

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

**DESARROLLO DE UN MODELO ESTRUCTURAL
DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL
SECTOR INDUSTRIAL EN LIMA-PERÚ**

**DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL MANAGEMENT
MODEL FOR THE IMPLEMENTATION OF CLEANER
PRODUCTION MEASURES IN THE INDUSTRIAL SECTOR
IN LIMA-PERU**

Anwar Julio Yarin Achachagua
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12559

Desarrollo de un Modelo Estructural de Gestión para la Implementación de Medidas de Producción más Limpia en el Sector Industrial en Lima-Perú

Anwar Julio Yarin Achachagua¹

Anwar.yarin@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-4550-2210>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

RESUMEN

La Producción Más Limpia (PML) varía por región debido a diferencias económicas y sociales. En industrias como la construcción, puede reducir el consumo energético, aunque en China estas políticas son limitadas. Se requieren estrategias de gestión integral para PML en pequeñas y medianas empresas, donde factores como períodos de amortización y falta de transparencia dificultan la adopción. En países desarrollados, PML ha avanzado gracias a normativas regionales, mientras que, en países en desarrollo, su adopción es voluntaria y necesita evaluaciones costo-beneficio. En Perú, a pesar de normas y compromisos con la COP 21, la implementación es limitada. El creciente consumo de recursos en la producción subraya la necesidad de desarrollo sostenible. Esta investigación propone un modelo de gestión para PML en Lima, evaluando factores internos y externos que afectan su implementación. Un enfoque integral que considere la influencia mutua de estos factores es esencial para estrategias efectivas. Se utilizó el enfoque de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) para analizar estas relaciones, confirmando que una mejor gestión puede impulsar la sostenibilidad industrial.

Palabras Claves: producción más limpia, consumo de energía, pequeñas y medianas empresas

¹ Autor principal

Correspondencia: Anwar.yarin@unmsm.edu.pe

Development of a Structural Management Model for the Implementation of Cleaner Production Measures in the Industrial Sector in Lima-Peru

ABSTRACT

Cleaner Production (CP) varies by region due to economic and social differences. In industries like construction, it can reduce energy consumption, though in China these policies are limited. Comprehensive management strategies are required for CP in small and medium-sized enterprises, where factors like payback periods and lack of transparency hinder adoption. In developed countries, CP has advanced thanks to regional regulations, while in developing countries, its adoption is voluntary and needs cost-benefit evaluations. In Peru, despite regulations and commitments to COP 21, implementation is limited. The growing consumption of resources in production underscores the need for sustainable development. This research proposes a management model for CP in Lima, evaluating internal and external factors affecting its implementation. An integrated approach that considers the mutual influence of these factors is essential for effective strategies. The structural equation modeling (PLS-SEM) approach was used to analyze these relationships, confirming that better management can drive industrial sustainability.

Keywords: cleaner production (CP), energy consumption, small and medium-sized enterprises (SMEs)

*Artículo recibido 10 julio 2024
Aceptado para publicación: 15 julio 2024*



INTRODUCCIÓN

Debido a las notables diferencias regionales en términos de desarrollo económico y estructura social, así como a las divergencias significativas en el progreso hacia la adopción de prácticas de Producción Más Limpia (PML), se observan marcadas disparidades económicas entre diversas áreas geográficas (Avalos, 2018). Estas disparidades abarcan la profundidad, la amplitud y los puntos clave de desarrollo de la PML en distintas regiones, lo que refleja la complejidad y la variabilidad en la implementación de prácticas sostenibles en el contexto económico y social actual. Según Wu, Qiao y Zhang (2015), diversos sectores industriales representan una parte significativa del consumo energético global, siendo fundamental destacar la relevancia de implementar medidas de PML en estas áreas. Por ejemplo, la implementación de métodos de construcción prefabricados podría conducir a una reducción sustancial del consumo energético durante el proceso de reciclaje. Sin embargo, en el contexto específico de China, la implementación de políticas para fomentar la construcción prefabricada ha sido limitada, lo que suscita interrogantes sobre los factores internos y externos que podrían estar influyendo en este fenómeno. Estos hallazgos subrayan la necesidad de desarrollar un modelo de gestión integral para la implementación de medidas de PML en el sector industrial, abordando no solo la construcción, sino también otros sectores relevantes, en línea con el enfoque de la presente investigación.

Se deben proponer estrategias para promover un sistema de gestión de PML por regiones, sobre la base de identificar el progreso, los problemas y prospectos de desarrollo de PML (Neto, 2021). Especialmente en pequeñas y medianas empresas, la implementación orientada a objetivos de medidas promisorias está impedida por varios obstáculos tales como períodos de amortización no atractivos, falta de transparencia o mayores esfuerzos (Mendoza, Nahui y Sotelo, 2019).

En el ámbito de los países industriales, buena parte de los programas de producción más limpia han logrado evolucionar debido a directrices normativas regionales y de cada país, como el caso europeo. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, el escenario se torna más complejo. En este sentido, Sundin (2020) destaca que, en países en desarrollo, la implementación de PML a menudo se ve como una iniciativa voluntaria que requiere una evaluación rigurosa de coste-beneficio para ganar la aceptación industrial.

En el caso de Perú, se cuenta con una guía para la implementación de producción más limpia (NTP ISO 14050 de INACAL) y una Norma Técnica Peruana sobre Auditoría de Producción Más Limpia (NTP 900.201-2008 de INACAL). Pese a estas directrices, el compromiso con la COP 21 acerca de la reducción de emisiones de carbono al año 2030, y la necesidad de fortalecer la competitividad industrial, hacen necesario preguntarse por qué aún no se ha logrado una implementación significativa de PML en la industria peruana (Zheng, Liu y Zhi, 2016).

