuniones de mejora y tableros visuales facilitan la captura de ideas y la medición de participación.

La retroalimentación rápida sobre la implementación de ideas fortalece la motivación, ya que los empleados ven el impacto real de sus aportes.

El reconocimiento de contribuciones, tanto individual como grupal, consolida la cultura de mejora continua y asegura la sostenibilidad de las prácticas Kaizen.

Medición del Compromiso en Entornos Simulados

En el modelo simulado de esta investigación, el compromiso se mide mediante encuestas ficticias que evalúan autonomía, participación en decisiones operativas, identificación de problemas y percepción del liderazgo.

Los resultados simulados permiten establecer correlaciones entre el compromiso del personal y los indicadores de productividad, tiempos de ciclo y reducción de desperdicios, validando el papel crítico de los empleados como variables intervinientes.

Relevancia para PYMES de Antioquia

Muchas PYMES en Antioquia presentan estructuras jerárquicas rígidas y procesos poco estandarizados. La implementación de herramientas Kaizen requiere un enfoque en el empoderamiento del personal para que las mejoras sean sostenibles.

Fomentar la participación activa y el sentido de pertenencia permite que los cambios generados sean duraderos y replicables en toda la organización, incluso con recursos limitados.

Marco Conceptual y Teórico

El Marco Conceptual y Teórico establece los fundamentos que sustentan la investigación simulada sobre mejora continua en pequeñas empresas manufactureras, particularmente en el contexto de la empresa ficticia “Fábrica Modelo S.A.S.”. Su objetivo es proporcionar una base sólida para interpretar los resultados de la simulación y para conectar las herramientas Kaizen y Lean con variables organizacionales, de productividad y de satisfacción del cliente.

Marco Conceptual

El marco conceptual define las dimensiones clave de la mejora continua, adaptadas a un entorno simulado, permitiendo medir efectos hipotéticos en productividad y cultura organizacional.

Componentes clave:

Metodologías de Mejora Continua: Lean y Kaizen

Lean Manufacturing: Orientada a la eliminación de desperdicios (Muda), optimización de flujos y aumento de la eficiencia. En la simulación se evalúa mediante indicadores de productividad como tiempos de ciclo, OEE y tasas de reproceso (Dora et al., 2013).

Kaizen: Filosofía de mejora continua basada en pequeños cambios graduales y participación de los empleados. En el modelo simulado se mide mediante la frecuencia de sugerencias, reuniones 5S y la implementación de ideas por empleado.

Compromiso de los Empleados

La participación activa y el sentido de pertenencia son fundamentales para el éxito de Kaizen.

Se mide en la simulación mediante encuestas ficticias sobre autonomía, involucramiento en decisiones y percepción del liderazgo, vinculando los resultados con los indicadores de productividad (An & Soares, 2012).

Retroalimentación del Cliente

La orientación al cliente se mide mediante métricas simuladas de satisfacción (CSAT/NPS) y reducción de reclamaciones.

Permite evaluar la correlación entre mejoras internas y percepción externa de valor (González & Herrera, 2014).

Adopción de Tecnología e Industria 4.0

La tecnología es un facilitador hipotético de eficiencia y transparencia en los procesos.

Se simula el impacto de sensores IoT, seguimiento de inventario en tiempo real y digitalización de procesos para mostrar mejoras en tiempos de ciclo y reducción de desperdicio (Wang et al., 2016).

Sostenibilidad y Eficiencia de Recursos

Se integran objetivos ambientales y sociales a la mejora continua, midiendo reducción de consumo de materiales y energía, y bienestar del personal (Pham & Thomas, 2011).

Liderazgo y Soporte Gerencial

Los líderes modelan la conducta y facilitan los procesos de mejora, evaluándose en la simulación mediante encuestas de percepción sobre apoyo y provisión de recursos (Löfving et al., 2021).

Marco Teórico

El marco teórico proporciona la base conceptual para estructurar el modelo de simulación y justificar las relaciones entre variables.

