



Indicadores claves de desempeño en gestión de proyectos de cooperación internacional de fuentes renovables de energía

Key Performance Indicators in the management of international cooperation projects for Renewable Energy Sources

Mirel Alvarez Espinosa^{1,*}, Miriam Lourdes Filgueiras Sainz de Rosas^{II}, Jesús Suárez Hernández^{III}

^IUnión Eléctrica (UNE), La Habana, Cuba

^{II}Universidad Tecnológica de La Habana, “José Antonio Echeverría” (CUJAE), La Habana, Cuba

^{III} Estación Experimental Indio Hatuey(Universidad de Matanzas), Matanzas, Cuba

*Autor de la correspondencia: mirel@oc.une.cu

Recibido: 26 de abril de 2026

Aprobado: 30 de agosto de 2026

Este documento posee una [licenciaCreativeCommonsReconocimiento-NoComercial4.0internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



RESUMEN/ABSTRACT

La cooperación internacional en fuentes renovables de energía es clave para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la transición energética en Cuba, pero su gestión enfrenta desafíos en medición de resultados, riesgos y sostenibilidad. El objetivo de este estudio es desarrollar un marco integral de indicadores claves de desempeño aplicable a proyectos de cooperación internacional en comunidades energéticas, que evalúe de forma comparativa y multidimensional su efectividad técnica, económica, social, ambiental e institucional. Se aplicó el proceso analítico jerárquico con 6 expertos para ponderar 37 indicadores en siete dimensiones estratégicas. Los resultados muestran que planificación estratégica, financiamiento y sostenibilidad económica, y fortalecimiento institucional obtuvieron la mayor ponderación, con un ratio de consistencia de 0.0194 que confirmó la robustez de los juicios de expertos. El análisis de priorización global identificó la alternativa más relevante por dimensión. Los indicadores propuestos constituyen una herramienta fiable para priorizar inversiones en el sector energético cubano.

Palabras clave: cooperación internacional; fuentes renovables de energía; gestión de proyectos; indicadores claves de desempeño; proceso analítico jerárquico.

International cooperation in renewable energy sources is key to the Sustainable Development Goals and the energy transition in Cuba, but its management faces challenges in measuring results, risks, and sustainability. The objective of this study is to develop a comprehensive framework of key performance indicators applicable to international cooperation projects in energy communities, evaluating in a comparative and multidimensional way their technical, economic, social, environmental, and institutional effectiveness. The analytic hierarchy process was applied with 6 experts to weight 37 indicators across seven strategic dimensions. The results show that strategic planning, financing and economic sustainability, and institutional strengthening obtained the highest weighting, with a consistency ratio of 0.0194 that confirmed the robustness of the expert judgments. The global prioritization analysis identified the most relevant alternative per dimension. The proposed indicators constitute a reliable tool for prioritizing investments in the Cuban energy sector.

Key words: international cooperation; renewable energies sources; project management; key performance indicators; analytic hierarchy process.

INTRODUCCIÓN

La cooperación internacional en energías renovables constituye un eje estratégico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la transición energética. Sin embargo, la gestión de estos proyectos enfrenta desafíos relacionados con la medición de resultados, la evaluación de riesgos y la sostenibilidad. En este contexto, los indicadores clave de desempeño (ICD) se convierten en herramientas esenciales para garantizar transparencia, eficiencia y pertinencia [1-2].

Cómo citar este artículo:

Mirel Alvarez Espinosa y otros. Indicadores claves de desempeño en gestión de proyectos de cooperación internacional de fuentes renovables de energía. Ingeniería Energética. Vol. 47(2026): publicación continua. ISSN 1815-5901.

Sitio de la revista: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/index>

Los ICD permiten evaluar el desempeño de proyectos desde múltiples dimensiones: técnica, económica, social y ambiental. En comunidades energéticas, se ha demostrado que no deben limitarse a la producción de energía, sino incluir aspectos de gobernanza, participación ciudadana y resiliencia [1]. Ahmed y otros [2], aportan un marco integral que clasifica los ICD en cuatro grandes categorías: energía y medio ambiente, economía, sociedad y gobernanza. Este enfoque es particularmente relevante para proyectos de cooperación internacional, donde los indicadores deben ser comparables y adaptables a distintos contextos regulatorios. La literatura muestra que las métricas energéticas y económicas han sido las más empleadas para evaluar comunidades energéticas, centrándose en dimensionamiento, optimización y valoración territorial [2]. Sin embargo, otros estudios han ampliado el análisis hacia los ICD ambientales y sociales, considerando participación ciudadana, conciencia social y pobreza energética. Asimismo, los ICD se han aplicado para evaluar la interacción entre soluciones tecnológicas renovables y la red eléctrica, incluyendo flexibilidad y programas de respuesta a la demanda [1].

