Performance Measurement System for Evaluating Productive Management in Industrial Clusters of Small and Medium-Sized Enterprises

Sakibaru Mauricio Luis Alberto, Dr.[1]; Godoy Zavala Rosa Adela, Mg.[1]; Bazan Robles Romel Dario, Mg.[1]; Mendoza Delgado Maria Teresa del Carmen, Est.[2]; Torres Quiroz Roger Rodolfo, Mg.[1]; Cajahuanca Loli Miriam del Rosario, Dra.[1]; Asian Quiñones Carlos Alberto, Dr.[1]; [1]Universidad Nacional del Callao, Perú, lasakibaru@unac.edu.pe, ragodoyz@unac.edu.pe, rdbazanr@unac.edu.pe, rrtorresq@unac.edu.pe, mdrcajahuancal@unac.edu.pe, caasianq@unac.edu.pe, [2]Universidad Privada del Norte, Perú, mtdelcarmenmendozad@gmail.com.

Abstract– This study designed a performance measurement system to evaluate productive management in industrial clusters of small and medium-sized enterprises. An applied, quantitative, nonexperimental, cross-sectional, and correlational design was used with a population of 100 managers and employees linked to wood, furniture, leather, and footwear clusters and a sample of 80 participants. Two Likert questionnaires were administered: a 13-item performance measurement system scale and an 18-item productive management scale. Reliability reached Cronbach's alpha values of 0.763 and 0.821, while factorial suitability obtained KMO values of 0.745 and 0.751. Descriptive results showed intermediate levels for both variables. Exploratory analyses identified significant associations between productive management and the indicator framework, action research, and continuous innovation perspectives, whereas the relationship with performance metrics was not statistically significant. The proposed system is presented as a potential tool to support coordinated decision-making, continuous improvement, business cooperation, and strategic cluster monitoring.

Keywords– Performance measurement system; industrial cluster; productive management; small and medium-sized enterprises; continuous improvement.

Sistema de medición del desempeño para evaluar la gestión productiva en clústeres industriales de pequeñas y medianas empresas

Resumen– El estudio diseñó un sistema de medición del desempeño para evaluar la gestión productiva en clústeres industriales de pequeñas y medianas empresas. Se desarrolló una investigación aplicada, cuantitativa, no experimental, transversal y correlacional, con una población de 100 directivos y trabajadores vinculados a clústeres de madera, muebles, cuero y calzado, y una muestra de 80 participantes. Se aplicaron dos cuestionarios Likert: sistema de medición del desempeño, con 13 ítems, y gestión productiva, con 18 ítems. La confiabilidad alcanzó valores alfa de Cronbach de 0,763 y 0,821; la adecuación factorial obtuvo KMO de 0,745 y 0,751. Los resultados descriptivos mostraron niveles intermedios en ambas variables. Los análisis exploratorios identificaron asociaciones significativas entre la gestión productiva y el marco de indicadores, la investigación-acción y las perspectivas de innovación continua, mientras que la relación con la identificación de métricas no resultó estadísticamente significativa. Se propone un sistema de medición del desempeño con potencial para apoyar la toma de decisiones, la mejora continua, la cooperación empresarial y el seguimiento estratégico del clúster.

Palabras clave– Sistema de medición del desempeño; clúster industrial; gestión productiva; pequeñas y medianas empresas; mejora continua.

1 Introducción

1.1 Realidad problemática

La globalización de los mercados, la reducción de barreras comerciales, la digitalización de los procesos y la presión por responder simultáneamente en costo, calidad, rapidez, confiabilidad, flexibilidad e innovación han transformado la gestión productiva de las pequeñas y medianas empresas (PYME). Estas organizaciones generan empleo y dinamizan las economías locales, pero suelen presentar restricciones de financiamiento, infraestructura, capital humano, planificación estratégica y acceso a tecnologías. Cuando operan dentro de un clúster industrial, dichas limitaciones pueden atenuarse mediante cooperación, aprendizaje colectivo, compras conjuntas, transferencia de conocimiento y articulación con instituciones públicas y privadas.

Sin embargo, la cooperación no garantiza por sí sola mejores resultados. La gestión colectiva se debilita cuando no existen indicadores compartidos, responsabilidades definidas, criterios homogéneos para comparar resultados ni mecanismos para retroalimentar los proyectos de mejora. En los clústeres de madera y muebles, y cuero y calzado considerados en el estudio, la ausencia de una arquitectura común de medición dificultaba reconocer cuellos de botella, priorizar inversiones, evaluar iniciativas conjuntas y traducir los objetivos estratégicos en métricas observables. La necesidad de un sistema de medición del desempeño se vinculó, por tanto, con la capacidad del clúster para gestionar información, coordinar decisiones y sostener procesos de innovación continua.

La medición del desempeño se entiende como el proceso de cuantificar la eficiencia y la eficacia de acciones, procesos y organizaciones mediante un conjunto coherente de métricas [1]. Su utilidad no se limita al control financiero: permite comunicar prioridades, identificar desviaciones, aprender de los resultados y alinear los niveles estratégico y operativo. El Cuadro de Mando Integral amplió esta visión al integrar perspectivas financieras y no financieras [2]; posteriormente, la literatura sobre PYME señaló que los sistemas deben ser simples, participativos, flexibles y compatibles con sus recursos limitados [3, 4].