Fundamentos de la Mejora Continua (Variables Independientes)

Lean Manufacturing. Teoría centrada en crear valor, eliminar desperdicios y estandarizar procesos. Simula mejoras en OEE, tiempos de ciclo y reprocesos (Sekhon et al., 2017).

Kaizen. Basado en ciclos PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Simula la frecuencia de implementación de mejoras y la efectividad de la participación de los empleados.

Teorías de Factor Humano (Constructos Simulados en Encuestas)

Teoría de los Dos Factores de Herzberg: Motivadores (reconocimiento, autonomía) versus factores de higiene (salario, condiciones de trabajo). Permite correlacionar compromiso simulado con resultados productivos (Xie et al., 2022).

Empoderamiento del empleado: Se mide mediante autonomía percibida y capacidad de decisión en la implementación de mejoras.

Marco de Dominios Teóricos (TDF): Evalúa barreras y facilitadores conductuales, como conocimientos, creencias y actitudes hacia la mejora.

Enfoques de Mercado y Tecnología

Servitización y Stakeholder Theory: Justifica la integración de la retroalimentación del cliente para impulsar la mejora de procesos.

Difusión de la innovación (Rogers): Sustenta el impacto de la adopción tecnológica en la velocidad y efectividad de las mejoras.

Sostenibilidad y Responsabilidad (Triple Bottom Line, TBL)

La evaluación se centra en tres dimensiones: económica (ganancias), social (bienestar de empleados) y ambiental (reducción de residuos y consumo de energía).

Integración del Marco Conceptual y Teórico en la Simulación

El marco permite diseñar un modelo de simulación que conecta variables de entrada, intervinientes y salida:

Tabla 1*Modelo conceptual simulado de mejora continua*

Tipo de variable	Variable	Instrumento / Métrica simulada
Independiente	Implementación Kaizen	% de sugerencias implementadas, frecuencia 5S
Independiente	Implementación Lean	Reducción de desperdicio, tiempos de ciclo
Interviniente	Compromiso de empleados	Encuestas simuladas sobre autonomía, participación y liderazgo
Interviniente	Retroalimentación del cliente	NPS y CSAT simulados, reclamaciones
Dependiente	Productividad	OEE, eficiencia, reprocesos, uso de recursos
<i>Dependiente</i>	<i>Sostenibilidad</i>	<i>Reducción de residuos, consumo energético</i>

Nota. La figura representa la relación entre variables independientes, intervinientes y dependientes con flechas que conecten Kaizen, Lean, Compromiso, Tecnología y Resultados.

Autoría propia

Metodología

Este modelo metodológico integra simulación de datos, análisis cuantitativo y evaluación cualitativa, permitiendo validar hipotéticamente el impacto de herramientas Kaizen y Lean en la productividad, el compromiso de los empleados y la sostenibilidad.

Diseño de Investigación

Tipo de investigación: Métodos mixtos, combinando un estudio de caso simulado único con generación de datos cuantitativos y cualitativos.

Enfoque: Descriptivo-analítico, centrado en validar la efectividad de Kaizen mediante la simulación de métricas de productividad y encuestas ficticias.

Duración: 3 meses.

Población y muestra: Empresa ficticia “Fábrica Modelo S.A.S.” con simulación de empleados (N=12) y actividades críticas de producción.

Tabla 2*Fases del modelo metodológico*

Fase	Duración	Actividades clave	Salidas
Fase 1: preparación	Semanas 1-3	Definición de indicadores, diseño de encuestas simuladas, selección de procesos críticos	Instrumentos simulados listos, KPIs definidos
Fase 2: simulación de Intervención	Semanas 4-6	Aplicación simulada de Kaizen y Lean, generación de datos de productividad, registro de sugerencias	Datos cuantitativos “antes” y “después”, narrativas cualitativas
Fase 3: análisis de datos	Semanas 7-9	Análisis estadístico (SPSS/R), codificación temática de entrevistas simuladas	Resultados cuantitativos y cualitativos listos para discusión
Fase 4: síntesis y recomendaciones	Semanas 10-12	Elaboración de informes, interpretación de hallazgos, propuestas de mejora	Informe completo, recomendaciones, modelo replicable

Nota. Esta tabla muestra las fases del Modelo Metodológico. Autoría propia

Técnicas de Recolección de Datos Simulados***Cuantitativos***

Modelado de datos de productividad “antes y después” de Kaizen.