El estudio de Bosone y otros [3], evidenció la escasez de investigaciones sobre la perspectiva de las partes interesadas y el diseño institucional en comunidades energéticas, en contraste con la abundancia de estudios técnicos. Giannuzzo y otros [2], ofrecen un aporte exhaustivo al categorizar 25 ICD en cuatro dominios clave —energético, económico, social y ambiental— aplicables a las fases de planificación, gestión, monitoreo e implementación. No obstante, la literatura aún carece de una revisión sistemática que organice los ICD según las fases del ciclo de proyectos de comunidades energéticas renovables y que contemple su aplicabilidad a distintos actores, incluyendo responsables políticos, miembros de la comunidad, proveedores de servicios y organismos internacionales [3-5].

En este sentido, Álvarez y otros [6], definen un modelo de cooperación internacional para el desarrollo de fuentes renovables en Cuba, estructurado en siete dimensiones que inciden en los subprocesos de un proyecto. Este modelo refuerza la necesidad de avanzar hacia marcos de medición más integrales que incluyan riesgos, resiliencia y aceptación social, además de los aspectos técnicos y financieros. A continuación, en la tabla 1, se definen las brechas que existen en la gestión de proyectos por la carencia de ICD agrupadas en las dimensiones de la cooperación internacional definidas por Álvarez y otros [6].

Tabla 1. Brechas de ICD en proyectos de cooperación internacional

Dimensión/ Criterio	Limitaciones identificadas [1, 2, 6]
1-Planificación estratégica	No se mide la coherencia entre proyectos internacionales y prioridades nacionales; falta de estandarización en ICDs; definiciones poco comparables entre proyectos; escasa integración de modelos de gestión óptima con almacenamiento reversible.
2-Articulación de actores	Ausencia de métricas sobre participación comunitaria y calidad de alianzas público-privadas; ciudadanía energética y rol social poco evaluados; indicadores sociales y económicos insuficientes; gobernanza participativa y confianza social poco consideradas.
3-Innovación y transferencia tecnológica	Los indicadores basados en patentes no reflejan adaptación local ni desarrollo de capacidades; diseño óptimo de sistemas en edificios multifamiliares insuficientemente evaluado; mejoras en autoconsumo mediante cogeneración y PV poco medidas; transferencia tecnológica y resiliencia técnica no capturadas.
4-Formación y capacitación	Calidad de la formación y efecto de campañas de sensibilización no evaluados de manera uniforme; aceptación social y educación energética comunitaria insuficientemente medidas.
5-Financiamiento y sostenibilidad económica (incluye impacto ambiental)	Falta de métricas para mecanismos financieros innovadores; evaluación económica de sistemas domésticos limitada; evolución de modelos de negocio bajo regulaciones nacionales poco medida; riesgos de mercado y equidad financiera no integrados; indicadores ambientales para comunidades pequeñas poco desarrollados; beneficios ambientales y sociales en casos residenciales insuficientemente evaluados; evaluación integral de impactos en comunidades urbanas limitada; externalidades y efectos indirectos poco considerados.
6-Fortalecimiento institucional	Resiliencia institucional frente a crisis no considerada; capacidad técnica, gobernanza de proyectos efectiva y capacidad de adaptación institucional insuficientemente evaluadas; marcos regulatorios y políticas poco desarrollados.
7-Monitoreo y evaluación	Frecuencia y calidad de revisiones periódicas insuficientes; indicadores de desempeño poco robustos; herramientas de modelado limitadas; métodos de pronóstico y gestión de datos locales insuficientes; falta de indicadores integrales que combinen métricas técnicas, sociales y ambientales.