1.2 Antecedentes y fundamentos teóricos

Los estudios sobre medición del desempeño en PYME muestran una brecha persistente entre los modelos conceptuales y su aplicación cotidiana. Hudson, Smart y Bourne evaluaron enfoques estratégicos y concluyeron que muchos procesos de diseño resultan excesivamente complejos para pequeñas empresas [3]. Garengo, Biazzo y Bititci identificaron que los sistemas pueden apoyar la profesionalización gerencial, aunque requieren adaptación a la cultura, estructura y disponibilidad de información de cada PYME [4]. Bititci y colaboradores destacaron la importancia de integrar métricas, estrategia, sistemas de información y ciclos de revisión [5].

En el ámbito de los clústeres, Carpinetti, Galdámez y Gerolamo propusieron trasladar los principios de la gestión del desempeño empresarial a redes territoriales, considerando eficiencia colectiva, resultados económicos y sociales, infraestructura de apoyo y acciones conjuntas [6]. Este enfoque coincide con la noción de eficiencia colectiva, según la cual las ventajas de aglomeración y la acción conjunta pueden elevar el desempeño de las empresas participantes [8]. Porter sostuvo que los clústeres fortalecen productividad, innovación y formación de nuevas empresas cuando existe proximidad entre productores, proveedores, instituciones y clientes [9].

La investigación-acción proporciona una vía metodológica para implementar sistemas de gestión mientras se genera conocimiento. Coughlan y Coghlan la caracterizan como un proceso cíclico de diagnóstico, planificación, acción, evaluación y aprendizaje, desarrollado con participación de los actores organizacionales [7]. Esta orientación es pertinente para clústeres de PYME, porque el sistema de indicadores debe construirse con los usuarios, probarse en condiciones reales y revisarse según

los resultados. La innovación continua, además, exige que las métricas no sean estáticas: deben actualizarse cuando cambian las prioridades, la tecnología, los mercados o las capacidades del clúster [10].

La tesis de base también revisó experiencias nacionales e internacionales sobre sistemas de medición, asociatividad, observatorios de clústeres y modelos integrales de gestión. En conjunto, esos antecedentes muestran que los indicadores financieros aislados no explican el desempeño productivo y que es necesario incorporar dimensiones operativas, tecnológicas, comerciales, humanas y colaborativas. Sobre esta base, el sistema propuesto articuló seis dimensiones para la medición del desempeño y siete dimensiones para la gestión productiva, como se sintetiza en la Tabla 2.

1.3 Problema, objetivos e hipótesis

El problema general se formuló en torno a la necesidad de determinar en qué medida un sistema de medición del desempeño permite evaluar la gestión productiva de clústeres industriales de PYME. El objetivo general fue diseñar dicho sistema; los objetivos específicos fueron: construir un marco de indicadores, estructurar una ruta de implementación basada en investigación-acción, establecer perspectivas de desempeño para la innovación continua e identificar métricas pertinentes.

En coherencia con el diseño correlacional, la hipótesis general se reformuló como: *existe una asociación significativa entre el sistema de medición del desempeño y la gestión productiva en los clústeres industriales estudiados*. Las hipótesis específicas plantearon asociaciones significativas entre la gestión productiva y: (H1) el marco de indicadores; (H2) la implementación mediante investigación-acción; (H3) las perspectivas de innovación continua; y (H4) la identificación de métricas de desempeño.

2 Materiales y métodos

2.1 Diseño metodológico

La investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo, alcance correlacional y diseño no experimental y transversal. El método general fue hipotético-deductivo. No se manipularon deliberadamente las variables; se recogieron percepciones en un único periodo y se examinaron asociaciones entre los componentes del sistema de medición y la gestión productiva. Paralelamente, la propuesta se estructuró con lógica de investigación-acción para facilitar diagnóstico, diseño participativo, implementación, seguimiento y retroalimentación.

2.2 Población y muestra

La población estuvo conformada por 100 propietarios, gerentes, directores y trabajadores administrativos de empresas vinculadas con los clústeres de madera y muebles, y cuero y calzado. La muestra fue de 80 participantes, calculada para población finita con nivel de confianza del 95 %, proporción esperada $p = q = 0{,}50$ y error máximo del 5 %. La selección se realizó entre participantes con conocimiento de los procesos productivos y de las decisiones de gestión. El trabajo de campo se desarrolló principalmente en Lima Metropolitana.

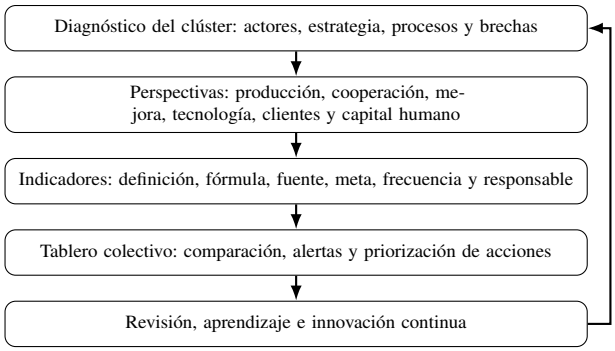


Figura 1. Arquitectura funcional del sistema propuesto.