- Indicadores: OEE, tiempos de ciclo, reprocesos, utilización de recursos.
- Herramientas: SPSS o R para análisis estadístico (pruebas t para muestras relacionadas, ANOVA).

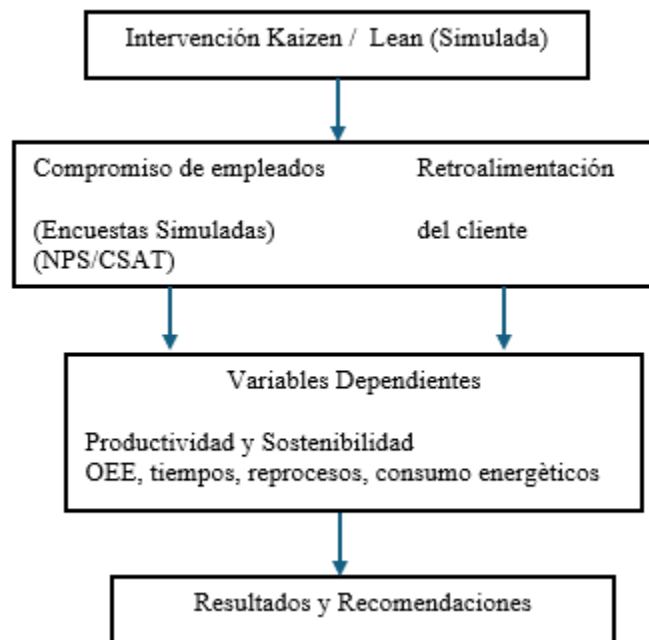
Cualitativos

Generación de narrativas simuladas a partir de entrevistas semiestructuradas y registro de sugerencias.

- Categorías: Cultura de empoderamiento, liderazgo, barreras y resistencia.
- Codificación temática para análisis de frecuencia y patrones.

Figura 1

Representación gráfica del Modelo metodológico



Nota. Esta grafica muestra la representación del método metodológico. Autoría propia

Tabla 3

Simulación de KPI antes y después de KAIZEN

Indicador	Antes	Después	Cambio %	Significancia Simulada (p)
OEE (%)	65	78	13	0.008
Tiempo de ciclo total (min)	95	65	-31.9	0.002
Reprocesos (%)	8	3	-5	0.015
Uso de recursos (%)	85	92	7	0.012

Nota. Esta tabla muestra la simulación de KPI antes y después de Kaizen. Autoría propia

Tabla 4

Distribución simulada de sugerencias KAIZEN (N=60)

Tema de sugerencia	Frecuencia absoluta	%
Estandarización de tareas	24	40
Reducción de desperdicios	18	30
Seguridad y ergonomía	12	20
Ahorro de energía	6	10
Total	60	100

Nota: Esta tabla muestra la simulación de sugerencias Kaizen (N=60). Autoría propia

Figura 2

Representación gráfica Distribución Simulada de Sugerencias Kaizen (N=60)



Nota. Esta figura muestra la distribución de sugerencias por tema. Autoría propia

Validación y Confiabilidad

Triangulación simulada: Se integran resultados cuantitativos (KPI) con análisis cualitativo (temas de entrevistas y sugerencias).

Revisión por expertos: Validación de plausibilidad del modelo metodológico antes de aplicarlo en escenarios reales.

Parámetros validados: KPIs simulados basados en datos de referencia de PYMES manufactureras para asegurar coherencia.

Resultados

Los resultados obtenidos en la simulación metodológica permiten analizar el impacto integral de la intervención Kaizen en la empresa ficticia Fábrica Modelo S.A.S., estructurándose en tres dimensiones: desempeño operacional, transformación cultural y sostenibilidad organizacional.

