

Costos de calidad tangibles e intangibles en la industria metalúrgica: revisión sistemática con enfoque en procesos productivos

Tangible and Intangible Quality Costs in the Metallurgical Industry: A Systematic Review with a Focus on Production Processes

Yaité Pérez-Mayedo^{1*}, Yaira Velázquez-Labrada², Nestor Miguel Álvarez-Álvarez³

¹Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Barra Velha, Santa Catarina, Brasil

²Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas, Las Tunas, Cuba

³Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba

*Autor para la correspondencia: yperezmayedo@gmail.com

Resumen

El análisis de los costos de calidad permite examinar pérdidas económicas asociadas a desviaciones en los procesos productivos. Sin embargo, la literatura científica presenta limitaciones en la integración conceptual y metodológica de los costos tangibles e intangibles, especialmente en sectores industriales caracterizados por elevada complejidad técnica. El presente estudio tiene como objetivo analizar de manera sistemática la investigación publicada sobre la gestión de los costos de calidad y los métodos propuestos para su medición. Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura siguiendo el protocolo PRISMA. La búsqueda se realizó en las bases de datos Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar para el período 1998–2024. El corpus analizado estuvo conformado por 84 estudios científicos. Los resultados permitieron identificar tendencias de investigación, sectores de aplicación, enfoques conceptuales para la clasificación de los costos de calidad y procedimientos metodológicos utilizados para estimar costos intangibles. El análisis evidenció heterogeneidad metodológica y una limitada incorporación de variables asociadas al riesgo, la incertidumbre y la complejidad operativa. Estos resultados muestran vacíos persistentes en la medición de los costos intangibles y señalan la necesidad de enfoques analíticos que integren estas dimensiones en los sistemas de gestión de calidad en entornos industriales.

Palabras clave: costos de calidad, costos tangibles e intangibles, industria metalúrgica, revisión sistemática, metodología PRISMA

Abstract

Quality cost analysis allows for the examination of economic losses associated with deviations in production processes. However, the scientific literature has limitations regarding the conceptual and methodological integration of tangible and intangible costs, particularly in industrial sectors characterized by high technical complexity. The objective of this study is to systematically analyze published research on quality cost management and the methods proposed for its measurement. A systematic literature review was conducted following the PRISMA protocol. The search was performed in the Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar databases for the period 1998–2024. The analyzed corpus consisted of 84 scientific studies. The results identified research trends, application sectors, conceptual approaches for classifying quality costs, and methodological procedures used to estimate intangible costs. The analysis revealed methodological heterogeneity and limited incorporation of variables associated with risk, uncertainty, and operational complexity. These results highlight persistent gaps in the measurement of intangible costs and point to the need for analytical approaches that integrate these dimensions into quality management systems in industrial settings.

Keywords: quality costs, tangible and intangible costs, metallurgical industry, systematic review, PRISMA methodology

1. INTRODUCCIÓN

La industria metalúrgica y minero-metalúrgica se caracteriza por procesos productivos de elevada complejidad técnica, alta intensidad material y energética, y una fuerte dependencia del control preciso de parámetros físicos, químicos y operacionales. En estos entornos, las desviaciones de calidad poseen una expresión económica significativa debido a su impacto sobre el rendimiento metalúrgico, el consumo energético, la generación de reprocesos, la producción de chatarra y la estabilidad operativa de las instalaciones industriales. En consecuencia, la gestión de la calidad trasciende la simple conformidad del producto final y se vincula directamente con la eficiencia global del proceso, la seguridad tecnológica y la sostenibilidad del sistema productivo.

Las fallas de calidad pueden manifestarse en distintas etapas del proceso metalúrgico, desde la preparación de materias primas hasta las operaciones finales de conformado y acabado. Estas desviaciones generan costos visibles

asociados a reprocesamientos, desperdicio de materiales, paradas no planificadas o penalizaciones contractuales, así como costos menos evidentes vinculados con la pérdida de estabilidad operativa, la disminución de la confiabilidad del proceso y el deterioro de la reputación técnica de la organización. En este contexto, los costos de calidad constituyen una categoría analítica que integra tanto erogaciones directas registrables como pérdidas de carácter intangible, cuya identificación y cuantificación resulta compleja (Azebaze y Takoudjou, 2021; Pérez-Mayedo *et al.*, 2025).

El estudio de los costos de calidad se consolidó progresivamente dentro de la literatura de gestión y contabilidad industrial a partir de los aportes de Juran y de los desarrollos posteriores de la contabilidad de gestión, los cuales permitieron relacionar las fallas de proceso con pérdidas económicas evitables (Gorbunova *et al.*, 2017; Rogošić, 2020). Con el tiempo, este campo de investigación incorporó enfoques provenientes de la ingeniería de procesos, la gestión de operaciones y el control organizacional, lo que favoreció la integración del análisis de costos con la evaluación del desempeño productivo en sistemas industriales complejos (Mahmood y Kureshi, 2015).

En años recientes, la literatura ha ampliado su atención hacia los costos intangibles u ocultos de la calidad, asociados con factores organizacionales, humanos y operativos que no se reflejan de manera directa en los registros contables. Investigaciones desarrolladas en contextos industriales complejos han identificado pérdidas vinculadas con la rotación de personal especializado, la pérdida de conocimiento operativo, el deterioro del clima organizacional y la recurrencia de fallas no detectadas en etapas críticas del proceso (Brotons y Sansalvador, 2015; Abu *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2018). Estas dimensiones adquieren especial importancia en la industria metalúrgica, donde la estabilidad del conocimiento técnico y la confiabilidad del proceso influyen de manera directa en la calidad del producto y en la eficiencia del sistema productivo.

Diversos estudios han propuesto metodologías para abordar la estimación de estos costos mediante la integración de herramientas como el costeo basado en actividades, modelos estadísticos, enfoques multicriterio y técnicas de lógica difusa (Mastrapa y Sánchez, 2017; Glogovac *et al.*, 2019). Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten limitaciones en la comprensión integrada de los costos tangibles e intangibles en entornos industriales caracterizados por elevada complejidad técnica. Una parte significativa de la literatura continúa centrada en la medición de costos visibles asociados a fallas internas y externas, mientras que los costos ocultos relacionados con

factores organizacionales, riesgos operativos o inestabilidad del proceso reciben un tratamiento metodológico fragmentado.

Esta situación evidencia la existencia de una brecha en la literatura científica, particularmente en sectores industriales intensivos en recursos y con alta variabilidad operacional, como la industria metalúrgica. En estos contextos, la interacción entre variables técnicas, económicas y organizacionales condiciona de manera significativa el desempeño productivo y la sostenibilidad de los sistemas de gestión de calidad.

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo analizar de manera sistemática la producción científica relacionada con la gestión de los costos de calidad tangibles e intangibles, con énfasis en su aplicación en contextos industriales complejos. La contribución científica del trabajo radica en la sistematización crítica de los enfoques conceptuales y metodológicos utilizados para el análisis de los costos de calidad, así como en la identificación de vacíos persistentes en la medición de los costos intangibles y en la integración de enfoques de gestión de riesgos en sistemas industriales de elevada complejidad técnica.

2. MÉTODOS

La presente investigación se estructuró como una revisión sistemática de la literatura científica, con el propósito de analizar el estado del conocimiento sobre la gestión de los costos de calidad, tanto tangibles como intangibles, con énfasis en su aplicación en entornos industriales complejos y de alta intensidad material y energética, como los procesos metalúrgicos y minero-metalúrgicos. Para garantizar el rigor metodológico, la transparencia y la reproducibilidad del estudio, se adoptaron los lineamientos establecidos por el método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), los cuales orientaron las etapas de identificación, selección, evaluación y síntesis de la información científica.

La búsqueda bibliográfica se desarrolló entre enero y mayo de 2025 en bases de datos científicas de reconocido impacto académico, entre las que se incluyeron Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar. Se emplearon combinaciones de palabras clave en idioma inglés y español, tales como: *cost of quality, quality cost management, intangible quality costs, tangible quality costs, quality economics, gestión de costos de calidad* y *costos intangibles de la calidad*. Con el objetivo de captar estudios relevantes para el análisis de procesos industriales contemporáneos, se estableció como criterio temporal un período comprendido entre 1998 y 2024.

Para la conformación del corpus de análisis se definieron los siguientes criterios de inclusión: a) artículos publicados en revistas científicas arbitradas; b) investigaciones empíricas, teóricas o de revisión vinculadas de manera explícita con la gestión de los costos de calidad; c) disponibilidad del texto completo en idioma español o inglés; d) pertinencia temática en relación con los costos de calidad tangibles e intangibles en contextos organizacionales e industriales, con presencia de sectores productivos caracterizados por procesos técnicos complejos, tales como manufactura, industria pesada, metalurgia, minería o transformación de materiales.