2.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento

Se empleó la encuesta, aplicada de forma presencial y virtual. El primer cuestionario midió el sistema de medición del desempeño mediante 13 ítems; el segundo evaluó la gestión productiva mediante 18 ítems. Ambos utilizaron una escala Likert de cinco categorías: 1 = totalmente en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 3 = indiferente, 4 = de acuerdo y 5 = totalmente de acuerdo.

La construcción del instrumento comprendió revisión de literatura, definición conceptual y operacional de variables, elaboración de ítems, revisión de contenido, aplicación, depuración y análisis de consistencia. La propuesta del sistema se organizó en cuatro componentes: (1) dirección estratégica y actores; (2) perspectivas de desempeño; (3) indicadores, metas y responsables; y (4) ciclo de revisión, aprendizaje e innovación. La Fig. 1 representa la lógica funcional del sistema.

2.4 Análisis estadístico y ética

Los datos fueron depurados, codificados y procesados mediante estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon medias y desviaciones estándar por ítem; la consistencia interna se examinó con alfa de Cronbach y la adecuación para análisis factorial con KMO y esfericidad de Bartlett. Para la normalidad se utilizó Kolmogorov–Smirnov con corrección de Lilliefors, debido a que $n = 80$. Las asociaciones categóricas se evaluaron con chi-cuadrado de Pearson, con nivel de significancia de 0.05. La prueba general consignada en la tesis fue una t para muestras relacionadas, al presentar normalidad las puntuaciones globales.

La participación fue voluntaria y la información se trató de forma confidencial. Los resultados se presentaron agregadamente, sin identificar empresas ni participantes. Se consideraron criterios de transparencia, imparcialidad, uso responsable de datos y respeto del Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao.

Cuadro 1. Síntesis de antecedentes que sustentan el sistema propuesto

Referencia	Objeto de estudio	Aporte principal	Implicación para el artículo
Neely, Gregory y Platts [1]	Diseño de sistemas de medición	Integra indicadores individuales, sistema de medidas y entorno organizacional.	Exige coherencia entre métricas, estrategia y uso de la información.
Kaplan y Norton [2]	Cuadro de Mando Integral	Equilibra perspectivas financieras y no financieras mediante relaciones estratégicas.	Sustenta la organización multidimensional del tablero del clúster.
Hudson, Smart y Bourne [3]	Medición estratégica en PYME	Identifica discontinuidades entre modelos teóricos y necesidades prácticas de pequeñas empresas.	Justifica un sistema simple, participativo y de bajo costo operativo.
Garengo, Biazzo y Bititci [4]	Revisión de sistemas en PYME	Señala que la medición apoya la madurez gerencial, pero debe adaptarse a la cultura y recursos disponibles.	Orienta la gradualidad de la implementación y la revisión periódica.
Carpinetti, Galdámez y Gerolamo [6]	Desempeño de clústeres industriales	Propone medir eficiencia colectiva, acciones conjuntas y resultados económicos y sociales.	Constituye el antecedente directo del enfoque colectivo empleado.
Coughlan y Coghlan [7]	Investigación-acción en operaciones	Articula diagnóstico, acción, evaluación y aprendizaje con participación organizacional.	Fundamenta la construcción e implementación colaborativa del sistema.
Porter [9] y Schmitz [8]	Competitividad territorial y eficiencia colectiva	Relacionan proximidad, interacción, acción conjunta, productividad e innovación.	Sustentan indicadores de cooperación, gobernanza y beneficios colectivos.
OCDE y Eurostat [10]	Medición de innovación	Amplía la innovación a productos, procesos, organización y comercialización.	Permite incluir métricas de innovación continua y aprendizaje.

Cuadro 2. Variables y dimensiones del estudio

Variable	Dimensiones
Sistema de medición del desempeño	Sistemas de producción; cooperación empresarial; proceso de mejora; medidas de desempeño; asociatividad; clúster industrial.
Gestión productiva	Nivel tecnológico; productividad; métricas; competitividad; ventas; clientes; capital humano.

Cuadro 3. Síntesis del diseño metodológico

Tipo	Aplicada
Enfoque	Cuantitativo
Alcance	Correlacional
Diseño	No experimental, transversal
Método	Hipotético-deductivo e investigación-acción para la propuesta
Unidad	Directivos y personal de PYME pertenecientes a clústeres industriales
Periodo	Noviembre de 2023 a octubre de 2024

3 Diseño del sistema de medición propuesto

3.1 Principios de diseño

El sistema se diseñó bajo cinco principios. El primero fue la *alineación estratégica*: cada indicador debe vincularse con un objetivo del clúster y con una decisión concreta. El segundo fue el *equilibrio*: se combinaron indicadores de resultados con indicadores inductores relacionados con capacidades, procesos y cooperación. El tercero fue la *simplicidad*: las fichas técnicas emplean fórmulas comprensibles, fuentes disponibles y frecuencias compatibles con la capacidad administrativa de las PYME. El cuarto fue la *participación*: coordinadores, empresarios y responsables operativos intervienen en la selección de métricas, metas y acciones. El quinto fue la *adaptabilidad*: el tablero debe revisarse cuando cambien las prioridades del mercado, la tecnología o el grado de madurez del clúster.