En términos globales y locales, se observa un creciente consumo de recursos destinados a la actividad productiva. Wu, Qiao y Zhang (2015) señalan que la construcción representa más del 30% del consumo energético global, resaltando la importancia de la gestión sostenible en la industria. Aunque el incremento de la producción y servicios suele ser beneficioso para los países y las regiones, es también crucial considerar los impactos negativos que este incremento podría tener a futuro, ya que podrían poner en riesgo el uso de recursos naturales y la sostenibilidad de los países (Sundin, 2020).

Si bien algunas empresas han optado por implementar medidas de producción más limpia, los casos exitosos son aislados y no se ha logrado posicionar la eficacia de programas de producción más limpia en el ámbito local como un método estratégico para mantener e incrementar la competitividad industrial (Mendoza, Nahui y Sotelo, 2019).

Existe una necesidad urgente de migrar de un patrón insostenible productivo y social hacia uno más sostenible. En este contexto, es vital centrarse en la definición y solución de problemas con énfasis en estrategias de desarrollo sostenible como sustitución de materias primas, energías renovables y cambios de política (Neto, 2021).

El rápido desarrollo de normas para equipos más eficientes y componentes está impulsando a los fabricantes a nuevas mejoras a nivel de componentes. Sin embargo, como Sundin (2020) sugiere, el mayor potencial de eficiencia podría encontrarse en niveles superiores del sistema, lo que plantea la necesidad de un modelo de cadenas de valor orientado a los recursos para incrementar la eficiencia sistémica.

En lo que respecta a la eco-innovación, existen modelos propuestos para ayudar a las empresas a comprender mejor la dinámica o incluso la estructura de procesos sostenibles (Zheng, Liu y Zhi, 2016).



No obstante, existe un vacío en cuanto a modelos de eco-innovación relacionados con factores estructurales organizacionales y con aspectos sociales de sostenibilidad.

En ese sentido, se requiere investigar cuáles son las barreras que impiden la implementación exitosa de medidas de producción más limpia en la industria nacional, así como la elaboración de un marco de referencia analítico que facilite la formulación de estrategias de solución (Avalos, 2018).

Esta investigación se enfoca en proponer un modelo estructural de gestión para la implementación de medidas de Producción Más Limpia en el sector industrial de Lima. Los objetivos específicos incluyen proponer un modelo de gestión de los factores externos e internos que afectan las medidas de PML en el sector industrial de Lima, así como establecer la relación entre estos factores para facilitar una implementación efectiva de PML en este contexto.

La producción más limpia (PML), desde su introducción en China en los años 80s, ha emergido como una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia energética, reducir las emisiones y mitigar la contaminación industrial (Chang et al., 2015). Esta metodología ha evolucionado significativamente, adaptándose a diversas industrias y regiones, aunque enfrenta desafíos variados debido a diferencias económicas y tecnológicas (Svensson & Paramonova, 2017).

La eficiencia energética, identificada como un pilar crucial para la sostenibilidad industrial, representa aproximadamente el 40% del consumo global de energía (Svensson & Paramonova, 2017). Aunque se ha progresado en la optimización de componentes y procesos, el potencial de mejora más significativo reside en la transformación de sistemas de producción hacia modelos más eficientes y sostenibles a nivel sistémico (Almeida et al., 2015). Almeida et al. (2015) subrayan la urgencia de estrategias que aceleren la adopción de prácticas sostenibles en la industria, como la sustitución de materias primas y el desarrollo de tecnologías limpias. Estas estrategias no solo buscan reducir el impacto ambiental, sino también mejorar la competitividad y la resiliencia empresarial a largo plazo mediante una mejor gestión de recursos y una menor dependencia de recursos no renovables.

Las políticas para mejorar la eficiencia energética industrial, integrando fuentes renovables y tecnologías limpias, son propuestas por Giorgio et al. (2009). Estas iniciativas no solo apuntan a reducir costos operativos, sino también a fortalecer la posición de mercado de las empresas en un contexto global cada vez más enfocado en la sostenibilidad.



Xavier et al. (2017) exploran modelos de eco-innovación como una vía para integrar prácticas sostenibles en los procesos empresariales, destacando la importancia de la innovación tecnológica y la colaboración entre sectores públicos y privados para impulsar la sostenibilidad industrial de manera efectiva.

La gestión más limpia de residuos, enfocada en cerrar los ciclos de materiales y reducir la huella ambiental, y la economía circular, promoviendo la reutilización y reciclaje de recursos, son discutidas por Zheng et al. (2016) y Sundin (2020), respectivamente. Estas estrategias son esenciales para minimizar el impacto ambiental de las actividades industriales y promover un desarrollo más sostenible a largo plazo

METODOLOGÍA

Se ha tomado como muestra en total el 0.1% de las 46,000 empresas activas del sector industrial textil del país, lo que equivale a 460 empresas. Estas empresas se caracterizan por su significativo consumo de recursos como agua, combustibles y electricidad, y su impacto ambiental. El estudio se enfoca en evaluar integralmente las prácticas, procesos y políticas internas de estas organizaciones, así como sus estrategias de sostenibilidad. Además, se estima que el sector industrial textil emplea aproximadamente a 400,000 trabajadores. La selección de la muestra fue no probabilística, basada en criterios como tener al menos 15 años de trayectoria en el sector y contar con gestores ambientales, asegurando la representatividad y relevancia de las organizaciones seleccionadas para el análisis de la implementación de medidas de producción más limpia.