De forma complementaria, se establecieron los siguientes criterios de exclusión: a) publicaciones duplicadas; b) documentos no sometidos a revisión por pares, como tesis académicas, informes técnicos o presentaciones en eventos científicos; c) estudios centrados en la calidad sin vinculación explícita con el análisis de costos; d) artículos sin acceso al texto completo.

El proceso de selección se desarrolló en tres fases consecutivas: identificación, cribado y elegibilidad. En la fase de identificación se registraron 286 artículos potencialmente relevantes (Figura 1). Posteriormente, se procedió a la eliminación de duplicados y a un primer filtrado mediante la revisión de títulos y resúmenes, lo que permitió reducir la muestra a 132 estudios. Finalmente, tras la lectura íntegra de los textos y la aplicación sistemática de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 84 artículos que conformaron el corpus final de análisis.

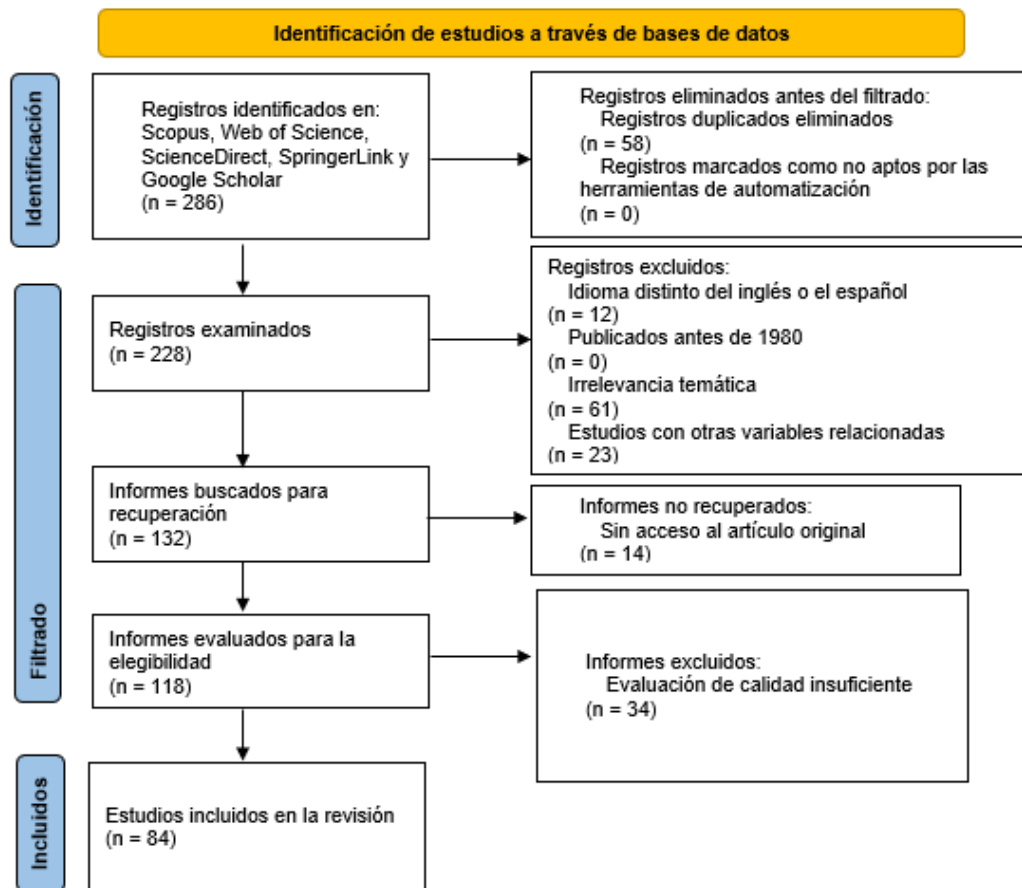


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos.

La extracción de datos se llevó a cabo mediante una matriz de análisis bibliográfico que incluyó variables como: autoría, año de publicación, país de procedencia, tipo de estudio, sector de aplicación, tipo de costos analizados (tangibles/intangibles), metodología empleada y principales hallazgos. Para el análisis cualitativo y categorización de los estudios, se utilizó un enfoque de análisis de contenido temático, lo que permitió identificar patrones, enfoques predominantes y tendencias emergentes. Además, se implementó la técnica de conglomerados jerárquicos para agrupar las publicaciones según su co-citación y similitudes temáticas. Las herramientas bibliométricas utilizadas para este análisis fueron Orange 3.26.0 y VOSviewer 1.6.16.

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos se realizó mediante un conjunto de criterios analíticos que consideraron: (a) claridad en la formulación del problema de investigación; (b) coherencia entre objetivos, diseño metodológico y resultados obtenidos; (c) consistencia de los procedimientos de medición o modelación de los costos de calidad; (d) validez de los métodos de análisis empleados; y (e) pertinencia del contexto de aplicación en relación con procesos productivos industriales. Cada estudio fue examinado de forma independiente por los autores y posteriormente

contrastado mediante discusión académica con el propósito de asegurar consistencia en la clasificación y en la interpretación de los resultados.

3. RESULTADOS

Se examinaron un total de 84 investigaciones relevantes relacionadas con la gestión de los costos de calidad. Del total de estudios analizados, el 70 % se desarrollaron en los últimos siete años, con una distribución que evidencia una mayor concentración de publicaciones en el período comprendido entre 2014 y 2018, seguido del intervalo 2018-2021, como se ilustra en la Figura 2. Esta evolución temporal pone de manifiesto un incremento sostenido del interés académico y profesional por la temática, particularmente en contextos industriales donde la eficiencia operativa, la estabilidad del proceso y la reducción de pérdidas productivas adquieren una importancia creciente, como ocurre en los sectores metalúrgico y minero-metalúrgico.

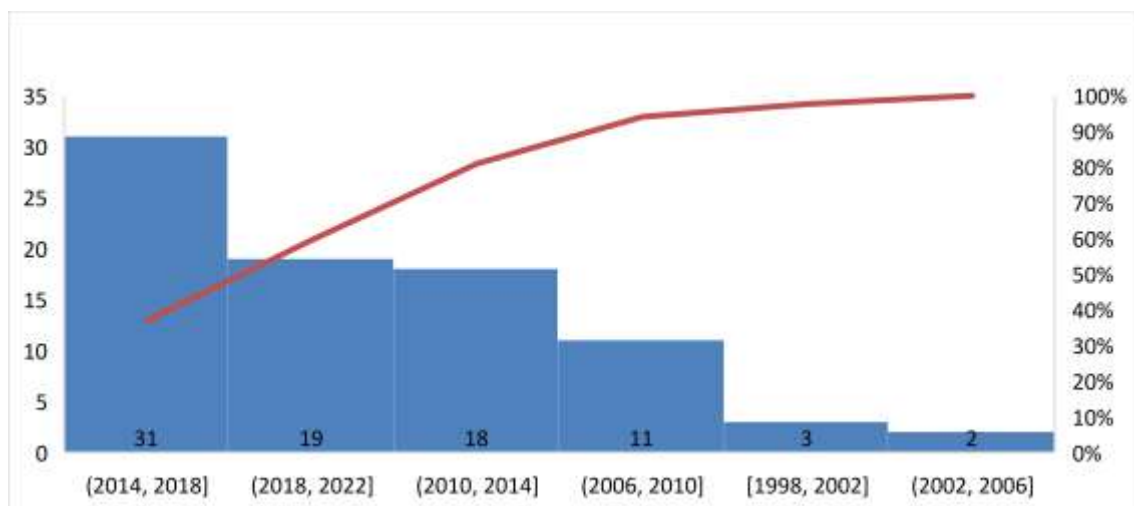


Figura 2. Diagrama de Pareto de las investigaciones analizadas por año.

En relación con los sectores de aplicación, se identificó que el área de producción concentra la mayor proporción de propuestas vinculadas con sistemas de costos de calidad. Este resultado resulta coherente con la naturaleza de los procesos industriales intensivos en recursos, donde las desviaciones de calidad se traducen en reprocesos, generación de chatarra, paradas no planificadas y pérdidas de rendimiento, fenómenos particularmente frecuentes en procesos de transformación metálica. Asimismo, el 55 % de las investigaciones revisadas corresponden a estudios desarrollados en Cuba, aunque el análisis abarcó trabajos procedentes de un total de 20 países, como se muestra en la Figura 3.