El siguiente estudio tiene como objetivo desarrollar un marco integral de indicadores clave de desempeño (ICD) aplicable a la gestión de proyectos de cooperación internacional en comunidades energéticas renovables, que permita evaluar de manera comparativa y multidimensional su efectividad técnica, económica, social, ambiental e institucional, garantizando transparencia, resiliencia y sostenibilidad en la transición energética. Para lograrlo, se aplicó una metodología cualitativa estructurada en cinco pasos —búsqueda bibliográfica, categorización de ICD, revisión sistemática, selección y construcción de indicadores mediante encuestas a expertos, y aplicación del análisis multicriterio, utilizando el proceso analítico jerárquico (AHP) con seis expertos para ponderar 37 indicadores agrupados en siete dimensiones estratégicas. El resultado más relevante fue un ratio de consistencia de 0.0194, inferior al umbral de 0.10 establecido por Saaty, lo que confirma la robustez y confiabilidad del marco de indicadores propuesto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada fue de carácter cualitativo y se orientó a la búsqueda y selección de producción científica publicada en revistas indexadas sobre el tema de investigación. El proceso se estructuró en 5 pasos:

1-Búsqueda bibliográfica: se realizó una revisión exhaustiva de estudios e investigaciones relevantes sobre los ICD aplicados en comunidades energéticas renovables, utilizando las bases de datos Google Scholar en el periodo mayo-julio de 2026. Este enfoque se apoyó en metodologías integradas de revisión sistemática [7].

2-Categorización y organización de los ICD: los indicadores se clasificaron según dominio sectorial, alcance de uso y objetivos, siguiendo experiencias previas en la localización de proyectos energéticos renovables en la literatura basada en el análisis multicriterio [8-9].

3-Exploración de artículos: se llevó a cabo una revisión sistemática del estado del arte sobre métricas de rendimiento en proyectos de cooperación internacional en energías renovables, apoyándose en estudios que han aplicado el análisis multicriterio en proyectos sociales de energización [10] y en la vinculación universidad-empresa [11-12].

4-Selección y construcción de ICD: se identificaron los indicadores más utilizados en la literatura y se complementaron con nuevos ICD en dimensiones poco desarrolladas, mediante encuestas a expertos [6]. Este procedimiento se inspiró en aplicaciones recientes del análisis multicriterio [10-11]. Se emplearon técnicas basadas en criterio de expertos para identificar los ICD más pertinentes en la medición de la gestión de la cooperación internacional, clasificarlos, preseleccionar opciones clave y distinguir entre alternativas aceptables e inaceptables.

5-Aplicación del análisis multicriterio: se definió el peso relativo de los indicadores seleccionados mediante el proceso analítico jerárquico (AHP), apoyándose en la experiencia de los autores y en metodologías aplicadas por diferentes autores [14], en priorización de datos [15], en políticas [16] y en competitividad [17].

Una característica esencial del AMC es que se apoya en el juicio del equipo decisor para establecer objetivos y criterios, asignar ponderaciones de importancia relativa y evaluar la contribución de cada opción a los criterios de desempeño. Este enfoque se sustenta en la teoría de Saaty sobre el número óptimo de jueces en un grupo [14-15], así como en refinamientos metodológicos recientes del AHP que integran análisis estadísticos para mejorar la consistencia de los juicios [15,18]. Otro aspecto relevante es la matriz de desempeño o tabla de consecuencias, en la cual cada fila representa una opción y cada columna detalla el rendimiento de las alternativas respecto a criterios específicos, lo que permite una evaluación transparente y comparativa de las decisiones [19]. A continuación, se puede establecer el proceso sistemático y sectorizado en etapas a cumplir para desarrollar todo el estudio multicriterio delimitado en siete (7) etapas bien identificadas.

Etapas 1: Definición de los indicadores a evaluar en las siete dimensiones

Dicho proceso se centró en el establecimiento de objetivos de la investigación, así mismo como el desarrollo del método y estrategias que permitan la toma de decisiones [8]. En este estudio en específico se realizó una revisión bibliográfica identificando brechas con la carencia de indicadores que se asociaron a 5 de las 7 dimensiones siguientes: 1-Planificación estratégica, 2-Articulación de actores, 3-Innovación y transferencia tecnológica, 4-Formación y capacitación, 5-Financiamiento y sostenibilidad económica (incluye impacto ambiental y resiliencia), 6-Fortalecimiento institucional, 7-Monitoreo y evaluación [6]. Mediante el presente estudio se evidenció que los ICD que más se han desarrollado en la literatura con formulaciones matemáticas están asociados a las dimensiones 3 y 5.