Hipótesis general

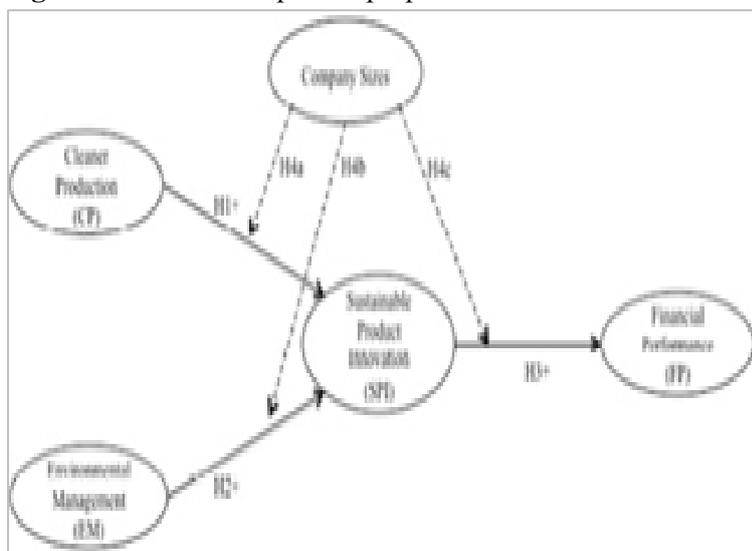
El análisis de un modelo estructural de gestión en la implementación de medidas de Producción Más Limpia en el sector industrial de la industria nacional permite una mejora significativa en la eficiencia operativa y la reducción del impacto ambiental.

Hipótesis específicas

El análisis de un modelo estructural de gestión de los factores externos que afectan las medidas de Producción Más Limpia en el sector industrial permite una evaluación detallada de los aspectos ambientales, económicos y sociales que influyen en la implementación de prácticas sostenibles.

El análisis de un modelo estructural de gestión de los factores internos que afectan las medidas de Producción Más Limpia en el sector industrial facilita la identificación y el abordaje de las barreras internas, como la cultura organizacional y la capacitación del personal, para promover una transición exitosa hacia la sostenibilidad. La interrelación entre los factores internos y externos será crucial para la implementación efectiva de medidas de Producción Más Limpia en el sector industrial. Un enfoque integral que considere la influencia mutua de estos factores contribuye a diseñar estrategias holísticas y eficaces para la mejora continua de la sostenibilidad industrial.

Figura 1. Modelo de hipótesis propuesto



Indicadores:

Producción más limpia

La producción más limpia implica la implementación de medidas que reducen el impacto ambiental de los procesos industriales. Esto puede incluir cambios en la materia prima, tecnología, prácticas de manufactura, productos, programas de reutilización, entre otros. Es importante realizar una revisión exhaustiva de las causas identificadas para proponer opciones de mejora que minimicen los impactos ambientales. Además, es fundamental evaluar los costos de implementación y proyectar los beneficios económicos y ambientales asociados a estas mejoras (Vélez Matute, 2021). Así mismo, la producción más limpia es una de las medidas ambientales que se han estado aplicando en el medio industrial de forma más constante por su facilidad en su concepción y las etapas que conlleva su implementación (Mendoza, 2019).

La implementación de un programa de Producción Más Limpia en una organización es un proceso compuesto de cinco etapas: planeamiento y organización, diagnóstico de Producción Más Limpia, estudio de factibilidad, implementación y seguimiento de las oportunidades de Producción Más Limpia, y mejora continua. En la primera etapa, se involucra activamente a la dirección ejecutiva, se constituye un equipo especializado, se establecen metas organizacionales, se desarrolla un programa operativo y se reconocen restricciones y posibilidades de mitigación. La segunda etapa comprende la evaluación preliminar de datos relativos a procesos y servicios, delineación de funciones, dirección del equipo de PML hacia áreas estratégicas, realización de balances de materias primas y energía, identificación de fuentes de contaminantes y áreas de ineficiencia, generación de alternativas ecológicas y preselección de oportunidades emergentes. En la tercera etapa, se realiza una evaluación introductoria, análisis técnico, estudio de rentabilidad económica, examen de impacto ambiental, elección de alternativas viables, sumisión final del diagnóstico integral y reporte de retroalimentación gerencial. La cuarta etapa incluye la adquisición de financiamiento, formulación de un programa operativo para una producción más sostenible, puesta en marcha de estrategias de manufactura ecológica y supervisión y análisis de avances logrados. Finalmente, la quinta etapa se enfoca en el sostenimiento de las prácticas de Producción Más Limpia. Fuente: GP 900.200 (2007).

Factores internos

Los factores internos se refieren a las influencias dentro de la organización que afectan su capacidad para adoptar prácticas de producción más limpia. Estos pueden incluir la influencia de agentes económicos como socios comerciales y accionistas. Los socios comerciales y los accionistas pueden influir en las decisiones de la organización al preferir asociarse con empresas que tienen prácticas ambientales sólidas y reconocer los beneficios económicos y ambientales de la adopción de prácticas más limpias (CET PERÚ, 2015). Al considerar estos factores internos, una organización puede identificar oportunidades y desafíos para mejorar su desempeño ambiental y adoptar prácticas de producción más limpia de manera efectiva.

Factores externos

Los factores externos incluyen influencias externas a la organización que afectan su capacidad para adoptar prácticas de producción más limpia. Estos pueden dividirse en la influencia del gobierno y de



la sociedad. El gobierno desempeña un papel crucial en la regulación y promoción de prácticas ambientales, lo cual incluye la implementación de políticas públicas regulatorias, el control y la consistencia de la adopción de prácticas más limpias, la transparencia de la legislación y la promoción de la educación ambiental (CET PERÚ, 2015). La sociedad también influye en la adopción de prácticas más limpias a través de sus valores, demandas de productos sostenibles y su capacidad para denunciar prácticas ambientales engañosas (CET PERÚ, 2015). Al considerar estos factores externos, una organización puede identificar oportunidades y desafíos para mejorar su desempeño ambiental y adoptar prácticas de producción más limpia de manera efectiva.