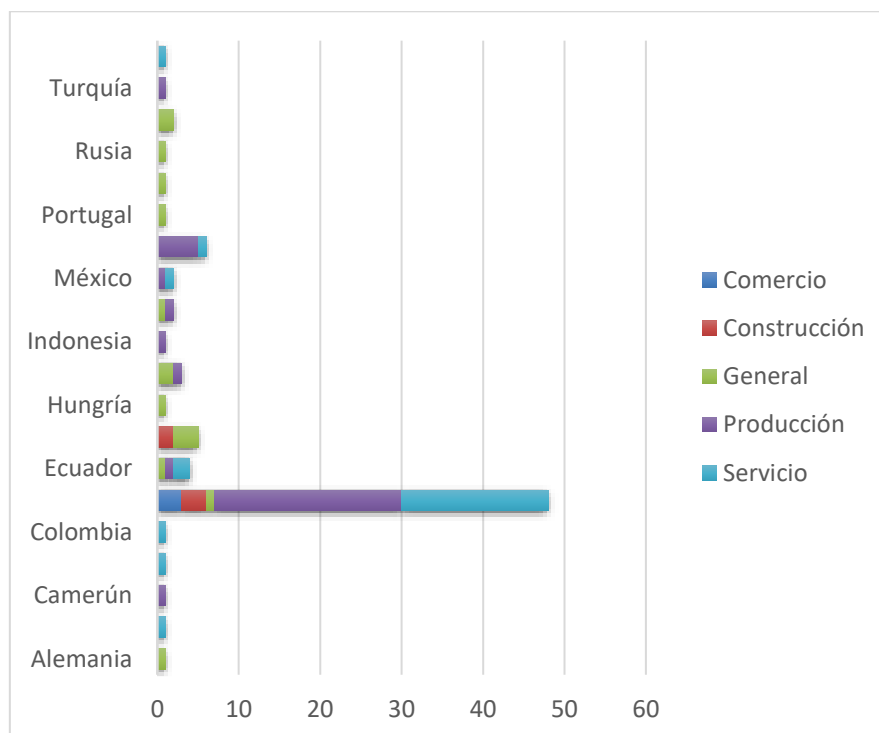


Figura 3. Número de investigaciones analizadas, por países y sectores de aplicación.

La elevada presencia de investigaciones cubanas puede explicarse por la necesidad de optimizar la eficiencia organizacional en un entorno productivo condicionado por restricciones económicas, disponibilidad limitada de recursos y una elevada dependencia de la estabilidad operativa de las plantas industriales. En este contexto, la gestión de los costos de calidad se ha configurado como una herramienta analítica para identificar ineficiencias sistémicas y apoyar decisiones orientadas a la mejora del desempeño productivo.

De manera particular, los años 2015 y 2019 concentraron el mayor número de propuestas metodológicas aplicadas a los sectores de producción y servicios dentro del ámbito cubano, como se observa en la Figura 4, lo que coincide con un período de fortalecimiento de las políticas de control y gestión de la calidad en industrias de transformación.

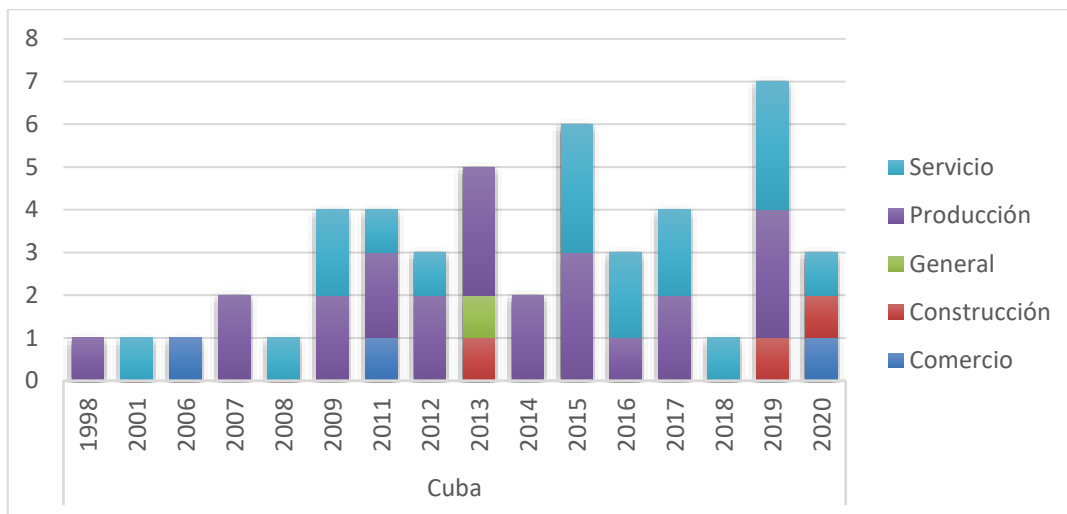


Figura 4. Cantidad de investigaciones cubanas analizadas por año y sectores de aplicación.

A partir del análisis del corpus seleccionado, los resultados de la revisión se organizaron en cuatro ejes temáticos: (1) la definición de los costos de calidad tangibles e intangibles; (2) la relevancia de su gestión para la eficiencia operativa y la competitividad industrial; (3) la caracterización de los procedimientos metodológicos empleados en el diseño e implementación de sistemas de costos de calidad; y (4) el examen de los métodos propuestos para la estimación de los costos intangibles, con énfasis en los desafíos asociados a su medición y en las soluciones abordadas por la literatura especializada.

3.1. Definición de costos de calidad tangibles e intangibles

La revisión sistemática permitió establecer una base conceptual estructurada para el análisis de los costos de calidad, ampliamente aceptada en la literatura especializada. La mayoría de los enfoques teóricos coinciden en su clasificación en cuatro categorías fundamentales: costos de prevención, costos de evaluación, costos de fallas internas y costos de fallas externas (Arana *et al.*, 2017; Agrawal, 2020). Esta clasificación ha demostrado su utilidad para identificar, agrupar y controlar los recursos económicos destinados a garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad en procesos productivos complejos.

El concepto de costos de calidad ha sido abordado desde diferentes perspectivas analíticas. Algunos autores los definen como el conjunto de recursos asociados a las actividades de planificación, aseguramiento, control y mejora de la calidad (Lavielle-Laugar, 2015; Gorbunova *et al.*, 2017). Otros enfoques los vinculan directamente con las pérdidas económicas

derivadas de productos o servicios no conformes, tales como reprocesos, reclamaciones o devoluciones (Sailaja *et al.*, 2015; Macías *et al.*, 2019), categorías que adquieren una expresión significativa en procesos metalúrgicos debido a la elevada sensibilidad de los productos a desviaciones dimensionales, composicionales o microestructurales. Una tercera línea teórica restringe su alcance a los gastos directamente imputables a las áreas o departamentos de calidad (Rehacek, 2018; Ramírez-Romero *et al.*, 2019).

La literatura distingue de manera consistente entre costos de calidad tangibles e intangibles. Los costos tangibles se caracterizan por su relativa facilidad de identificación y cuantificación, así como por su vinculación directa con las operaciones productivas y los resultados financieros. En esta categoría se incluyen los costos de prevención, tales como la capacitación del personal técnico, la estandarización de procesos y la incorporación de tecnologías de control; los costos de evaluación, asociados a inspecciones, auditorías y ensayos de calidad; y los costos de fallas internas y externas, relacionados con reprocesos, garantías, devoluciones y pérdida de clientes (Eraslan y Önal, 2021).

En contraste, los costos intangibles se definen como aquellos, cuya medición resulta compleja debido a su carácter indirecto o subjetivo. Estos costos se asocian con la pérdida de reputación técnica, la insatisfacción de los clientes, la disminución de la fidelidad, el deterioro de la imagen institucional y la reducción de oportunidades comerciales (Glogovac *et al.*, 2019; Azebaze y Takoudjou, 2021). En entornos metalúrgicos, estos efectos pueden manifestarse, además, en la pérdida de confiabilidad del proceso, la disminución de la estabilidad operativa y el incremento del riesgo tecnológico, con impactos acumulativos sobre el desempeño industrial a mediano y largo plazo.

La distinción entre costos tangibles e intangibles amplía la comprensión de los costos de calidad como una categoría multidimensional que trasciende el ámbito estrictamente contable. Mientras los costos tangibles se reflejan en registros financieros verificables, los costos intangibles representan consecuencias estructurales menos visibles, pero determinantes para la eficiencia global del sistema productivo (Mahmood y Kureshi, 2015; Brotons y Sansalvador, 2015). Ambos componentes deben integrarse en el diseño de sistemas de gestión de calidad aplicables a industrias caracterizadas por procesos técnicos complejos y alta variabilidad operacional.

En conjunto, los costos de calidad comprenden tanto las inversiones orientadas a prevenir y evaluar la conformidad de los procesos y productos, como las pérdidas asociadas a la existencia, recurrencia o riesgo de no

conformidad. Su análisis exige una aproximación conceptual que integre dimensiones económicas visibles y ocultas, con el propósito de sustentar procesos de mejora continua coherentes con las exigencias técnicas y operativas de la industria metalúrgica y minero-metalúrgica (Rosiawan *et al.*, 2019; Rogošić, 2020).