En el caso de la ausencia de la mayoría de los indicadores para el resto de las 5 dimensiones se procedió a su conceptualización mediante el criterio de los autores y los conceptos de la bibliografía consultada. De los 37 indicadores identificados 25 fueron conceptualizados por los autores. Estos indicadores se recopilaron a partir de una encuesta aplicada por los autores y se muestran los resultados en la tabla 1 del Anexo. Es por ello, que se busca la identificación de criterios relevantes mediante un grupo de 6 expertos a los que se le aplicaron encuestas para la selección de los indicadores. En la tabla 1 del Anexo, se muestra la caracterización de los expertos. Como punto importante, se logró identificar y recopilar algunos de los ICD que destacan y pueden ser considerados de los más relevantes para tomar en consideración específicamente en el emplazamiento de proyectos de cooperación internacional para el desarrollo de comunidades energéticas basadas en fuentes renovables de energía, dentro del campo de la generación a baja, mediana o gran escala [8].

Etapas 2: Normalización y ponderación (Transformación de Escala Likert a Escala Saaty)

La normalización de datos permite que éstos puedan ser comparables y se encuentren en la misma escala o sistema de referencia de igual condición para su evaluación, es decir, que todos los datos partan de una misma referencia y tengan un mismo estado para poder ser contrastados, para ello se establecieron fórmulas matemáticas y se definieron las variables a partir de la literatura revisada y el criterio de los autores. Por otra parte, para el caso de los criterios, se procede a reclasificarlos en una ponderación de escala del 1 al 5 escala de Likert en función de su importancia para luego ser procesados conjuntamente con las restricciones en la función algebraica general del análisis multicriterio. [8,20].

Posteriormente, para cuantificar la importancia de cada ICD, se convirtió la escala de Likert a la escala de Saaty simplificada [8,20]. Esta metodología establece un orden jerárquico de valoración, desde "Sin importancia" hasta "Muy importante", asignando los valores 1,3,5,7 y 9. Esto permitió determinar el peso relativo de cada subcriterio identificado.

Etapas 3: Agregación de Juicios de Expertos (Media Geométrica con 6 Expertos)

Para evaluar las alternativas de los ICD se utilizaron 7 criterios basados en las dimensiones propuestas por Alvarez et al [6]. Los valores de las matrices se determinaron mediante las respuestas obtenidas de 6 expertos, considerando su nivel de importancia relativa en cada criterio, como muestra en la tabla 2 del Anexo, este enfoque permitió una ponderación asegurando que se refleje la percepción global de los expertos encuestados para lo cual se utilizó la ecuación (1), [14-15]:

$$w_j = (w_{j1} \cdot w_{j2} \cdot w_{j3} \cdot w_{j4} \cdot w_{j5} \cdot w_{j6})^{1/6} \quad (1)$$

donde: w_j son los pesos de las alternativas.

Etapas 4: Normalización del peso (Cálculo de pesos medios geométricos de las alternativas dentro de cada criterio)

Posteriormente se procedió a normalizar cada una la matriz. Este proceso consistió en calcular la suma de los valores de cada columna de la matriz y luego dividir cada valor de esa columna por la suma total de la misma. Esto permite que cada columna tenga una suma total a 1, lo que hace que los valores de la matriz sean proporcionales con respecto a la columna correspondiente. Para ello se utilizó la ecuación (2), [10]:

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \quad (2)$$

donde: a_{ij} es el valor en la matriz original en la fila i y columna j ; $\sum a_{kj} \ k=1$ es la suma de todos los valores de la columna j y w_{ij} es el valor normalizado de la matriz en la posición (i, j)

Los resultados de los pesos medios geométricos (w_{ij}) de las alternativas se muestran en la tabla 2 del Anexo.

Etapas 5: Elaboración de la matriz de comparación real de 6 expertos con cálculo de pesos por criterios

Con el propósito de determinar la importancia relativa de los siete criterios de evaluación, se utilizó la escala Saaty modificada (1, 3, 5, 7, 9), siguiendo el procedimiento estándar de comparaciones pareadas. Cada uno de los 6 expertos emitió sus juicios comparando todos los pares de criterios, y las evaluaciones individuales fueron sintetizadas mediante la media geométrica, conforme a la metodología propuesta por Saaty [20-21]. La matriz agregada resultante se presenta en la tabla 3 del Anexo. Luego con los datos de la tabla 2 del Anexo, se procedió a realizar el cálculo de pesos de los criterios dato que aparece en la última columna (Vector Propio, w), datos que se reflejan en la tabla 3 del Anexo.