Métodos

Se tomó como referencia el procedimiento propuesto en el artículo sobre estudio del impacto de producción más limpia Palacios y Suarez (2017). se emplea un enfoque de ecuaciones estructurales basado en varianza (PLS-SEM) para analizar las relaciones entre variables latentes y observadas en la implementación de prácticas de producción más limpia en el sector industrial. Se identificaron tres variables latentes de gran relevancia: la influencia del gobierno, la influencia de la sociedad y la influencia de los agentes económicos. Estas variables representan aspectos críticos del entorno externo que pueden impactar significativamente en la implementación exitosa de medidas de producción más limpia en las empresas. La influencia del gobierno incluye subcategorías relacionadas con la regulación y promoción de prácticas ambientales, mientras que la influencia de la sociedad abarca las demandas y valores sociales que afectan la adopción de prácticas sostenibles.

Por último, la influencia de los agentes económicos considera las presiones y expectativas de socios comerciales y accionistas. Utilizando el lenguaje de programación R y el entorno R Studio, se desarrolló un modelo gráfico que permite visualizar de manera clara y sistemática las relaciones entre estas variables, proporcionando una base sólida para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla 1. Indicadores de producción más limpia de los factores internos y externos

Índices de evaluación	VARIABLES	Código
Influencia del gobierno	Políticas Públicas Regulatorias para la Implementación Efectiva de Producción Más Limpia por parte de las Empresas	PPE
	Políticas Públicas Regulatorias para el Control y Consistencia de la Implementación de producción más limpia por parte de las empresas	PPC
	Políticas Públicas Regulatorias con intercambio de información sobre legislación y Transparencia de prácticas de producción más limpia	PPT
	Políticas públicas educativas y de estímulo para la difusión del conocimiento sobre prácticas de producción más limpia	EPP
Influencia de la sociedad	Sociedad	Scd
Influencia de los agentes económicos	Socios comerciales para cooperar con empresas que adoptaron producción más limpia, con el objetivo de aumentar la participación de mercado	CAM
	Accionistas (inversionistas, gerentes y empleados) que reconocen que la Implementación de prácticas de producción más limpia genera ganancias económicas y ambientales	CAP

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la confiabilidad

Se obtuvo un índice de confiabilidad para los 22 factores vinculados con el impacto gubernamental, calculado a través de un Alfa de Cronbach de 0.878 para las variables estandarizadas. Se logró un nivel de confiabilidad para los 5 componentes relacionados con aspectos sociales, determinado mediante un Alfa de Cronbach de 0.827 para las variables ajustadas a una escala común. Finalmente, se alcanzó un índice de confiabilidad para los 5 factores relacionados con el impacto de los actores económicos, evaluado a través de un Alfa de Cronbach de 0.857 para las métricas estandarizadas



Tabla 2. Análisis de confiabilidad Estadísticas de fiabilidad

Variable	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
Influencia del gobierno	,878	,877	22
sociedad	,827	,827	5
Influencia de los agentes económicos	,857	,856	15

En la comprobación de hipótesis, se emplearon los coeficientes de regresión (λ) de la siguiente manera:

HO: $\lambda \leq 0$

HG: $\lambda \geq 0$

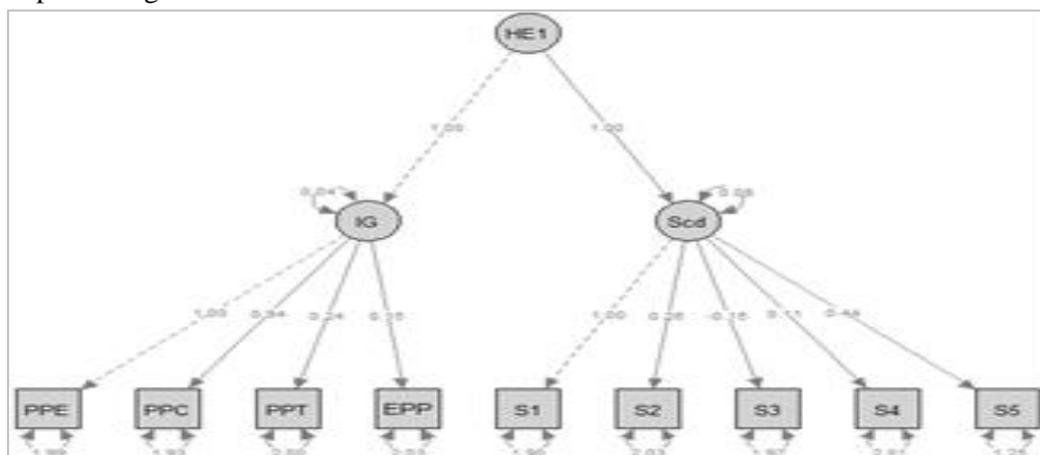
Del modelo de regresión de la ecuación estructural:

En el presente estudio, se propuso que, Y representa la optimización de los factores de impulsión externos para la innovación, mientras que X denota la intervención gubernamental y social. Según los datos recogidos en la Tabla 3 y la Figura 2, se obtuvo que $\lambda=0.90(X)+0.010$. Al realizar la prueba de hipótesis basada en la metodología establecida, el valor de p resultó ser menor que α ($0.000 < 0.05$), lo que lleva a rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que una gestión eficiente de los factores externos que impulsan la innovación puede promover la administración de la innovación. Estos resultados reflejan un ajuste adecuado del modelo SEM, indicando que la intervención gubernamental y social tiene un impacto significativo en la optimización de la innovación en el sector industrial.