3.2. Importancia de la gestión de los costos de calidad

La gestión de los costos de calidad permite identificar, clasificar y controlar los recursos destinados a asegurar y mejorar el desempeño de los procesos productivos y de servicio (Spagnoli *et al.*, 2024). En entornos industriales caracterizados por procesos continuos, elevada intensidad material y exigencias técnicas estrictas, como los propios de la industria metalúrgica, esta gestión adquiere una dimensión operativa significativa, al incidir directamente en la estabilidad del proceso, el rendimiento productivo y el uso eficiente de los recursos.

Aunque algunos componentes de los costos de calidad pueden cuantificarse con relativa precisión, Sousa y Nunes (2019) señalan que las cifras reales suelen superar las estimaciones registradas, debido a las limitaciones inherentes a los sistemas contables tradicionales. Esta discrepancia ha impulsado el desarrollo de enfoques metodológicos orientados a captar con mayor fidelidad los costos asociados a desviaciones de calidad.

La categorización de los costos en prevención, evaluación, fallas internas y fallas externas facilita el análisis de las operaciones y favorece la adopción de decisiones correctivas y preventivas. Berni *et al.* (2018) sostienen que disponer de esta información permite anticipar impactos económicos derivados de intervenciones oportunas, lo que contribuye a mantener la conformidad de los productos con las especificaciones técnicas y a optimizar el uso de los recursos disponibles. En procesos metalúrgicos, esta clasificación resulta particularmente útil para identificar pérdidas asociadas a reprocesamientos, paradas no planificadas, generación de chatarra y desviaciones en parámetros críticos del proceso.

Diversos estudios advierten sobre la existencia de costos de carácter intangible o indirecto que no se reflejan de manera explícita en los registros contables. Azebaze y Takoudjou (2021) destacan que estos elementos ocultos pueden deteriorar progresivamente los márgenes financieros y afectar la competitividad industrial. Para su estimación, se han desarrollado métodos que incorporan indicadores indirectos, tales como la rotación del personal especializado, la pérdida de clientes, el tiempo improductivo o la inestabilidad operativa, aspectos que en plantas metalúrgicas se asocian

también con la pérdida de experiencia técnica y el incremento del riesgo tecnológico.

Autores como González-Reyes y Moreno-Pino (2017), Glogovac *et al.* (2019) y Eraslan y Önal (2021) documentaron las consecuencias económicas de la no calidad en industrias donde los errores provocan reprocesos, devoluciones o incumplimientos contractuales, e introdujeron el concepto de "fábrica oculta" para describir actividades que consumen recursos sin generar valor y que suelen pasar inadvertidas para los equipos directivos. En el ámbito metalúrgico, este concepto resulta aplicable a actividades como ajustes reiterados de proceso, controles redundantes o correcciones tardías de fallas.

El metaanálisis realizado por Mahmood y Kureshi (2015), basado en 57 estudios publicados entre 1975 y 2015, estimó que los costos no visibles de la calidad podrían situarse entre el 16,91 % y el 26,90 % de los ingresos, con una media del 21,91 %. Estos resultados evidencian la magnitud económica de los costos intangibles y ponen de relieve que su control constituye una oportunidad para mejorar el desempeño financiero, especialmente en industrias con altos costos operativos.

La sistematización y el seguimiento de los costos de calidad se han asociado con mejoras en el desempeño organizacional. Investigaciones como las de Arana *et al.* (2017) y Mastrapa y Sánchez (2017) muestran que estas prácticas contribuyen a la reducción de pérdidas, al incremento de indicadores operativos y a la creación de condiciones favorables para avanzar hacia esquemas de mejora continua, compatibles con los requerimientos de industrias técnicas complejas.

En este contexto, la gestión de los costos de calidad proporciona una visión ampliada del impacto económico de las deficiencias operativas y facilita la implementación de estrategias orientadas al uso eficiente de los recursos. Esta práctica refuerza los procesos decisionales y favorece la configuración de organizaciones industriales con mayor capacidad de adaptación frente a entornos de elevada exigencia técnica y económica.

3.3. Procedimientos para la construcción de sistemas de costos de calidad: análisis crítico

La evolución metodológica identificada en esta revisión apunta hacia modelos que integran herramientas tecnológicas, analíticas y de gestión para abordar tanto los costos visibles como aquellos que no se registran de manera explícita. La aplicación de enfoques híbridos, el análisis sectorial y la orientación preventiva configuran un panorama que favorece la consolidación

de sistemas de calidad más consistentes y adaptables a contextos industriales complejos.

Las revisiones más recientes, que abarcan estudios publicados entre 2013 y 2021, evidencian una amplia diversidad de metodologías aplicadas a la gestión de los costos de calidad. Entre ellas destacan el costeo basado en actividades (ABC), los modelos que integran costos invisibles, el uso de lógica difusa, herramientas estadísticas y enfoques orientados a la sostenibilidad.

Mahmood y Kureshi (2015) señalan que una proporción significativa de los costos de calidad escapa a las métricas tradicionales, lo que justifica la necesidad de herramientas capaces de identificar y analizar estos efectos ocultos. En esta línea, Brotons y Sansalvador (2015) proponen sistemas que incorporan variables difícilmente cuantificables mediante lógica difusa, mejorando la estimación del impacto económico de las deficiencias de calidad en procesos industriales.

Bécquer y Sánchez (2013) plantean la necesidad de estructurar los sistemas de costos en función de procesos y actividades, siguiendo los principios del costeo ABC, lo que permite una asignación más precisa de los recursos y una mejora de la eficiencia operativa (Zambrano *et al.*, 2018). Díaz-Martell y Vega (2015) confirmaron la utilidad de este enfoque en sectores con alta demanda técnica.

Otros estudios integran técnicas estadísticas con modelos de costeo. Abu *et al.* (2018) combinaron el sistema Mahalanobis-Taguchi con el costeo ABC para analizar procesos de remanufactura, logrando una mejor discriminación de variables y una reducción de costos asociados a desviaciones de calidad.

Desde una perspectiva estratégica, González-Reyes y Moreno-Pino (2017) y Sedevich-Fons (2018) destacan la vinculación entre los costos de calidad y los sistemas de gestión basados en la norma ISO 9001, lo que favorece su utilización como instrumentos para la mejora continua. Arana *et al.* (2017) evidencian que su seguimiento sistemático permite consolidar prácticas alineadas al ciclo PDCA.

Otros trabajos, como los de Rosiawan *et al.* (2019), Glogovac *et al.* (2019) y Spagnoli *et al.* (2024), desarrollan modelos que priorizan intervenciones a partir de la relación entre costos de calidad y retorno económico, lo que permite concentrar los esfuerzos en procesos con mayor potencial de impacto financiero.

Las experiencias sectoriales también muestran resultados favorables. Estudios aplicados en industrias agroalimentarias y de transformación

Asimismo, se identificó una dispersión significativa en las clasificaciones utilizadas para estructurar los costos de calidad, lo que dificulta la comparación entre estudios y la consolidación de marcos teóricos consistentes. Para mitigar esta limitación, se propone adoptar un enfoque que combine la inclusión de costos intangibles y con énfasis en la gestión de riesgos (Figura 6).

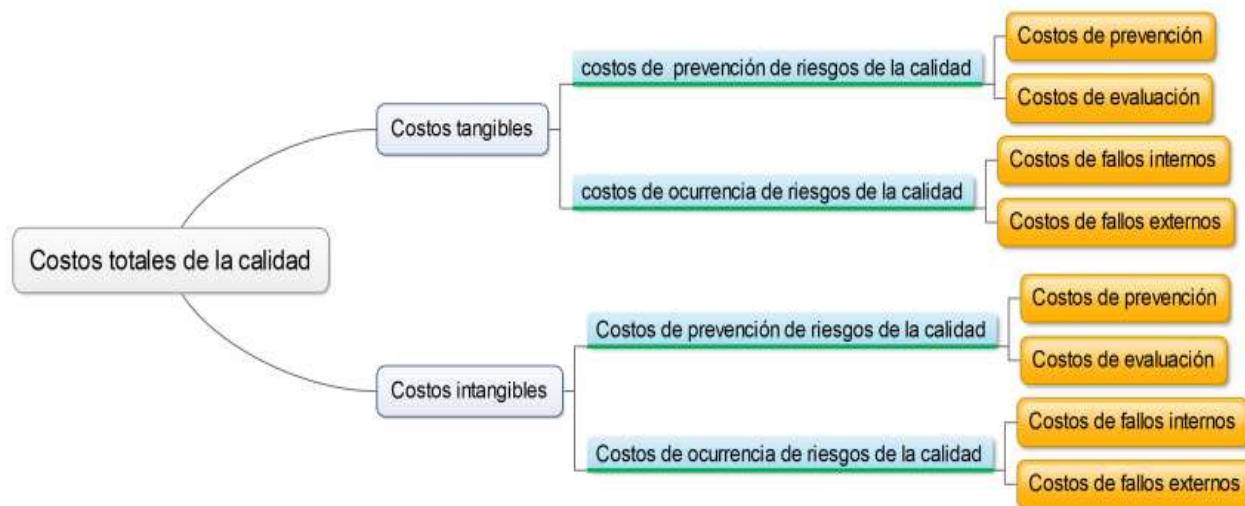


Figura 6. Mapa conceptual de los costos totales de calidad.