Etapas 6: Cálculo de la consistencia por criterio (Índice de consistencia y Ratio de consistencia)

Luego de calcular el vector propio, se determinaron los pesos de las alternativas mediante el promedio de los valores normalizados de cada fila y se verificó la consistencia de estos mediante los índices de consistencia (CI) y de consistencia relativa (CR) que se calcula con la ecuación (3). Los resultados de estos índices para cada uno de los criterios identificados se tabulan en la tabla 2. El Índice de Consistencia (CI) es una medida que evalúa qué tan coherente es la matriz de comparación de pares utilizada en el análisis multicriterio. Se utiliza para verificar si las valoraciones dadas por el tomador de decisiones son razonablemente consistentes o si presentan contradicciones significativas. Se calcula restando el número de criterios (n) de $\lambda_{\max}$ y dividiendo el resultado por $n-1$, tal como se muestra en la siguiente ecuación del Índice de Consistencia (CI) [10], [14-15]. Por otro lado, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (IC) debería depender de $\lambda_{\max}$, el valor propio Máximo de la matriz que se calcula mediante la ecuación (5), [14-15].

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

donde: n es el número de criterios analizados.

Luego se elabora la matriz del cálculo del Vector Aw (Multiplicación Matriz Original $\times$ Vector de Pesos). El vector Aw se utiliza para calcular el valor propio máximo ($\lambda_{\max}$) según se muestra en las ecuaciones (4) y (5), [12]:

$$(Aw) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j \quad (4)$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (5)$$

donde: $(Aw)_i$ es el elemento i del vector Aw ; w_i es el peso del criterio i y n es el número de criterios.

En la figura 1, se muestra la construcción de la matriz para el cálculo del vector Aw [15].

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 3 & 1 & 1 & 7 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 3 \\ 1/3 & 3 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 5 \\ 1/3 & 3 & 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 5 \\ 1 & 5 & 3 & 3 & 1 & 1 & 7 \\ 1 & 5 & 3 & 3 & 1 & 1 & 7 \\ 1/7 & 1/3 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1/7 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.241 \\ 0.048 \\ 0.100 \\ 0.100 \\ 0.241 \\ 0.241 \\ 0.026 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.745 \\ 0.337 \\ 0.714 \\ 0.714 \\ 1.745 \\ 1.745 \\ 0.184 \end{bmatrix}$$

Fig.1. Matriz de cálculo del vector Aw

Luego se calcula el vector de consistencia (Aw/w) : vea la tabla 2.

Tabla 2. Cálculo del vector de consistencia

Criterios	Aw	w	Aw/w
C1	1.745	0.241	$1.745 / 0.241 = 7.241$
C2	0.337	0.048	$0.337 / 0.048 = 7.021$
C3	0.714	0.100	$0.714 / 0.100 = 7.140$
C4	0.714	0.100	$0.714 / 0.100 = 7.140$
C5	1.745	0.241	$1.745 / 0.241 = 7.241$
C6	1.745	0.241	$1.745 / 0.241 = 7.241$
C7	0.184	0.026	$0.184 / 0.026 = 7.077$

Para el cálculo de λ_{max} se toma $n=7$ y se obtiene un valor de $\lambda_{max}=7.157$. El Índice de Consistencia (CI) obtenido es igual a 0.0262. Finalmente, se obtiene el Índice de Consistencia Relativa (CR), el cual es una métrica que indica el grado de inconsistencia en la matriz de comparación de pares. Su propósito es determinar si las valoraciones dadas por el tomador de decisiones son lo suficientemente coherentes para ser utilizadas en el análisis. Se calcula dividiendo el CI entre un valor de referencia llamado Índice de Consistencia Aleatoria (RI), que depende del número de criterios. Si el CR es menor a 0.1, las comparaciones son consistentes [10]. Vea ecuación (6):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

donde: RI es el Índice de consistencia aleatoria, desarrollado por Thomas L. Saaty, el creador del método AHP (Proceso de Jerarquía Analítica). Este índice representa el Índice de Consistencia Aleatoria, es decir, el valor esperado del CI si los valores de la matriz de comparación por pares fueran seleccionados aleatoriamente. [10]