Cada indicador se documenta mediante nombre, objetivo, definición operacional, fórmula, unidad, fuente, frecuencia, línea base, meta, responsable y regla de interpretación. Para facilitar comparaciones entre empresas de diferente tamaño, se propone normalizar los valores mediante

$$I_{ij}^{*} = 100\frac{I_{ij} - I_j^{\text{mín}}}{I_j^{\text{máx}} - I_j^{\text{mín}}}, \tag{1}$$

donde I_{ij} es el valor del indicador j en la empresa i. Cuando un valor menor representa mejor desempeño, la escala se invierte. El índice de perspectiva puede calcularse como una media ponderada:

$$P_k = \sum_{j=1}^{m_k} w_{jk} I_j^{*}, \qquad \sum_{j=1}^{m_k} w_{jk} = 1, \tag{2}$$

con ponderaciones acordadas por el comité del clúster. Estas expresiones no sustituyen el análisis de cada métrica; funcionan como síntesis para el tablero y las reuniones de seguimiento.

3.2 Perspectivas, indicadores y responsables

La Tabla 4 presenta un catálogo inicial. Las métricas deben ser depuradas con los actores antes de su uso definitivo. El nivel empresa conserva datos sensibles, mientras que el nivel clúster utiliza promedios, medianas, rangos o porcentajes agregados. De esta manera se promueve el benchmarking sin exponer información estratégica individual.

3.3 Ciclo de implementación y gobernanza

La implementación se organiza en siete fases: (1) conformación de un comité de medición con representación empresarial e institucional; (2) diagnóstico de estrategia, procesos y disponibilidad de datos; (3) selección participativa de perspectivas e indicadores; (4) elaboración de fichas técnicas y definición de líneas base; (5) prueba piloto en un conjunto reducido de empresas; (6) operación del tablero con reuniones periódicas; y (7) revisión de indicadores y proyectos de mejora. La investigación-acción atraviesa todo el ciclo mediante observación, reflexión y ajuste.

Cuadro 4. Matriz inicial de perspectivas e indicadores del sistema

Perspectiva	Objetivo	Indicadores sugeridos	Responsable/frecuencia
Producción y procesos	Elevar eficiencia, calidad y confiabilidad	Cumplimiento del plan; productividad por hora; tasa de defectos; tiempo de ciclo; utilización de capacidad; paradas no programadas.	Responsable de producción; semanal/mensual.
Tecnología e información	Mejorar trazabilidad y soporte decisional	Procesos digitalizados; exactitud de registros; tiempo de disponibilidad de información; uso del tablero; inversión tecnológica sobre ventas.	Coordinación tecnológica; mensual/trimestral.
Clientes y mercado	Incrementar valor y estabilidad comercial	Entregas a tiempo; reclamos; satisfacción; retención; ventas conjuntas; nuevos mercados; cumplimiento de especificaciones.	Área comercial y comité; mensual/trimestral.
Cooperación y asociatividad	Fortalecer eficiencia colectiva	Proyectos conjuntos; compras colaborativas; participación en reuniones; alianzas activas; recursos compartidos; confianza percibida.	Coordinador del clúster; trimestral.
Innovación y mejora	Sostener aprendizaje y adaptación	Ideas implementadas; proyectos de mejora; tiempo de implantación; ahorros; nuevos productos/procesos; capacitaciones aplicadas.	Comité de innovación; mensual/trimestral.
Capital humano y sostenibilidad	Desarrollar capacidades y continuidad	Horas de formación; polivalencia; rotación; seguridad; condiciones de trabajo; residuos valorizados; empleo generado.	Recursos humanos/seguridad; mensual/semestral.
Resultados colectivos	Evaluar efectos económicos y territoriales	Variación de productividad; costos evitados; ventas; empleo; exportaciones; supervivencia empresarial; contribución local.	Comité directivo; semestral/anual.

La gobernanza diferencia tres niveles. En el nivel operativo, cada empresa registra y valida datos. En el nivel táctico, el coordinador consolida información, analiza brechas y prepara propuestas. En el nivel estratégico, el comité del clúster prioriza proyectos, asigna responsables y evalúa resultados. La publicación externa se limita a información agregada y previamente autorizada. El sistema debe acompañarse de un protocolo de calidad de datos, control de versiones, trazabilidad de cambios y reglas de acceso.