Para la delimitación de los subgrupos de costos de calidad se propone emplear la clasificación establecida en la Norma Específica de Contabilidad No. 12 de la Resolución No. 935/2018 del Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba, como marco de referencia para armonizar la práctica contable con las necesidades de gestión de calidad.

No obstante, la identificación de las actividades generadoras de estos costos continúa representando un desafío, debido a la ausencia de criterios uniformes en la literatura. Por ello, se sugiere que dicha identificación responda a las particularidades de cada organización, considerando sus procesos internos. Como orientación, se plantea una categorización basada en la cadena de valor, que facilita una asignación coherente de actividades a cada tipo de costo (Tabla 1).

En cuanto a la estructura metodológica de los modelos revisados, se observó una concentración en las fases de implantación y control, con menor atención a la planificación y a la mejora continua (Tabla 2). La planificación aparece en el 43 % de los casos y la mejora en el 40 %, mientras que solo el 29 % de los modelos aborda de manera completa el ciclo de gestión, lo que limita una visión integradora del proceso.

Tabla 1. Categorización de actividades generadoras de costos de calidad según la cadena de valor

Categoría de costo de calidad	Etapas de la cadena de valor	Actividades representativas
Costos de Prevención	Abastecimiento, I+D, producción, RR.HH.	<ul style="list-style-type: none"> - Formación y certificación del personal - Desarrollo de manuales de procedimientos - Evaluación de proveedores - Mantenimiento preventivo de equipos - Implementación de sistemas de gestión de calidad - Auditorías internas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de productos con enfoque en calidad
Costos de Evaluación	Producción, aseguramiento de calidad, logística	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección de materia prima <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas de laboratorio - Verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del producto terminado - Calibración de instrumentos de medición <ul style="list-style-type: none"> - Control documental - Auditorías cruzadas
Costos de Fallos Internos	Producción, gestión operativa	<ul style="list-style-type: none"> - Reprocesamiento de productos defectuosos <ul style="list-style-type: none"> - Corrección de errores administrativos - Paradas no planificadas - Desperdicio de materiales - Tiempo ocioso por fallas - Ajustes no previstos en línea de producción

Costos de Fallos Externos	Logística externa, atención al cliente, posventa	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de productos no conformes - Devolución de productos - Reposición en garantía - Indemnizaciones a clientes - Reclamos legales - Intervención técnica en sitio - Gestión de crisis reputacional - Costos de pérdida de clientes - Retrabajos post-entrega por no conformidad
---------------------------	--	--

Tabla 2. Análisis de las brechas en los procedimientos metodológicos para la construcción de sistemas de costos de calidad

Componente metodológico	Presencia en modelos	Función principal	Brecha identificada
Planificación	43 %	Establecer objetivos y alcance del sistema	Predomina enfoque reactivo; falta anticipación estratégica
Implantación	100 %	Desplegar procesos, roles y herramientas	-
Control	100 %	Monitorear desempeño y cumplimiento de estándares	Atención fragmentada a retroalimentación
Mejora continua	40 %	Ajustar procesos con base en hallazgos de control	Escasa incorporación de ciclos de retroalimentación
Ciclo PDCA completo	29 %	Integrar planificación, ejecución, verificación y acción	Baja integración de fases; visión fragmentada
Enfoque por procesos	40 %	Optimizar flujos y actividades vinculadas a la calidad	Limitada adopción de perspectivas sistémicas
Gestión de riesgos	3 %	Identificar y mitigar amenazas a la calidad	Riesgos emergentes excluidos de la mayoría de modelos

Análisis prospectivo	7 %	Proyectar escenarios futuros y su impacto en costos	Ausencia de herramientas de simulación y forecasting
Inclusión de costos intangibles	6 %	Considerar pérdidas no registradas (motivación, imagen, lealtad)	Metodologías de cuantificación insuficientes

Este panorama evidencia la existencia de vacíos teóricos y metodológicos en las propuestas vigentes. En consecuencia, se plantea la necesidad de desarrollar sistemas integrales que articulen los enfoques disponibles con una visión sistémica que incorpore la gestión de riesgos y el tratamiento de costos intangibles, de modo que los sistemas de costos de calidad respondan de manera más coherente a las condiciones de complejidad propias de los entornos industriales actuales.

3.4. Medición de los costos intangibles de calidad

El análisis de los costos de calidad no debe limitarse a magnitudes materiales o directamente registrables, debido a que esta restricción distorsiona la representación del desempeño real de los procesos. En contextos industriales, y en particular en entornos metalúrgicos con alta exigencia técnica y operativa, pueden quedar excluidas dimensiones asociadas con la insatisfacción de trabajadores y clientes, la desmotivación, las consecuencias sociales derivadas de incidentes laborales y la afectación de la imagen institucional, cuya expresión económica resulta indirecta, pero acumulativa.

Una parte importante de la literatura sobre medición de costos intangibles u ocultos de la calidad se consolida a partir de los aportes de Kotler en 1991 y, especialmente, de Albright y Roth en 1992, quienes proponen métodos orientados a su estimación, según se recoge en Sansalvador y Brotons (2017). A partir de estas contribuciones, diversos autores abordan la cuantificación de los costos intangibles desde perspectivas diferenciadas, entre los que destacan Brotons y Sansalvador (2015), Agrawal (2020) y Azebaze y Takoudjou (2021).

Estos autores coinciden en que la medición de los costos de calidad intangibles presenta dificultades metodológicas persistentes, aunque su identificación resulta necesaria debido a su influencia sobre el desempeño organizacional. Azebaze y Takoudjou (2021) plantean que estos costos

presentan un doble riesgo, debido a su magnitud económica y a su permanencia fuera de los registros contables formales, lo que limita la capacidad directiva para su gestión. En plantas industriales, esta condición se asocia con pérdidas que se expresan como ineficiencias recurrentes, inestabilidad operativa y deterioro progresivo del desempeño.

De acuerdo con la bibliografía examinada, el costo intangible más reportado se vincula con la pérdida de ingresos derivada del deterioro de la imagen de la organización como consecuencia de la insatisfacción de los clientes por productos o servicios defectuosos. Sin embargo, esta categoría no agota el espectro de costos ocultos, debido a que también se incluyen afectaciones al clima laboral, pérdidas de confianza técnica y reducción de oportunidades comerciales, factores que inciden de manera indirecta en la competitividad.

Brotons y Sansalvador (2015) señalan que solo una parte de los elementos integrados en el costo de calidad puede estimarse con grados aceptables de precisión y objetividad. En consecuencia, los valores reales del costo de calidad suelen diferir de los calculados por las organizaciones y tienden a ser superiores. Esta apreciación coincide con Mahmood y Kureshi (2015), quienes advierten que, pese a la magnitud potencial de los costos intangibles, la evidencia aplicada disponible continúa siendo limitada, lo que reduce la transferencia de resultados hacia sectores industriales de alta complejidad técnica.

A partir de la revisión bibliométrica específica del tema, se identificó que los principales acercamientos metodológicos se agrupan en tres líneas: la evaluación cualitativa, el empleo de modelos matemáticos probabilísticos, tales como la función de pérdida de Taguchi o la expansión de la serie de Taylor, y el uso de la lógica difusa. La Figura 7 presenta los tres clústeres derivados del análisis de coocurrencias de palabras clave, mediante el método de aglomeración por fuerza de relación, utilizando VOSviewer 1.6.16.

El primer grupo tendencial, representado en verde en el gráfico, se sustenta en el análisis cualitativo de carácter exploratorio, principalmente mediante estudios de caso orientados a identificar la naturaleza y composición de los costos ocultos en las organizaciones. Este enfoque parte del reconocimiento de las disfunciones que los generan, con el propósito de estructurar modelos de control de gestión dirigidos a su reducción. De forma complementaria, en este grupo se emplean con frecuencia métodos basados en el criterio de expertos, diagramas de causa-efecto y técnicas de decisión multicriterio, entre las que destacan el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y la Técnica para el Orden de Preferencias por Similitud con Soluciones Ideales (TOPSIS). Entre las investigaciones representativas de esta línea se encuentran las

desarrolladas por Sailaja *et al.* (2015), Agrawal (2020) y Azebaze y Takoudjou (2021).