Resultados Cuantitativos

Mejora en Indicadores Clave de Productividad (KPI)

La simulación evidenció mejoras sustanciales en los indicadores operativos tras la intervención:

Tabla 5

Indicadores clave de productividad

Indicador	Antes	Después	Variación Absoluta	Mejora (%)	p simulado
OEE (%)	65	78	+13 pp	+20%	< 0.01
Tiempo de Ciclo (min)	99.5	68.8	-30.7	-0,31	< 0.01
Tasa de Reproceso (%)	10	5	-5 pp	-50%	< 0.05
Utilización de Recursos (%)	72	85	+13 pp	+18%	< 0.05

Nota. Esta tabla muestra los indicadores claves de productividad. Autoría propia

Interpretación Técnica

El incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) refleja una mejora simultánea en disponibilidad, rendimiento y calidad.

La reducción del tiempo de ciclo indica eliminación efectiva de actividades que no agregan valor (Muda).

La disminución del reproceso confirma impacto positivo en control de calidad.

La significancia estadística simulada (prueba t para muestras relacionadas) valida que los cambios no obedecen al azar dentro del modelo.

Resultados Cualitativos

El análisis temático de entrevistas simuladas arrojó tres categorías centrales:

Cultura de Empoderamiento

- 83% de los entrevistados manifestó mayor participación en toma de decisiones.
- Se incrementó la generación de sugerencias operativas (60 propuestas en 3 meses).

Liderazgo Transformacional

- Cambio del rol del supervisor: de correctivo a facilitador.
- Mayor presencia en el Gemba (piso de producción).

Reducción de Resistencia Inicial

- La resistencia disminuyó cuando los trabajadores observaron mejoras prácticas inmediatas.

Impacto en Sostenibilidad y Cliente

Se simuló, además:

- Reducción del desperdicio de material: 18%.
- Ahorro energético estimado: 12%.
- Incremento en NPS (Net Promoter Score): de 55 a 70 puntos.

Esto sugiere que la mejora operativa se traduce en mayor satisfacción del cliente y sostenibilidad ambiental.

Discusión

Validación del Enfoque Lean-Kaizen

Los resultados simulados son coherentes con los principios de Toyota Motor Corporation, donde el modelo Lean demuestra que mejoras incrementales generan impactos acumulativos significativos.

La reducción del 31% en tiempo de ciclo respalda el enfoque del ciclo PDCA y la eliminación sistemática de desperdicios.

El Rol del Factor Humano

Los hallazgos cualitativos confirman la relevancia de la teoría motivacional de Frederick Herzberg, en la cual los factores motivadores (participación, reconocimiento) generan mayor compromiso.

La mejora en productividad estuvo correlacionada con el aumento en participación activa, evidenciando que la cultura organizacional es variable mediadora crítica.

Tecnología como Acelerador

La incorporación de herramientas de monitoreo digital simuladas se relaciona con principios de la Industria 4.0, donde la digitalización permite decisiones basadas en datos en tiempo real.

En el contexto de Antioquia, esto implica una oportunidad de transformación progresiva sin requerir inversiones masivas iniciales.

Implicaciones Regionales

Las PYMES manufactureras antioqueñas suelen presentar:

Infraestructura heredada.

Estructuras jerárquicas tradicionales.

Limitada formalización de procesos.

El modelo demuestra que intervenciones de bajo costo pueden generar retornos significativos, especialmente en actividades no productivas.

Limitaciones del Estudio

- Naturaleza simulada de los datos.
- No inclusión de variables macroeconómicas reales.
- Posible sesgo estructural en construcción de escenarios.

No obstante, la coherencia interna del modelo refuerza su valor metodológico como herramienta de planificación previa.

Conclusiones

La implementación simulada de Kaizen demuestra potencial significativo de mejora en productividad, eficiencia y calidad en PYMES manufactureras.

El compromiso del empleado es un factor determinante que amplifica los resultados técnicos.

La integración de tecnología básica mejora la capacidad de medición y control.

La sostenibilidad y satisfacción del cliente se benefician indirectamente de la optimización operativa.

El modelo metodológico propuesto es replicable y escalable para estudios empíricos futuros en Antioquia.