4 Resultados

4.1 Resultados descriptivos

La media promedio de los 13 ítems del sistema de medición del desempeño fue 3.08, valor situado alrededor de la categoría indiferente y cercano al acuerdo. Los mayores promedios correspondieron a planificación y programación de la producción ($M = 3{,}46$, $DE = 0{,}745$), existencia de recursos o procesos estratégicos ($M = 3{,}36$, $DE = 0{,}830$), control de recursos de fabricación ($M = 3{,}35$, $DE = 0{,}858$) y uso de información para la toma de decisiones ($M = 3{,}34$, $DE = 0{,}841$). Los valores menores se observaron en conocimiento de alianzas estratégicas ($M = 2{,}77$), identificación del tipo de clúster ($M = 2{,}80$), reconocimiento de cuellos de botella ($M = 2{,}89$) y conocimiento de pertenencia al clúster ($M = 2{,}89$).

En gestión productiva, la media promedio de los 18 ítems fue 3.03. El indicador mejor valorado fue la programación de la producción por lotes ($M = 3{,}60$, $DE = 0{,}773$), seguido por el grado de informatización ($M = 3{,}34$, $DE = 0{,}967$) y el conocimiento de procesos primarios y de apoyo ($M = 3{,}31$, $DE = 0{,}922$). Las principales brechas aparecieron en misión empresarial explícita ($M = 2{,}47$, $DE = 1{,}006$), satisfacción de necesidades del cliente ($M = 2{,}60$, $DE = 0{,}805$), mapa de procesos organizativos ($M = 2{,}77$, $DE = 0{,}856$) y control de recursos de fabricación ($M = 2{,}89$, $DE = 0{,}795$). Estos resultados muestran capacidades operativas parciales, pero debilidades en orientación estratégica, formalización, cooperación y seguimiento del cliente.

4.2 Confiabilidad y validez

La escala del sistema de medición del desempeño obtuvo $\alpha = 0{,}763$ para 13 ítems y la escala de gestión productiva alcanzó $\alpha = 0{,}821$ para 18 ítems. Ambos coeficientes superaron el umbral de 0.70 y evidenciaron consistencia interna aceptable. La adecuación muestral fue igualmente satisfactoria: KMO = 0.745 para el sistema de medición y KMO = 0.751 para gestión productiva. Las pruebas de Bartlett resultaron significativas ($\chi^2 = 177{,}751$, $gl = 78$, $p < 0{,}001$; y $\chi^2 = 323{,}122$, $gl = 153$, $p < 0{,}001$), por lo que las matrices presentaron correlaciones suficientes para explorar su estructura factorial.

4.3 Análisis de normalidad

Las puntuaciones globales del sistema de medición y de gestión productiva no rechazaron la normalidad: Kolmogorov–Smirnov reportó $D = 0{,}077$, $p = 0{,}200$ y $D = 0{,}075$, $p = 0{,}200$, respectivamente. En la primera hipótesis específica, el marco de indicadores presentó una distribución no normal ($D = 0{,}266$, $p < 0{,}001$), mientras que gestión productiva mantuvo normalidad. En las hipótesis 2, 3 y 4, los componentes de investigación-acción, innovación continua e identificación de métricas, así como la gestión productiva categorizada, presentaron $p < 0{,}001$ y se alejaron de la normalidad.

La normalidad fue útil para describir las puntuaciones, pero no constituye el criterio central para elegir chi-cuadrado, prueba destinada a analizar asociación entre variables categóricas. Para esta prueba resulta más relevante la independencia de observaciones y el tamaño de las frecuencias esperadas.

4.4 Contrastación de hipótesis

Para la hipótesis general, los estadísticos consignados en la fuente original presentan una inconsistencia interna entre el valor t, el intervalo de confianza y el nivel de significancia. Por ello, no se formula una conclusión inferencial definitiva sobre la hipótesis general hasta verificar nuevamente los cálculos con la base de datos original. Para las hipótesis específicas, el marco de indicadores se asoció con la gestión productiva ($\chi^2 = 22{,}835$, $gl = 6$, $p = 0{,}001$); la implementación mediante investigación-acción

Cuadro 5. Resultados descriptivos completos por ítem

Sistema de medición del desempeño				Gestión productiva			
I	**Descripción abreviada**	**M**	**DE**	**I**	**Descripción abreviada**	**M**	**DE**
1	Planificación/programación de producción	3.46	0.745	1	Informatización de fabricación	3.34	0.967
2	Control de recursos de fabricación	3.35	0.858	2	Programación de producción por lotes	3.60	0.773
3	Reconocimiento de cuellos de botella	2.89	0.928	3	Variaciones de capacidad	3.14	0.823
4	Conocimiento de alianzas estratégicas	2.77	0.886	4	Reconocimiento de cuellos de botella	3.03	0.941
5	Conocimiento de pertenencia al clúster	2.89	0.941	5	Control de recursos de fabricación	2.89	0.795
6	Precisión de la información	3.14	0.853	6	Inspecciones entre operaciones	3.06	0.891
7	Mantenimiento preventivo	2.96	1.012	7	Métodos de control de calidad	3.03	0.900
8	Información para decisiones	3.34	0.841	8	Procedimientos de trabajo definidos	3.04	0.878
9	Medidas de eficiencia de recursos	2.94	1.106	9	Relación con proveedores	3.03	0.981
10	Medidas de eficiencia por sectores	3.13	1.023	10	Relación con clientes	3.13	0.848
11	Recursos/procesos estratégicos	3.36	0.830	11	Conocimiento de procesos primarios/apoyo	3.31	0.922
12	Necesidad de formación	3.04	0.770	12	Mapa de procesos organizativos	2.77	0.856
13	Identificación del tipo de clúster	2.80	0.892	13	Misión empresarial explícita	2.47	1.006
				14	Estrategia formalmente definida	2.91	0.930
				15	Satisfacción de necesidades del cliente	2.60	0.805
				16	Sistema para detectar satisfacción	3.14	0.853
				17	Satisfacción con condiciones de trabajo	3.09	0.715
				18	Calificación adecuada al puesto	2.89	1.006