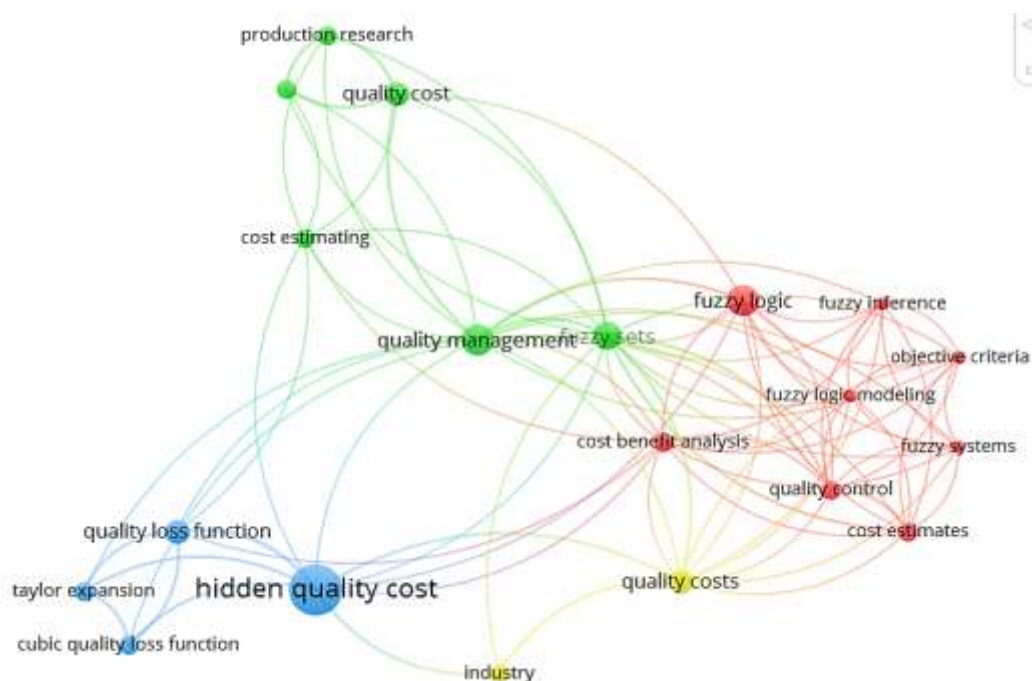


Figura 7. Conglomerados de concurrencia de palabras clave en investigaciones sobre costos intangibles de calidad.

El segundo grupo tendencial, identificado en azul, agrupa investigaciones que combinan modelos matemáticos probabilísticos con herramientas propias de la ingeniería de la calidad para evaluar la pérdida asociada a desviaciones respecto a valores objetivo. En este conjunto predominan los enfoques derivados de la función de pérdida de Genichi Taguchi (1979), sus extensiones y los modelos basados en la expansión de la serie de Taylor. Zhang *et al.* (2014) proponen un controlador para una función de pérdida asimétrica, mientras que Chiang *et al.* (2015) desarrollan una estrategia de optimización para distribuciones normales sesgadas, aplicable a la mejora de la calidad a partir del comportamiento simétrico o asimétrico de las características evaluadas. Feng y Kapur (2006) abordan funciones de pérdida cuadrática asimétrica y funciones lineales asimétricas a trozos para determinar la media óptima del proceso y los límites de especificación.

En esta misma línea, Lazović y Mijatović (2012) consideran escenarios con múltiples características de calidad significativamente correlacionadas, proponiendo una modificación de la función de pérdida cuadrática para respuestas trivariadas con regiones factibles exactas. Por su parte, Li *et al.* (2018) amplían la función de pérdida mediante la expansión de Taylor

hasta el tercer orden, utilizando funciones cúbicas y cuadráticas para analizar la pérdida de calidad y los costos ocultos asociados. En el contexto cubano, destacan los aportes de González-Reyes y Moreno-Pino (2017) y León-Leal (2018), quienes aplican la función de pérdida de Taguchi para la cuantificación de costos intangibles en una organización del sector de distribución de medicamentos.

El tercer grupo tendencial, representado en rojo, se caracteriza por la utilización de la lógica difusa y del concepto de posibilidad para abordar la imprecisión y la subjetividad inherentes a los procesos de cuantificación de los costos intangibles de calidad. Estos enfoques se orientan a incorporar información cualitativa y juicios de expertos en la estimación de pérdidas asociadas a desviaciones de calidad, mediante modelos que permiten representar la incertidumbre presente en los procesos organizacionales. En esta línea, Brotons y Sansalvador (2015) integran la parrilla de madurez de la gestión de la calidad de Crosby con técnicas de regresión posibilista, lo que permite ponderar con mayor precisión las etapas de desarrollo del sistema de calidad y estimar los costos asociados mediante números difusos. Las estimaciones obtenidas y sus proyecciones a corto plazo facilitan el seguimiento de la situación organizacional y apoyan la definición de acciones correctivas coherentes con las tendencias observadas.

En trabajos posteriores, Sansalvador y Brotons (2017) desarrollan un modelo para la cuantificación de los costos ocultos de la calidad basado en la agregación de información subjetiva mediante el promedio ponderado ordenado (OWA, siglas en inglés), con el objetivo de mejorar el tratamiento de la incertidumbre y la consistencia de los resultados, ponderando las opiniones de los expertos según su nivel de confianza y la posición de la organización en la parrilla de madurez de la gestión de la calidad de Crosby.

El análisis de estas propuestas evidencia limitaciones recurrentes. En primer lugar, la exploración cualitativa, basada en disfuncionalidades y su frecuencia estimada mediante criterio de expertos, aporta insumos para diseñar medidas de control, aunque presenta debilidades para asignar valores monetarios comparables y para determinar su contribución a los costos totales de calidad. En segundo lugar, la teoría de la función de pérdida de Taguchi asume que las pérdidas se generan ante cualquier desviación respecto al valor objetivo, bajo el supuesto de simetría de la pérdida, premisa que no se verifica en numerosos procesos de ingeniería, lo que conduce a derivaciones matemáticas de mayor complejidad. Además, este enfoque privilegia la pérdida asociada a satisfacción del cliente y a reputación, con limitaciones en el tratamiento de otros costos intangibles vinculados con la calidad. En tercer lugar, la lógica difusa basada en posibilidad incorpora incertidumbre, aunque

no diferencia la indeterminación propia de la evaluación humana ni la coexistencia de verdades relativas y absolutas en el análisis de juicios.

Ante estas limitaciones, la incorporación de la lógica neutrosófica, conforme a lo propuesto por Pérez-Mayedo *et al.* (2025), se configura como una alternativa metodológica que amplía el alcance de la medición de los costos intangibles de calidad. Su aproximación permite integrar de manera explícita la incertidumbre, la indeterminación y la inconsistencia presentes en los juicios humanos, lo que favorece un análisis más ajustado de los fenómenos asociados a la calidad al considerar de forma simultánea los componentes de verdad, falsedad e indeterminación.

Desde esta perspectiva, la lógica neutrosófica contribuye a fortalecer la capacidad analítica de las organizaciones para jerarquizar riesgos intangibles, identificar pérdidas no visibles y sostener procesos de mejora continua en escenarios caracterizados por elevada complejidad e incertidumbre. La evidencia empírica derivada de su aplicación en una planta siderúrgica muestra que es posible traducir riesgos de naturaleza cualitativa, como la desconfianza en la relación con proveedores o las deficiencias en los flujos de comunicación, en variables cuantificables con utilidad directa para la gestión de los costos intangibles de calidad en entornos industriales complejos.

4. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente revisión sistemática permiten situar el análisis de los costos de calidad dentro de un campo de investigación que ha experimentado una expansión significativa durante las últimas décadas. La literatura reciente muestra un creciente interés por comprender el impacto económico de la calidad en contextos organizacionales caracterizados por elevados niveles de complejidad operativa y por la interacción entre variables técnicas, organizacionales y estratégicas. En este sentido, la revisión realizada por Psomas *et al.* (2022) evidencia que los estudios contemporáneos sobre costos de calidad han evolucionado desde aproximaciones predominantemente contables hacia enfoques que integran dimensiones operativas, culturales y de desempeño organizacional. Esta ampliación conceptual refuerza la idea de que los costos de calidad no deben interpretarse únicamente como registros financieros asociados a actividades de control, sino como un sistema analítico capaz de reflejar la eficiencia global de los procesos productivos.

Desde esta perspectiva, los resultados identificados en la presente investigación coinciden con el planteamiento de Walston *et al.* (2025), quienes señalan que el análisis de los costos de calidad debe considerar simultáneamente tres dimensiones interrelacionadas: los costos directos

asociados a la gestión de la calidad, los costos derivados de la no calidad y los costos ocultos que permanecen fuera de los sistemas contables tradicionales. Estos autores argumentan que la subestimación de los costos ocultos constituye una de las principales limitaciones en la evaluación económica de los sistemas de calidad, ya que una proporción significativa de las pérdidas organizacionales se manifiesta a través de efectos indirectos relacionados con la pérdida de eficiencia operativa, el deterioro de la satisfacción del cliente o la reducción de oportunidades comerciales. En este sentido, la evidencia analizada en el presente estudio confirma que los costos intangibles continúan recibiendo una atención metodológica limitada en comparación con los costos tangibles registrados en los sistemas contables.