Tabla 3 Contraste de la Hipótesis específica H1

Ecuaciones	Cargas E (λ)	Probabilidad (P)	Decisión
$Y \leftarrow 0.90(X)+0.01$	1	---	Acepta

Figura 2 SEM de una mejor gestión de los factores impulsores externos de la innovación puede impulsar la gestión de la innovación



La tabla 4 muestra que los coeficientes de regresión SEM, específicamente en la columna denominada "Estimado" y la columna p, presentan valores menores a 0.05, validando así las ecuaciones de regresión dentro del modelo. Estos resultados confirman que una mejor gestión de los factores impulsores externos de la innovación puede impulsar la gestión de la innovación.

Tabla 4 Pesos de regresión del SEM para una mejor gestión de los factores impulsores externos de la innovación puede impulsar la gestión de la innovación

Ítem	Relación	Variable Latente	Estimado	P
PPE	←	IG	1	---
PPC	←	IG	0.94	---
PPT	←	IG	0.24	---
EPP	←	IG	0.15	---
S1	←	Scd	1	---
S2	←	Scd	0.26	---
S3	←	Scd	-0.15	---
S4	←	Scd	0.11	---
S5	←	Scd	0.44	---
IG	←	HE1	1	---
Scd	←	HE1	1	---

En la comprobación de hipótesis, se emplearon los coeficientes de regresión (λ) de la siguiente manera:

HO: $\lambda \leq 0$

HG: $\lambda \geq 0$

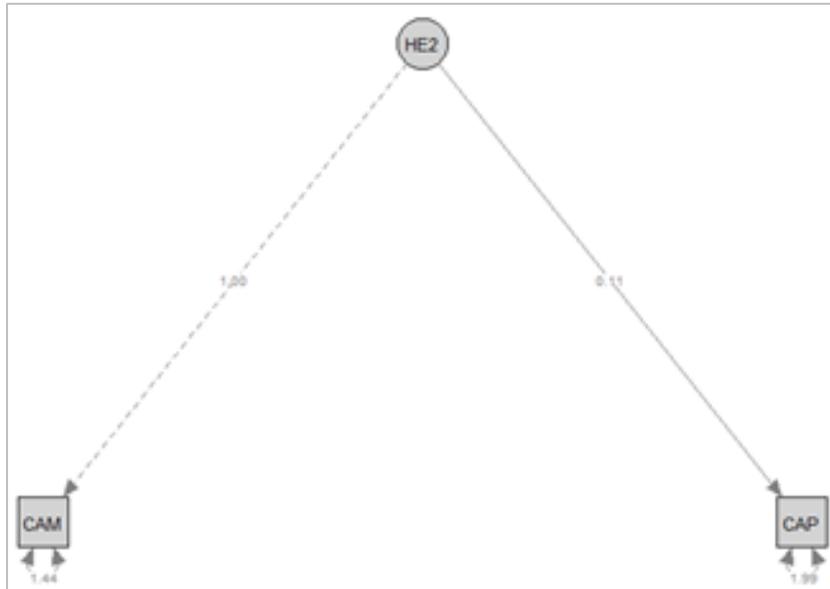
Del modelo de regresión de la ecuación estructural:

Según la información proporcionada, Y representa la mejora en la gestión de factores internos que impulsan la innovación, mientras que X representa la influencia de los agentes económicos. Según los resultados obtenidos de la Tabla 5 y la Figura 3, se encontró que $\lambda = 0.88(X) + 0.34$. La carga estandarizada fue igual a 1 y, mediante la metodología de prueba de hipótesis, se determinó que el valor de p es menor que α ($0.000 < 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que mejorar los factores internos que impulsan la innovación puede efectivamente mejorar la administración de la innovación.

Tabla 5 Contraste de la Hipótesis específica H2

Ecuaciones	Cargas E (λ)	Probabilidad (P)	Decisión
$Y \leftarrow 0.88(X)+0.34$	0.55	---	Acepta

Figura 3 SEM de una mejor gestión de los factores impulsores internos de la innovación puede impulsar la gestión de la innovación



La validez de los coeficientes de regresión SEM se confirma según la Tabla 6, donde los valores en la columna P son menores a 0.05, indicando su significancia estadística dentro del modelo

Tabla 6 Pesos de regresión del SEM para una mejor gestión de los factores impulsores internos de la innovación puede impulsar la gestión de la innovación

Ítem	Relación	Variable Latente	Estimado	P
CAM	←	HE2	1	---
CAP	←	HE2	0.11	---

Se formuló la hipótesis investigativa H3, la cual postula que los factores internos y externos están interconectados para la implementación de estrategias de Producción Más Limpia en el ámbito industrial. En este contexto, el coeficiente λ es mayor a cero, indicando una correlación positiva entre estos factores. Por el contrario, la hipótesis nula supone la ausencia de correlación, representada como $\lambda = 0$. Con base en estos parámetros, se ha estructurado la metodología para evaluar la hipótesis de investigación.