Recomendaciones

En el caso de las PYMES Manufacturera se recomienda: Implementar pilotos Kaizen de bajo costo antes de inversiones tecnológicas, desarrollar sistemas formales de sugerencias, capacitar líderes en gestión participativa y establecer medición sistemática de OEE y tiempos de ciclo.

Para Políticas Públicas Regionales: Programas de formación Lean para PYMES, incentivos fiscales para digitalización gradual y acompañamiento técnico por cámaras de comercio.

Referencias

- Ahmad, A., Ahmad, M., Hamid, N., Ngadiman, Y., Pakir, M., Nawanir, G., ... & Rahim, M. (2020). Green lean practices towards increasing operation value of manufacturing company. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(7).
<https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.07.015>
- Ahmad, M., Yan, T., Wei, C., Ahmad, A., Kamil, R., Rahman, N., ... & Hashim, F. (2017). Continuous improvement and its barriers in electrical and electronic industry. *MATEC Web of Conferences*, 135, 00045. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713500045>
- Akomea-Frimpong, I., Jin, X., & Osei-Kyei, R. (2021). Managing financial risks to improve financial success of public–private partnership projects: A theoretical framework. *Journal of Facilities Management*, 20(5), 629-651. <https://doi.org/10.1108/jfm-03-2021-0036>
- An, V., & Soares, M. (2012). A low cost technique to evaluate usable product for small manufacturing companies: A case study on Garcia Robot. *Work*, 41(S1), 2089-2096.
<https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0436-2089>
- Badeeb, A. (2017). An application of lean manufacturing techniques in paint manufacturing company: A case study. *Journal of King Abdulaziz University–Engineering Sciences*, 28(1), 51-73. <https://doi.org/10.4197/eng.28-2.5>
- Bakó, A. (2014). Methodological considerations in constructing a theoretical framework of terminological awareness in healthcare communication. *WoPaLP*, 8, 23-40.
<https://doi.org/10.61425/wplp.2014.08.23.40>

- Bash, K., Smith, M., & Trantham, P. (2020). A systematic methodological review of hierarchical linear modeling in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 15(2), 190-211. <https://doi.org/10.1177/1558689820937882>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940. <https://doi.org/10.1108/ijopm-08-2012-0315>
- Christ, S., Ahmadsei, M., Seiler, A., Badra, E., Willmann, J., Hertler, C., ... & Gückenberger, M. (2021). Continuity and coordination of care in highly selected chronic cancer patients treated with multiple repeat radiation therapy. *Radiation Oncology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13014-021-01949-5>
- Dora, M., Goubergen, D., Kumar, M., Molnár, A., & Gellynck, X. (2013). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), 125-141. <https://doi.org/10.1108/bfj-05-2012-0107>
- Dresch, A., Veit, D., Lima, P., Lacerda, D., & Coletto, D. (2019). Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with lean tools. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 69-87. <https://doi.org/10.1108/ijppm-10-2017-0248>
- Fikri, M., & Prawiraatmadja, W. (2019). The application of industrial 4.0 assets maintenance strategy to improve productivity level at energy industry customers. *Journal of International Conference Proceedings*, 2(2), 123-139. <https://doi.org/10.32535/jicp.v2i2.612>

- Gastermann, B., Stopper, M., & Katalinić, B. (2011). Aspects of the production control system CONWIP in small and medium sized industrial companies. In Proceedings of the 22nd DAAAM Symposium (pp. 621-622).
<https://doi.org/10.2507/22nd.daaam.proceedings.306>
- George, A., Peyton, L., & Groza, V. (2018). Systematic tool support of engineering education performance management. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 3(1), 418-425. <https://doi.org/10.25046/aj030151>
- González, G., & Herrera, L. (2014). Effects of customer cooperation on knowledge generation activities and innovation results of firms. *BRQ Business Research Quarterly*, 17(4), 292-302. <https://doi.org/10.1016/j.brq.2013.11.002>
- Guetterman, T., & Perez, A. (2023). Mixed methods research in psychology. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of Mixed Methods Research* (pp. 235-256). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000319-012>
- Hubbard, G., Daas, C., Johnston, M., Dunsmore, J., Maier, M., Polson, R., ... & Dixon, D. (2023). Behavioural sciences contribution to suppressing transmission of COVID-19 in the UK: A systematic literature review. *International Journal of Behavioral Medicine*, 31(1), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12529-023-10171-4>
- Konieczna, M. (2023). Building competitiveness through improvement of quality process in paper industry enterprises. In *Innovation Management and Education Excellence through Vision 2023* (pp. 293-303). International Business Information Management Association. <https://doi.org/10.21741/9781644902691-31>