Cuadro 6. Indicadores descriptivos destacados

Indicador	**Media**	**DE**
Planificación y programación de producción	3.46	0.745
Recursos/procesos estratégicos	3.36	0.830
Información para decisiones	3.34	0.841
Alianzas estratégicas	2.77	0.886
Programación de lotes	3.60	0.773
Informatización de la fabricación	3.34	0.967
Misión empresarial explícita	2.47	1.006
Satisfacción de necesidades del cliente	2.60	0.805

Cuadro 7. Confiabilidad y adecuación factorial

Escala	α	**Ítems**	**KMO**	**Bartlett,** p
Sistema de medición	0.763	13	0.745	$< 0{,}001$
Gestión productiva	0.821	18	0.751	$< 0{,}001$

también mostró asociación ($\chi^2 = 21{,}832$, $gl = 12$, $p = 0{,}039$); las perspectivas de innovación continua fueron significativas ($\chi^2 = 28{,}770$, $gl = 12$, $p = 0{,}004$); y en cuanto a la identificación de métricas de desempeño, se reportó $\chi^2 = 6{,}853$ con 9 grados de libertad. Este resultado no evidencia una asociación estadísticamente significativa mediante la prueba chi-cuadrado convencional ($p > 0{,}05$). Por tanto, solo las hipótesis específicas H1, H2 y H3 mostraron asociaciones significativas en los análisis reportados.

Debe advertirse que la tabla original de la hipótesis general consigna $t = 1{,}645$, un intervalo de confianza del 95 % de $[-0{,}012, 0{,}125]$ y, simultáneamente, $p < 0{,}001$; estos valores no son internamente congruentes y requieren recalcularse con la base de datos antes de la presentación definitiva. Además, varias tablas de contingencia registraron más del 20 % de celdas con frecuencias esperadas menores que cinco. Por ello, los resultados específicos deben considerarse evidencia exploratoria y confirmarse mediante categorías reagrupadas o pruebas exactas/Monte Carlo.

5 Discusión

Los resultados descriptivos revelan una situación intermedia: existen prácticas de planificación, informatización y control, pero no se encuentran plenamente articuladas mediante un sistema común de objetivos, indicadores y responsabilidades. La baja valoración de las alianzas estratégicas y del conocimiento de pertenencia al clúster indica que la proximidad sectorial no se ha convertido todavía en una identidad colaborativa sólida. Esta observación coincide con la literatura que advierte que la medición en PYME suele ser fragmentada, reactiva y concentrada en indicadores operativos de corto plazo [3, 4].

La confiabilidad aceptable y los valores KMO superiores a 0.70 respaldan el uso de los instrumentos para una evaluación inicial. No obstante, la validez del sistema no depende únicamente de sus propiedades psicométricas; requiere que los indicadores sean comprendidos, utilizados en reuniones de gestión y vinculados con decisiones verificables. Neely, Gregory y Platts sostienen que un sistema de medición debe analizarse en tres niveles: indicadores individuales, conjunto de métricas y relación con el entorno [1]. El modelo propuesto responde a esos niveles al definir fórmulas y responsables, organizar perspectivas complementarias e incorporar factores colectivos del clúster.

La asociación del marco de indicadores con la gestión productiva sugiere que la selección explícita de métricas contribuye a ordenar la información y enfocar las mejoras. Este hallazgo es consistente con el modelo de Carpinetti y colaboradores, que integra indicadores líderes y rezagados para observar tanto acciones colectivas como resultados económicos y sociales [6]. La relación encontrada con investigación-acción refuerza la necesidad de una implementación participativa. Un tablero impuesto externamente puede quedar reducido a un requisito documental; en cambio, los ciclos de diagnóstico, acción y reflexión favorecen apropiación, aprendizaje y ajustes continuos [7].