HO: $\lambda \leq 0$

HG: $\lambda \geq 0$

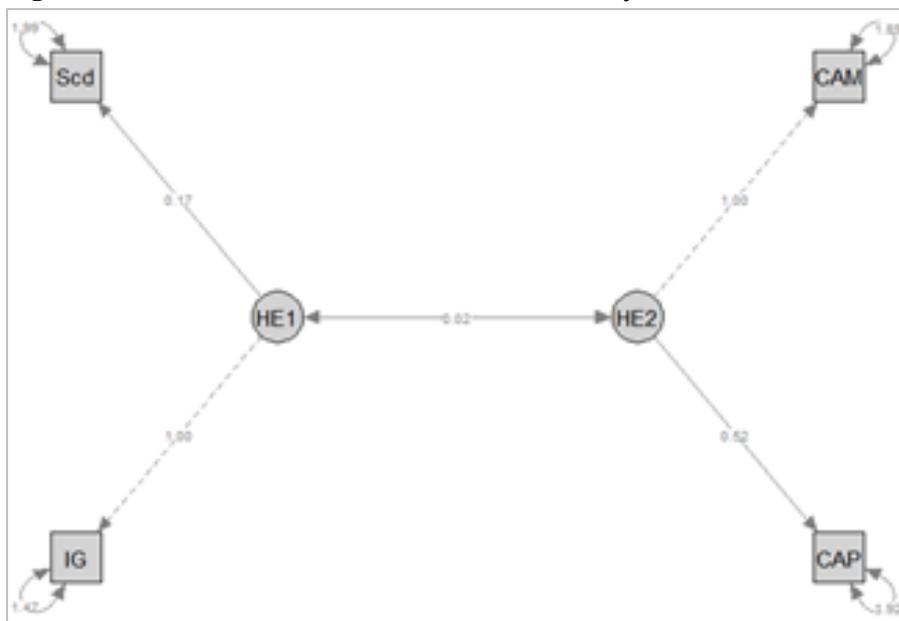
Del modelo de regresión de la ecuación estructural:

En el marco definido, Y representa la interconexión entre factores internos y externos, mientras que X simboliza una óptima administración de dichos factores impulsores, los cuales se desglosan en los indicadores IG, Scd, CAM y CAP. Según los datos obtenidos de la línea de regresión del Modelado de Ecuaciones Estructurales, presentados en la tabla 7 y figura 4, la ecuación resultante es $\lambda = 0.32(X) + 0.23$. En este contexto, se observa una carga estandarizada de 1. Siguiendo la metodología adoptada para contrastar la hipótesis, se encuentra que el valor de p es menor que el nivel de significancia α ($0.000 < 0.05$), lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula. Esto indica que tanto los factores internos como externos tienen un impacto significativo en la implementación de prácticas de Producción Más Limpia en la industria.

Tabla 7 Contraste de la Hipótesis específica H3

Ecuaciones	Cargas E (λ)	Probabilidad (P)	Decisión
$Y \leftarrow 0.32(X) + 0.24$	0.875	---	Acepta

Figura 4 SEM de la relación de los actores internos y externos



Los datos de la tabla 8 muestran los coeficientes de regresión SEM en la columna "Estimado", donde es evidente que los resultados en la columna "P" son menores a 0.05. Esto valida las líneas de regresión en el modelo, indicando que los coeficientes son estadísticamente significativos para la investigación realizada.

Tabla 8 Pesos de regresión del SEM para la implementación de medidas de Producción más limpia en el sector industrial

Ítem	Variable Latente	Estimado	P
CAM	← HE2	1	---
CAP	← HE2	0.52	---
IG	← HE1	1	---
Scd	← HE1	0.17	---
HE1	↔ HE2	0.02	---

La hipótesis general de la investigación, HG, propone que el ámbito industrial puede optimizar las estrategias de Producción Más Limpia mediante un esquema de administración propuesto. En este contexto, se establece que λ debe ser mayor a cero para indicar una correlación positiva. En contraste, la hipótesis nula sugiere la ausencia de cualquier correlación, expresada como $\lambda = 0$. Así, se define el marco para la evaluación de la hipótesis en esta investigación.

HO: $\lambda \leq 0$

HG: $\lambda \geq 0$

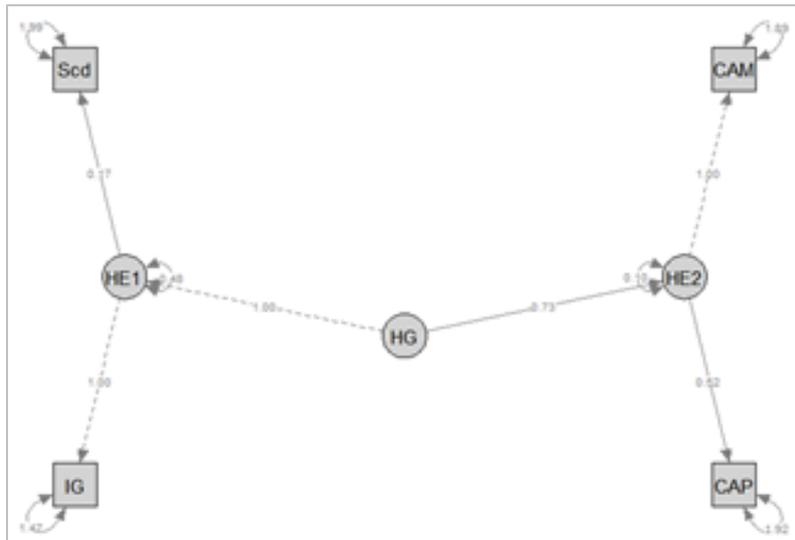
Del modelo de regresión de la ecuación estructural:

En este contexto, la variable dependiente Y representa la interacción entre los factores internos y externos, mientras que la variable independiente X simboliza una administración más eficiente de los factores impulsores, abarcando diversos indicadores desde G1 hasta G22, S1 a S4, H1 a H12, y E1 a E3. Según los resultados obtenidos del trazado de regresión del modelo de ecuaciones estructurales, presentados en la tabla 9 y la figura 5, se observa que $\lambda = 0.87(X) + 0.67$. La carga estandarizada alcanza el valor máximo de 1. De acuerdo con la metodología utilizada para la validación de la hipótesis, se encontró que el valor de p es menor que α ($0.000 < 0.05$), lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula. Este resultado sugiere que el sector industrial tiene el potencial de fortalecer sus prácticas de Producción Más Limpia mediante un modelo de gestión propuesto.