La literatura reciente también pone de relieve la importancia estratégica de los costos de calidad para explicar el desempeño organizacional. Investigaciones empíricas como la desarrollada por Alrjoub *et al.* (2023) demuestran que los costos de calidad pueden actuar como un mecanismo mediador entre los sistemas de contabilidad de gestión y el desempeño financiero de las organizaciones. Este hallazgo sugiere que la gestión sistemática de los costos de calidad no solo permite identificar pérdidas operativas, sino que también contribuye a fortalecer la capacidad de las organizaciones para mejorar su eficiencia económica y su competitividad. Resultados similares se observan en estudios sectoriales que analizan la relación entre cultura organizacional y costos de calidad. Spagnoli *et al.* (2024), por ejemplo, identifican una asociación positiva entre la madurez de la cultura de seguridad alimentaria y la reducción de los costos derivados de fallas de calidad, lo que indica que las prácticas organizacionales y los sistemas de gestión influyen directamente en la magnitud de los costos asociados a la calidad.

Otro aspecto relevante identificado en la literatura reciente se relaciona con la evolución metodológica de los modelos de análisis de costos de calidad. Tradicionalmente, los enfoques se centraban en clasificaciones contables basadas en los costos de prevención, evaluación y fallas. Sin embargo, estudios recientes proponen integrar herramientas analíticas más sofisticadas para mejorar la capacidad explicativa de estos modelos. En este sentido, Jagtap y Mahajan (2024) plantean el uso de modelos de simulación para analizar el impacto de los costos de calidad en procesos de toma de decisiones complejos, como la selección de contratistas en proyectos de asociación público-privada. Este tipo de aproximaciones permite evaluar escenarios alternativos y estimar, de forma más precisa, las consecuencias económicas de las decisiones relacionadas con la calidad.

Asimismo, el avance de las tecnologías digitales y de los sistemas de producción inteligentes ha generado nuevas oportunidades para el análisis de los costos de calidad. Reis *et al.* (2025) destacan que la incorporación de herramientas asociadas a la Industria 4.0 permite mejorar las estrategias de inspección y optimizar la gestión de los costos de calidad mediante el uso de datos en tiempo real y modelos analíticos avanzados. Estas transformaciones tecnológicas abren nuevas posibilidades para integrar el análisis de los costos de calidad con sistemas de monitoreo digital, análisis predictivo y optimización de procesos industriales, lo cual resulta particularmente pertinente para sectores caracterizados por procesos productivos complejos, como la industria metalúrgica.

Por otra parte, diversos estudios empíricos han analizado la efectividad de modelos de gestión de costos de calidad orientados a la prevención. Indra *et al.* (2025), a partir de evidencia empírica obtenida en el sector manufacturero de Indonesia, muestran que los sistemas de gestión que priorizan las actividades de prevención tienden a reducir de manera significativa los costos derivados de fallas internas y externas. Estos resultados refuerzan el principio ampliamente reconocido en la literatura de la calidad según el cual las inversiones en prevención generan beneficios económicos al disminuir las pérdidas asociadas a errores en los procesos productivos.

No obstante, pese a los avances metodológicos y conceptuales identificados en la literatura reciente, persisten importantes desafíos para la medición integral de los costos de calidad. Entre ellos se destacan las dificultades para cuantificar los costos intangibles y para integrar variables relacionadas con el comportamiento organizacional, la gestión del conocimiento y la incertidumbre inherente a los procesos industriales. En este sentido, Gavriluc y Georgescu (2023) señalan que, aunque la literatura sobre costos de calidad ha experimentado un crecimiento sostenido, una parte significativa de los estudios continúa centrada en los costos visibles asociados a fallas de calidad, mientras que los costos ocultos y las dimensiones organizacionales de la calidad reciben una atención metodológica más limitada. Esta situación restringe la capacidad de los sistemas de gestión para reflejar el impacto real de las deficiencias operativas.

El análisis comparado de la literatura reciente y de los resultados obtenidos en esta revisión indica que el estudio de los costos de calidad avanza hacia enfoques más integrales que incorporan dimensiones económicas, tecnológicas y organizacionales en el análisis del desempeño productivo. Esta evolución conceptual refuerza la necesidad de desarrollar marcos analíticos capaces de integrar los costos tangibles e intangibles dentro de sistemas de gestión orientados a la mejora continua y a la sostenibilidad del desempeño

industrial. En el caso específico de la industria metalúrgica, caracterizada por elevados niveles de complejidad técnica y operativa, la incorporación de estos enfoques puede contribuir a fortalecer la capacidad de las organizaciones para identificar pérdidas ocultas, optimizar el uso de los recursos y mejorar la eficiencia global de los procesos productivos.

5. CONCLUSIONES

- La revisión sistemática realizada confirma que la gestión de los costos de calidad, tanto tangibles como intangibles, adquiere una relevancia particular en contextos industriales caracterizados por procesos productivos complejos, alta intensidad material y elevados requerimientos técnicos, como ocurre en la industria metalúrgica y minero-metalúrgica. La literatura analizada evidencia un incremento sostenido del interés académico por el estudio de estos costos, asociado a la necesidad de comprender su impacto sobre la eficiencia operativa, el desempeño económico y la estabilidad de los procesos productivos.
- El análisis de los procedimientos metodológicos utilizados para la construcción de sistemas de costos de calidad revela una notable heterogeneidad conceptual y operativa. Esta dispersión limita la comparabilidad entre estudios y dificulta la consolidación de marcos analíticos integrados. La escasa incorporación de costos intangibles y de variables vinculadas al riesgo constituye una limitación recurrente en los modelos existentes, particularmente en entornos industriales donde la variabilidad del proceso y la confiabilidad operativa condicionan el desempeño global.
- La literatura examinada muestra que los métodos cualitativos, los modelos probabilísticos y los enfoques basados en lógica difusa aportan herramientas útiles para aproximarse a la medición de los costos intangibles de calidad. No obstante, estas aproximaciones presentan restricciones para representar de manera integral la incertidumbre y la indeterminación presentes en los procesos de evaluación organizacional. En este contexto, la lógica neutrosófica amplía el marco analítico disponible al permitir la integración simultánea de componentes de verdad, falsedad e indeterminación en el análisis de los costos intangibles. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar sistemas integrales de gestión de los costos de calidad que articulen dimensiones económicas visibles y ocultas, enfoques preventivos y herramientas analíticas capaces de abordar la complejidad de los procesos industriales contemporáneos.

- A partir de los vacíos identificados en la literatura, futuras investigaciones podrían orientarse hacia el desarrollo de modelos integrados que combinen análisis contable, gestión de riesgos y herramientas avanzadas de modelación para la estimación de costos intangibles. Resulta particularmente pertinente explorar la aplicación de técnicas de inteligencia artificial, análisis predictivo y lógica neutrosófica para mejorar la capacidad de los sistemas de gestión de calidad en la identificación temprana de pérdidas ocultas y en la optimización de decisiones en entornos industriales de elevada complejidad.

REFERENCIAS

- Abu, M. Y.; Mohd-Nor, E. E. and Abd-Rahman, M. S. (2018). Costing improvement of remanufacturing crankshaft by integrating Mahalanobis-Taguchi System and Activity based Costing. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 342012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012006>
- Agrawal, N. (2020). A framework for Crosby's quality principles using ISM and MICMAC approaches. *The TQM Journal*, 32(2), 305-330. <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2019-0085>
- Alrjoub, A. M. S., Bataineh, A., Al-Qudah, L. A. M., Al-Othman, L. N., Alkarabsheh, F., and Aburish, K. E. (2023). The impact of quality costs as a mediator in the relationship between management accounting systems and financial performance: the case of Jordan. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, 8(4), 30. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1462>
- Arana, L. M. M., Cecenarro, D. V. U., y Lizaraburu, W. C. (2017). Estrategia y Costo de Calidad en un Sistema de Gestión de Calidad basado en ISO 9001. *Conocimiento para el desarrollo*, 8(2). <https://7ic4x7j.short.gy/my-link>
- Azebaze, F. and Takoudjou, A. (2021). Maîtrise des coûts cachés et efficacité dans les entreprises du secteur industriel. *Revue Internationale des Sciences de Gestion*, 4(1), 788-806. <https://www.revue-isg.com/index.php/home/article/view/530>
- Bécquer, M. M., y Sánchez, A. (2013). Sistema de costos de calidad basado en procesos y actividades. *Retos De La Dirección*, 2(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/174>
- Berni, L. R.; Zambrano N. R. y Chávez A. M. (2018). Procedimiento para determinar los costos de calidad por fallas en procesos empresariales. *Revista Espacios*, 39(42), 28-39. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n42/a18v39n42p28.pdf>