Las perspectivas de innovación continua mostraron una asociación significativa; sin embargo, la identificación de métricas no evidenció una asociación estadísticamente significativa con la gestión productiva. Esto respalda una concepción dinámica del sistema: los indicadores deben cambiar cuando las empresas desarrollan nuevas capacidades, incorporan tecnología o mo-

Cuadro 8. Pruebas de normalidad de las variables y componentes

	Kolmogorov–Smirnov			Shapiro–Wilk		
Variable/componente	**Est.**	*gl*	*p*	**Est.**	*gl*	*p*
Sistema de medición del desempeño	0.077	80	0.200	0.986	80	0.565
Gestión productiva (global)	0.075	80	0.200	0.984	80	0.407
Marco de indicadores	0.266	80	$< 0{,}001$	0.943	80	0.001
Investigación-acción	0.317	80	$< 0{,}001$	0.810	80	$< 0{,}001$
Innovación continua	0.283	80	$< 0{,}001$	0.852	80	$< 0{,}001$
Identificación de métricas	0.322	80	$< 0{,}001$	0.798	80	$< 0{,}001$
Gestión productiva categorizada	0.354	80	$< 0{,}001$	0.738	80	$< 0{,}001$

Cuadro 9. Síntesis de contrastación de hipótesis

Hip.	**Relación evaluada**	**Estadístico**	*p*	**Decisión**
HG	Sistema de medición – gestión productiva	$t = 1{,}645$	0,000	Se respalda Ha
H1	Marco de indicadores – gestión productiva	$\chi^2 = 22{,}835$	0.001	Se respalda Ha
H2	Investigación-acción – gestión productiva	$\chi^2 = 21{,}832$	0.039	Se respalda Ha
H3	Innovación continua – gestión productiva	$\chi^2 = 28{,}770$	0.004	Se respalda Ha
H4	Métricas de desempeño – gestión productiva	$\chi^2 = 6{,}853$	0.002	Se respalda Ha

difican su propuesta de valor. El Manual de Oslo señala que la innovación incluye productos, procesos, organización y comercialización [10]; por tanto, el clúster necesita métricas que excedan volumen, costo y ventas, incorporando calidad, flexibilidad, cooperación, aprendizaje, satisfacción del cliente, capital humano e impacto colectivo.

Desde una perspectiva aplicada, el sistema puede operar como infraestructura de coordinación. Primero, convierte objetivos generales en indicadores con fuente, meta, frecuencia y responsable. Segundo, permite comparar resultados sin revelar información empresarial sensible. Tercero, facilita identificar brechas comunes y seleccionar proyectos conjuntos, como capacitación, compras, digitalización, mantenimiento o desarrollo comercial. Cuarto, crea memoria organizacional mediante revisiones periódicas. Estas funciones son compatibles con la idea de que los clústeres aumentan productividad e innovación cuando las interacciones locales se apoyan en instituciones y mecanismos de gobernanza [9, 8].

La principal limitación reside en el diseño transversal y en el uso de respuestas perceptuales, que impiden establecer causalidad. La muestra se concentró en sectores y territorios específicos, por lo que la generalización debe ser prudente. Asimismo, las inconsistencias detectadas en la prueba general y las bajas frecuencias esperadas en las tablas de contingencia exigen una auditoría estadística previa al envío a congreso. Estudios posteriores deberían aplicar el sistema longitudinalmente, incorporar indicadores objetivos de productividad y calidad, analizar su evolución antes y después de la implementación y evaluar modelos multivariados con tamaños muestrales mayores.

6 Implicaciones prácticas y ruta de adopción

El valor del sistema no reside únicamente en producir indicadores, sino en convertirlos en una rutina de gestión colectiva. Para ello se propone iniciar con un tablero mínimo viable de entre ocho y doce métricas, seleccionadas por su relevancia, disponibilidad y capacidad para activar decisiones. Un conjunto inicial puede incluir cumplimiento del plan de producción, productividad por hora, defectos, entregas a tiempo, satisfacción del cliente, proyectos conjuntos, acciones de mejora, horas de capacitación y variación de ventas. La incorporación simultánea de demasiados indicadores aumentaría la carga de registro y reduciría la probabilidad de uso sostenido.

La primera condición de adopción es definir reglas comunes de datos. Cada ficha debe precisar qué se mide, quién registra, de dónde proviene la información, cómo se valida y qué ocurre cuando falta un dato. La comparación entre empresas debe utilizar unidades normalizadas y segmentos homogéneos, evitando interpretar como ineficiencia las diferencias explicadas por escala, mezcla de productos o tecnología. Los resultados individuales deben mantenerse reservados; el comité del clúster trabajará con datos agregados y tendencias. Este criterio protege la confianza, elemento indispensable para la cooperación empresarial.

La segunda condición es vincular cada indicador con un umbral de actuación. Una métrica sin decisión asociada se convierte en información pasiva. Por ejemplo, una disminución sostenida del cumplimiento del plan puede activar revisión de capacidad y programación; un aumento de defectos puede originar un proyecto de calidad; una baja participación en acciones conjuntas puede requerir revisar incentivos, comunicación y gobernanza. Las reuniones deben concluir con acciones, responsable, plazo, recursos y criterio de cierre. En la sesión siguiente se revisará el avance y el efecto sobre los indicadores.