Tabla 9 Contraste de la Hipótesis General HG

Ecuaciones	Cargas E (λ)	Probabilidad (P)	Decisión
$Y \leftarrow 0.87(X)+0.67$	0.25	---	Acepta

Figura 5 SEM de la relación de los actores internos y externos



La tabla 10 exhibe los coeficientes de regresión SEM en la columna "Estimado", confirmando que los valores en la columna "P" son inferiores a 0.05. Este resultado valida las líneas de regresión presentadas en el modelo propuesto.

Tabla 10 Contraste de la Hipótesis General HG

Ítem	Variable Latente	Estimado	P
CAM	← HE2	1	---
CAP	← HE2	0.52	---
IG	← HE1	1	---
Scd	← HE1	0.17	---
HE1	← HG	1	---
HE2	← HG	0.73	---

CONCLUSIONES

La presente investigación se basó sobre la implementación de medidas de Producción Más Limpia (PML) en el sector industrial de Lima, se destacan varios hallazgos significativos:

Se propone un modelo estructural de gestión que integra factores internos y externos para la implementación de PML. Mediante el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM), se observó una carga $E.\lambda$ de 0.25, indicando una interacción efectiva entre estos factores. Las categorías evaluadas mostraron coeficientes omega superiores a 0.5 y en su mayoría indicadores CFI y TLI iguales a 1, lo que respalda la solidez del modelo propuesto.

Se desarrolla un modelo estructural de gestión enfocado en los factores externos que influyen en las medidas de PML en el sector industrial de Lima. Estos factores se dividen en dos categorías: la intervención gubernamental y la influencia de la sociedad. Se encontró una carga $E.\lambda$ igual a 1, lo que sugiere una alta correlación y efectividad en la gestión de estos aspectos externos. Las subcategorías evaluadas mostraron coeficientes omega significativos y altos índices de CFI y TLI, indicando un ajuste adecuado del modelo a los datos observados (G1 a G22 y S1 a S5).

Se establece un modelo estructural de gestión de los factores internos que afectan las medidas de PML en el sector industrial, centrándose en la influencia de los agentes económicos. Se observó una carga $E.\lambda$ de 0.55, reflejando una relación positiva y significativa entre estos factores internos. Las categorías evaluadas mostraron coeficientes omega robustos y altos valores de CFI y TLI, lo que respalda la efectividad del modelo en este ámbito específico (E1 a E3 y H1 a H12).

Se identifica una relación clara entre los factores internos y externos en la implementación de medidas de PML en el sector industrial. La carga $E.\lambda$ calculada fue de 0.875, indicando una fuerte interconexión y mutualidad entre estos dos conjuntos de factores. Las categorías evaluadas exhibieron coeficientes omega significativos y altos índices de CFI y TLI, corroborando la cohesión y eficacia del modelo para comprender esta relación compleja y crítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Almeida, C., Agostinho, F., Giannetti, B., & Huisinigh, D.: 'Integrating cleaner production into sustainability strategies: an introduction to this special volume', *Journal of Cleaner Production*, 2015, 96, pp. 1-9, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.083>

Avalos, E. M.: 'Environmental improvement model for cleaner copper production and its influence on business management with structural equations', PhD thesis, Universidad de Lima, 2018

Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., & Heras, I.: 'An empirical study on the integration of management system audits', *Journal of Cleaner Production*, 2010, 18(5), pp. 486-495, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.001>

CET PERÚ: 'Guía de Producción Más Limpia', 2015, retrieved from:

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/384/BIV00262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Cuba Quispe, B. D.: 'Eficiencia energética y producción más limpia en clínicas estomatológicas, Ica 2019', 2021
- Chang, I., Wu, J., Qiao, H., & Zhang, Z.: 'The spatio-temporal approach to regional analysis on cleaner production in China', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, 52, pp. 1491-1503, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.180>
- Chin, W. W.: 'Partial Least Squares Is To LISREL As Principal Components Analysis Is To Common Factor Analysis', *Technology Studies*, 1995, pp. 315-319
- Covas Várela, D., Hernández Pérez, G. D., Cabello Eras, J. J., & Crespo García, L.: 'Modelo de ecuaciones estructurales con variables influyentes en la calidad de vida urbana. Caso de estudio: ciudad de Cienfuegos, Cuba', *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28(3), pp. 499-513
- Severo, E. A., de Guimarães, J. C. F., & Dorion, E. C. H.: 'Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries', *Journal of Cleaner Production*, 2017, 142, pp. 87-97
- Esquivel, A., León, R., & Castellanos, G.: 'Mejora continua de los procesos de gestión del conocimiento en instituciones de educación superior ecuatorianas', *Retos de la Dirección*, 2017, 11(2), pp. 56-72, retrieved from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v11n2/rdir05217.pdf>
- Fabregues, S., Meneses, J., Rodríguez, D., & Paré, M.: 'Técnicas de investigación social y educativa', España: Editorial UOC, 2016
- Finnerty, N., Sterling, R., Coakley, D., Contreras, S., Coffey, R., & Keane, M.: 'Development of a Global Energy Management System for non-energy intensive multi-site industrial organisations: A methodology', *Energy*, 2017, 136, pp. 16-31, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.049>
- Flick, U.: 'El diseño de investigación cualitativa', Madrid: Ediciones Morata S.L., 2007
- Fornell, C., & Larcker, D. F.: 'Structural Equation Models with Unobserved Variables and Measurement Error', *Journal of Marketing Research*, 1981, pp. 39-50
- Fong, J. R. M.: 'Proveedores y procesos productivos verdes y los beneficios obtenidos en la industria manufacturera', Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja, 2019
- Gadea, W. F., Cuenca Jiménez, R. C., & Chaves Montero, A.: 'Epistemología y fundamentos de la investigación científica', 2019