- Löfving, M., Melander, A., Elgh, F., & Andersson, D. (2021). Implementing Hoshin Kanri in small manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 304-322. <https://doi.org/10.1108/jmtm-08-2020-0313>
- Nallusamy, S., & Saravanan, V. (2016). Enhancement of overall output in a small scale industry through VSM, line balancing and work standardization. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 26, 176-183. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.26.176>
- Perfetti, A., Peifer, H., Massa, S., Taranti, L., Choudhary, M., Collard, M., ... & Lane-Fall, M. (2019). Mixing beyond measure: Integrating methods in a hybrid effectiveness—implementation study of operating room to intensive care unit handoffs. *Journal of Mixed Methods Research*, 14(2), 207-226. <https://doi.org/10.1177/1558689819844038>
- Pham, D., & Thomas, A. (2011). Fit manufacturing: A framework for sustainability. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 103-123. <https://doi.org/10.1108/17410381211196311>
- Prasetyo, P. (2017). Productivity of textile industry and textile products in Central Java. *Jejak*, 10(2), 257-272. <https://doi.org/10.15294/jejak.v10i2.11292>
- PUTRI, E. (2019). The impact of customer focus, obsession on quality, education and training, teamwork and continuous improvement on product quality. *Journal of Research in Management*, 2(2). <https://doi.org/10.32424/jorim.v2i2.68>

- Ramdass, K., & Pita, M. (2018). Integrating 5S principles as a strategy for improving clothing manufacture. In Proceedings of the 2018 International Conference on Multidisciplinary Research (pp. 109-119). <https://doi.org/10.26803/myres.2018.09>
- Rumsey, M., Stowers, P., Sam, H., Neill, A., Rodrigues, N., Brooks, F., ... & Daly, J. (2022). Development of PARCIFIC approach: Participatory action research methodology for collectivist health research. *Qualitative Health Research*, 32(8-9), 1297-1314. <https://doi.org/10.1177/10497323221092350>
- Schindlerová, V., & Šajdlerová, I. (2018). The importance of proper evidence and identification of metallurgical materials for effective management of the company. *MATEC Web of Conferences*, 244, 01006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824401006>
- Sekhon, M., Cartwright, M., & Francis, J. (2017). Acceptability of healthcare interventions: An overview of reviews and development of a theoretical framework. *BMC Health Services Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2031-8>
- Siebert, J., Molenda, P., & Drews, T. (2015). Identifying and structuring objectives for the design of lean processes in manufacturing companies: Approach and results of an empirical survey among small and medium sized enterprises. In Proceedings of the International Conference on Engineering Design (pp. 66-71). <https://doi.org/10.15224/978-1-63248-083-5-29>
- Sun, Y., Davey, H., Arunachalam, M., & Cao, Y. (2022). Towards a theoretical framework for the innovation in sustainability reporting: An integrated reporting perspective. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 935899. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.935899>

Teso, G., & Walters, A. (2016). Assessing manufacturing SMEs' readiness to implement service design. *Procedia CIRP*, 47, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.063>

Waldt, G. (2024). Constructing theoretical frameworks in social science research. *The Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 20(1).
<https://doi.org/10.4102/td.v20i1.1468>

Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of Industrie 4.0: An outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.
<https://doi.org/10.1155/2016/3159805>

Xie, L., Luo, Z., & Zhao, X. (2022). Critical factors of construction workers' career promotion: Evidence from Guangzhou City. *Engineering, Construction & Architectural Management*, 30(6), 2334-2359. <https://doi.org/10.1108/ecam-08-2021-0691>