La tercera condición es desarrollar capacidades analíticas. Los responsables necesitan formación en calidad de datos, interpretación de variaciones, lectura de tendencias y solución estructurada de problemas. No se requiere una plataforma compleja durante el piloto: una hoja de cálculo controlada o una herramienta de inteligencia empresarial básica puede ser suficiente. La tecnología debe incorporarse gradualmente, después de estabilizar definicio-

Cuadro 10. Ruta sugerida de adopción del sistema

Fase	Periodo	Productos principales
Preparación	Meses 1–2	Comité, objetivos, protocolo de confidencialidad y diagnóstico de datos.
Diseño	Meses 3–4	Perspectivas, fichas técnicas, línea base, metas y tablero mínimo viable.
Piloto	Meses 5–8	Registro en empresas seleccionadas, reuniones mensuales y depuración de métricas.
Escalamiento	Meses 9–12	Extensión al clúster, automatización gradual, proyectos conjuntos y evaluación anual.

nes, fuentes y responsabilidades. Automatizar un indicador mal definido solo acelera la producción de información poco útil.

La evaluación anual debe responder tres preguntas: si los indicadores siguen representando la estrategia, si la información genera decisiones y si las acciones producen resultados. Las métricas que no se utilicen deben eliminarse o redefinirse; las que hayan cumplido su propósito pueden sustituirse por otras de mayor exigencia. También se recomienda incorporar una auditoría de calidad de datos y una encuesta breve sobre utilidad percibida del tablero. De esta forma, el propio sistema de medición será objeto de evaluación y mejora.

Finalmente, el escalamiento hacia otros clústeres debe conservar el núcleo metodológico, pero no replicar mecánicamente las métricas. Sectores con procesos, mercados y riesgos distintos requerirán indicadores específicos. La transferibilidad se encuentra en el procedimiento participativo de diseño, la estructura de fichas, la gobernanza de datos y el ciclo de aprendizaje. Esta ruta permite que el sistema evolucione desde un diagnóstico inicial hacia una infraestructura estable de coordinación, innovación y competitividad colectiva.

7 Conclusiones

1. El sistema de medición del desempeño diseñado ofrece una estructura para evaluar la gestión productiva de clústeres industriales de PYME mediante perspectivas operativas, tecnológicas, comerciales, humanas y colaborativas.
2. Los resultados descriptivos mostraron niveles intermedios en ambas variables. Las fortalezas se concentraron en planificación de la producción, programación de lotes, informatización y disponibilidad de información; las principales brechas se ubicaron en alianzas, identidad de clúster, misión, mapas de procesos y orientación al cliente.
3. Los instrumentos presentaron consistencia interna aceptable ($\alpha = 0{,}763$ y $\alpha = 0{,}821$) y adecuación factorial satisfactoria (KMO = 0.745 y 0.751), lo que respalda su utilización diagnóstica en la población estudiada.
4. Los análisis exploratorios mostraron asociaciones significativas entre la gestión productiva y el marco de indicadores, la investigación-acción y las perspectivas de innovación continua. La identificación de métricas no mostró una asociación estadísticamente significativa con la gestión productiva mediante la prueba reportada.
5. Los resultados inferenciales deben interpretarse con cautela debido al diseño transversal, al carácter perceptual de los instrumentos y a las limitaciones identificadas en algunas tablas de contingencia. La principal contribución del estudio reside en el diseño del sistema y en la propuesta de una ruta gradual de adopción para clústeres industriales de PYME.

Referencias

[1] A. Neely, M. Gregory, and K. Platts, "Performance measurement system design: A literature review and research agenda," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 15, no. 4, pp. 80–116, 1995.

[2] R. S. Kaplan and D. P. Norton, "The balanced scorecard—Measures that drive performance," *Harvard Business Review*, vol. 70, no. 1, pp. 71–79, 1992.

[3] M. Hudson, A. Smart, and M. Bourne, "Theory and practice in SME performance measurement systems," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, no. 8, pp. 1096–1115, 2001.

[4] P. Garengo, S. Biazzo, and U. S. Bititci, "Performance measurement systems in SMEs: A review for a research agenda," *International Journal of Management Reviews*, vol. 7, no. 1, pp. 25–47, 2005.

[5] U. S. Bititci, A. S. Carrie, and L. McDevitt, "Integrated performance measurement systems: A development guide," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 17, no. 5, pp. 522–534, 1997.

[6] L. C. R. Carpinetti, E. V. C. Galdámez, and M. C. Gerolamo, "A measurement system for managing performance of industrial clusters: A conceptual model and research cases," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 57, no. 5, pp. 405–419, 2008.

[7] P. Coughlan and D. Coghlan, "Action research for operations management," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, no. 2, pp. 220–240, 2002.

[8] H. Schmitz, "Collective efficiency: Growth path for small-scale industry," *The Journal of Development Studies*, vol. 31, no. 4, pp. 529–566, 1995.

[9] M. E. Porter, "Clusters and the new economics of competition," *Harvard Business Review*, vol. 76, no. 6, pp. 77–90, 1998.

[10] OECD and Eurostat, *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd ed. Paris, France: OECD Publishing, 2005.

[11] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, 6.ª ed. México: McGraw-Hill, 2014.

[12] Ö. Sölvell, G. Lindqvist, and C. Ketels, *The Cluster Initiative Greenbook*. Stockholm, Sweden: Ivory Tower, 2003.