- Giorgio, V., Friedler, F., Huisingh, D., & Jaromír, J.: 'Cleaner energy for sustainable future', *Journal of Cleaner Production*, 2009, 17(10), pp. 889-895, doi:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.02.001>
- GP 900.200: 'Guía para implementación de la Producción Más Limpia INDECOPI', 2007, retrieved from:
[https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Proteccion del Medio Ambiente/Guia para implementacion de la Produccion Mas Limpia INDECOPI.pdf](https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Proteccion%20del%20Medio%20Ambiente/Guia%20para%20implementacion%20de%20la%20Produccion%20Mas%20Limpia%20INDECOPI.pdf)
- Geraldo Cardoso de Olivera Neto, H. N.: 'Stakeholders' influences on the adoption of cleaner production practices: A survey of the textile industry', *Sustainable Production and Consumption*, 2021, pp. 126-145
- Guerra, H., & Saire, M.: 'Elaboración de un programa de producción más limpia para la planta de conservas de recursos hidrobiológicos de Pacific Natural Foods SAC', Licentiate thesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014
- Guerrero, S. P.: 'Propuesta de un Modelo de Gestión para la ejecución de estudios de control en la gestión de talento humano a las instituciones públicas, para la Dirección de Control del Servicio Público del Ministerio del Trabajo', Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, 2020
- Izcara, S.: 'Manual de investigación cualitativa', México D. F.: Fontamara, 2014
- Katamaya, R.: 'Introducción a la Investigación Cualitativa', Lima: Fondo Editorial de la UIGV, 2014
- Leguizamo-Díaz, T. P., & Moreno-Mantilla, C. E.: 'Effect of competitive priorities on the greening of the supply chain with TQM as a mediator', *Dyna*, 2014, 81(187), pp. 240-248
- Marques, L., et al.: 'Implementation of cleaner production: A ten-year retrospective on benefits and difficulties found', *Journal of Cleaner Production*, 2018, 187, pp. 409-420, doi:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.181>
- Mendoza, A., Nahui, J., & Sotelo, F.: 'A Methodology for Cleaner Production Implementation at a University Campus in Lima, Peru', *The 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2019



- NTP ISO 14001:2015, 'Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia', retrieved from: <https://www.isotools.pe/normas/ntp-iso-14001/>
- NTP ISO 14031:2001, 'Gestión ambiental — Indicadores de desempeño ambiental', retrieved from: <https://pdfslide.tips/documents/ntp-iso-14031.html>
- NTP ISO 14040:2006, 'Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia', retrieved from: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1>
- NTP ISO 14050:2014, 'Gestión ambiental — Vocabulario', retrieved from: <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/jer/resoluciones-directorales/files/2019-RD16.pdf>
- Ortiz T., C. M.: 'Modelo de G de la Finca el Moral de la parroquia el Triunfo del cantón Patate', Licentiate thesis, Universidad Técnica de Ambato, 2010
- Ortecho, E. M. A.: 'Modelo de mejora ambiental para la producción más limpia de cobre, y su influencia en la gestión empresarial con ecuaciones estructurales', *Industrial data*, 2018, 21(2), pp. 63-72
- Palacios Tapia, L. I.: 'Evaluación de opciones de producción más limpia para el control de residuos y optimización del consumo de energía en la empresa textil consorcio “Alta Moda” SRL Lima–Perú periodo 2017-2018', 2018
- Palacios Copete, M. J., & Suarez Kimura, E. B.: 'Análisis confirmatorio del modelo contable y la gestión ambiental en la industria hotelera de Panamá', *Investigación administrativa*, 2017, 46(119), pp. 0-0
- Ricaldi, R.: 'Identificación de mecanismos de Producción más Limpia (PML) en el Centro de Beneficio Municipal de Ganado en la provincia de Junín para mejorar las condiciones de Calidad y Medioambiente', Licentiate thesis, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2011
- Salcedo, A.: 'Estadística en la Investigación: Competencia Transversal en la Formación Universitaria', Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2013
- Sundin, E.: 'Circular Economy', Great Britain and United States: ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc., 2020
- Svensson, A., & Paramonova, S.: 'An analytical model for identifying and addressing energy efficiency improvement opportunities in industrial production systems – Model development and testing



- experiences from Sweden', *Journal of Cleaner Production*, 2017, 142(4), pp. 2407-2422, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.034>
- Tamayo, U., Vicente, M., & Villarreal, O.: 'Eco-innovation strategic model. A multiple-case study from a highly eco-innovative European region', *Journal of Cleaner Production*, 2017, 142(4), pp. 1347-1367, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.174>
- Thiede, S., Bogdanski, G., & Herrmann, C.: 'A systematic method for increasing the energy and resource efficiency in manufacturing companies', *Procedia CIRP*, 2012, 2, pp. 28-33, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2012.05.034>
- Velicer, W., & Jackson, D. N.: 'Affects of variable and subject sampling on factor pattern recovery', *Psychological Methods*, 1998, pp. 231-251
- Vélez, A. M.: 'Propuesta de Producción Más Limpia para la empresa Industria, Comercio y Servicio (Incoser) SCC en Manta, Ecuador', Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021
- Villasante, J.: 'Tipos de contaminación, sus fuentes y efectos en el estuario de la bahía de Santoña', *Monte Buciero*, 2000, 5, pp. 211-224, retrieved from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/206316.pdf>
- Xavier, A. F., Naveiro, R. M., Aoussat, A., & Reyes, T.: 'Systematic literature review of eco-innovation models: Opportunities and recommendations for future research', *Journal of Cleaner Production*, 2017, 149, pp. 1278-1302, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.145>
- Zheng, S., Liu, W., & Zhi, Q.: 'Cleaner waste management: a review based on the aspects of technology, market and policy', *Energy Procedia*, 2016, 104, pp. 492-497, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.083>