- Brotons, J. M. and Sansalvador, M. E. (2015). A fuzzy quality cost estimation method. *Fuzzy Sets and Systems*, 266, 157-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fss.2014.12.014>.
- Climent, S. (2005). Clasificación de los costes de calidad en la gestión de la calidad total. *Partida Doble*, (171), 88-97. <https://www.uv.es/~scliment/investigacion/2004/asepuc-clasificacion.pdf>
- Chiang, J. Y., Tsai, T. R., Lio, Y. L., Lu, W., and Shi, D. (2015). An integrated approach for the optimization of tolerance design and quality cost. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.003>
- Díaz-Martell, M. y Vega, W. (2015). Metodología para el Sistema de Costos de Calidad en Redes Eléctricas utilizando las Técnicas del Costeo ABC. *Gestión Joven Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA)*, (14), 121-128. <https://7ic4x7j.short.gy/RM2vsW>
- Eraslan, S. and Önal, S. (2021). Quality Costs and application in a Manufacturing Enterprise. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi-International Journal of Society Researches*, 17(35), 1626-1643. <https://doi.org/10.26466/opus.824779>
- Feng, Q., and Kapur, K. C. (2006). Economic development of specifications for 100% inspection based on asymmetric quality loss functions. *IIE Transactions*, 38(8), 659-669. <https://doi.org/10.1080/07408170600692226>
- Gavriliuc, I. D., and Georgescu, I. E. (2023). A review of the literature on the costs of quality. *Annales universitatis apulensis: series oeconomica*, 25(1), 65-79. <https://doi.org/10.29302/oeconomica.2023.25.1.5>
- Glogovac, M.; Filipovic, J.; Zivkovic, N. and Jeremic, V. (2019). A Model for Prioritization of Improvement Opportunities Based on Quality Costs in the Process Interdependency Context. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 30(3), 278-293. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.3.14657>
- González-Reyes, L. L. y Moreno-Pino, M. (2017). Gestión de los costos de la calidad en la Droguería de Holguín. *Correo Científico Médico*, 21(4), 955-967. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812017000400002&script=sci_arttext&tlng=en
- Gorbunova, A. V.; Maximova O. N. and Ekova V. A. (2017). Developing methods of controlling quality costs. *SHS Web of Conferences*, 35. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20173501019>
- Indra, I., Yudoko, G., and Mulyono, N. B. (2025). Empirical validation of prevention-focused quality cost management: evidence from Indonesia manufacturing. *Cogent Business & Management*, 12(1), 2543515. <https://doi.org/10.1080/23311975.2025.2543515>

- Jagtap, M., and Mahajan, D. (2024). A novel cost of quality simulation to better select bidders in public private partnerships projects. *Project Leadership and Society*, 5, 100116. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100116>
- Lavielle-Laugart, S. (2015). El registro y control de los costos de calidad. Un análisis alternativo, en la fabricación de un producto exportable. *Anuario Facultad De Ciencias Económicas y Empresariales*, 5, 149–159. <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view>
- Lazović, R., and Mijatović, I. (2012). Modified quadratic loss function for a trivariate response with the exact feasible region for parameters. *Journal of manufacturing systems*, 31(2), 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.01.001>
- León-Leal, R. de los Á. (2018). Los costos de calidad intangibles: Su importancia en la actividad empresarial. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/10/costos-calidad-intangibles.html>
- Li, S.; Liu, X.; Wang, Y. and Wang, X. (2018). Hidden quality cost function of a product based on the cubic approximation of the Taylor expansion. *International Journal of Production Research*, 56(14), 4762-4780. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1465607>
- Macías, N. P., Avilés, B. G., Urquiza, Y. R., y Yoanni, S. P. (2019). Procedimiento para implementación del sistema de costos de la calidad en empresa cárnica cubana. *ECA Sinergia*, 10(3), 48-62. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i3.1606
- Mahmood, S. and Kureshi, N. I. (2015). A literature review of the quantification of hidden cost of poor quality in the historical perspective. *Journal of Quality and Technology Management*, XI(I), 01–24. <https://prdb.pk/article/a-literature-review-of-the-quantification-of-hidden-cost-of-7109>
- Pérez-Mayedo, Y., Labrada, Y. V., Álvarez, N. M. A., Molina, L. R. P., Vázquez, M. L., and GT, S. D. (2025). Estimation of intangible quality costs using neutrosophic AHP-TOPSIS. *Neutrosophic Sets and Systems*, 84, 37-50. https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol84/iss1/4
- Mastrapa, B. y Sánchez, A. (2017). Sistema integrado de costos de calidad y medio ambiente para la gestión y la sostenibilidad empresarial. *Retos de la Dirección*, 11(1), 21-37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552017000100003&script=sci_arttext&tlng=en
- Psomas, E., Dimitrantzou, C., and Vouzas, F. (2022). Practical implications of cost of quality: a systematic literature review. *International Journal of*

- Productivity and Performance Management*, 71(8), 3581-3605. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0524>
- Ramírez-Romero, E.; Gorina-Sánchez, A. y Alonso-Berenguer, I. (2019). Gestión de costos de calidad en la producción de jugos cítricos concentrados en la Empresa Agroindustrial América Libre. *AFCEE*, X, 38-54. <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view/4960>
- Rehacek, P. (2018). Costs of quality or quality costs. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(2), 8-13. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2018.02.002>
- Reis, A. M., Dall-Orsoletta, A., Nunes, E., Costa, L., and Sousa, S. (2025). Quality costs and Industry 4.0: inspection strategy modelling and reviewing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 136(9), 3883-3897. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-13184-9>
- Rosiawan, M.; Laksono-Singgih, M. and Widodo, E. (2019). Model of quality costs and economic benefits of a business process of manufacturing companies. *Cogent Engineering*, 6(1), 1678228, <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1678228>
- Rogošić, A. (2020). Quality Costing as a compass in quality management. *Poslovna Izvrsnost Zagreb*, XIV(1), 11-26. <https://doi.org/10.22598/pibe/2020.14.1.11>
- Sailaja, A.; Basak, P. C. and Viswanadhan, K. G. (2015). Costs of Quality: Exploratory Analysis of Hidden Elements and Prioritization using Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Supply and Operations Management*, 1(4), 489-506. <https://ijspom.org.bsne.ch/index-action=articleInfo&article=2338.html>
- Sansalvador, M. E. and Brotons, J. M. (2017). The application of OWAs in expertise processes: the development of a model for the quantification of hidden quality costs. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 51(3), 1-18. [https://ecocyb.ase.ro/nr2017_3/05%20-%20M.%20E.%20Sansalvador_%20Jose%20M.%20Brotons%20\(T\)\(N\).pdf](https://ecocyb.ase.ro/nr2017_3/05%20-%20M.%20E.%20Sansalvador_%20Jose%20M.%20Brotons%20(T)(N).pdf)
- Sedevich-Fons, L. (2018). Linking strategic management accounting and quality management systems. *Business Process Management Journal*, 24(6), 1302-1320. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2018-0038>.

- Sousa, S. and Nunes, E. (2019). Integrating quality costs and real time data to define quality control. *Procedia Manufacturing*, 38, 1600–1607. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.125>
- Spagnoli, P., Defalchidu, L., Vlerick, P., and Jacxsens, L. (2024). The relationship between food safety culture maturity and cost of quality: an empirical pilot study in the food industry. *Foods*, 13(4), 571. <https://doi.org/10.3390/foods13040571>
- Walston, J. D., Badar, M. A., Kluse, C. J., and Rostom, R. (2025). A review analysis of cost of quality, cost of poor quality, and hidden quality cost. *The Journal of Technology Studies*, 50(1), 1-13. <https://doi.org/10.21061/jts.435>
- Taguchi, G. (1979). *Introduction to off-line quality control*. Central Japan Quality Control Association
- Zambrano, M. I., Véliz, V. F., Armada, E. y López, M. (2018). Los costos de calidad: su relación con el sistema de costeo ABC. *Cofín Habana*, 12(2), 179-189.
- Zhang, J., Li, W., Wang, K. y Jin, R. (2014). Process Adjustment with an Asymmetric Quality Loss Function. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(1), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.10.001>.

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran no mantener vínculos personales ni comerciales que puedan dar lugar a conflictos de intereses.

Contribución de los autores

YPM: Conceptualización, investigación, metodología, redacción del original y análisis formal.
YVL: conceptualización, investigación y metodología, revisión y edición del original. NMAA: metodología, revisión y edición del original. Todos revisaron y aprobaron la versión final.

ORCID

YPM, <https://orcid.org/0000-0002-1979-2947>
YVL, <https://orcid.org/0000-0002-2843-3057>
NMAA, <https://orcid.org/0000-0002-2225-9182>

Recibido:02/02/2026

Aceptado:07/03/2026