Para $n=7$, el Índice Aleatorio (RI) según Saaty [11-12]: vea tabla 3:

Tabla 3. RI asociado a cada orden (n)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Etapla 7: Priorización global de las alternativas y criterios

Finalmente, se calculó el peso total ponderado multiplicando los pesos relativos de cada subcriterio por las valoraciones de cada alternativa y luego sumando los resultados. Es decir, se obtuvo el producto de cada peso relativo con su respectiva valoración, y al sumar todos esos productos para cada alternativa. La ecuación para calcular el peso ponderado de cada alternativa se expresa de la siguiente manera en la ecuación (7), [10]:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (7)$$

donde: W_i es el peso total ponderado de la alternativa i ; P_j es el peso relativo del subcriterio j obtenido en la jerarquía; V_{ij} es la valoración de la alternativa i respecto al subcriterio j y m es el número total de criterios 7.

RESULTADOS y(o) DISCUSIÓN

El análisis multicriterio (AMC), mediante el proceso analítico jerárquico (AHP) de Saaty, permite estructurar decisiones complejas integrando criterios cuantitativos y cualitativos, asignando pesos relativos por comparaciones pareadas para seleccionar la alternativa más adecuada según múltiples factores [12]. Los resultados del estudio revelan que el Ratio de Consistencia (CR = 0.0194) es inferior al umbral máximo aceptable de 0.10 establecido por Saaty [10]. Este resultado confirma que los juicios emitidos por los 6 expertos en las comparaciones pareadas de los siete criterios presentan un alto grado de coherencia interna, validando la confiabilidad de las ponderaciones obtenidas para la toma de decisiones en el sector energético.

El análisis de priorización global permite identificar la alternativa mejor valorada dentro de cada una de las siete dimensiones estratégicas evaluadas. En el criterio de Planificación Estratégica (C1), el Índice de Alineación con Prioridades Nacionales (APN) se posiciona como el indicador más relevante con una prioridad global de 0.1258, superando ligeramente al Índice de Viabilidad de Proyectos (VP) que alcanza 0.1152. Esta superioridad refleja que los expertos otorgan mayor importancia a la coherencia de los proyectos con las políticas energéticas nacionales que a su factibilidad intrínseca, subrayando la necesidad de que las iniciativas respondan a objetivos de política pública más amplios. La cercanía entre ambas prioridades sugiere que, aunque la alineación estratégica es primordial, la viabilidad operativa y técnica constituye un complemento indispensable para el éxito de los proyectos.

En el ámbito de la Articulación de Actores (C2), el Índice de Diversidad de Actores (DA) emerge como la mejor alternativa con 0.0142, seguido del Índice de Participación Privada en Proyectos (PPP) con 0.0131, el Índice de Coordinación Interinstitucional (ICI) con 0.0129, y el Índice de Participación de Género (PG) con 0.0079. La preeminencia de DA indica que los expertos valoran especialmente la inclusión de múltiples actores y la diversidad de perspectivas en la gestión de proyectos de cooperación internacional, lo que resulta coherente con la naturaleza multisectorial de las iniciativas energéticas. La baja ponderación de PG, aunque preocupante desde una perspectiva de equidad, refleja la percepción de que la participación de género es un aspecto aun insuficientemente desarrollado en el contexto evaluado. En el criterio de Innovación y Transferencia Tecnológica (C3), la Tasa de Adquisición Tecnológica (TAT) obtiene 0.0524, superando al Índice de Adaptación Tecnológica (AT) con 0.0476, lo que indica que la capacidad de adquirir tecnologías avanzadas es valorada por encima de la capacidad de adaptarlas a contextos locales, reflejando la dependencia tecnológica característica de muchos países en desarrollo.

En el criterio de Formación y Capacitación (C4), la Cobertura de Capacitación Técnica (CCT) y el Índice de Intercambio Externo (IIE) empatan con 0.0336 cada uno, superando al Índice de Desarrollo de Programas Educativos (PE) con 0.0328. Este resultado sugiere que los expertos consideran igualmente relevantes la formación técnica especializada y los mecanismos de intercambio de conocimientos con actores externos, por encima del desarrollo de programas educativos formales, lo que indica una preferencia por estrategias de capacitación prácticas y orientadas a resultados inmediatos. Para el criterio de Financiamiento y Sostenibilidad Económica (C5), el Índice de Facilidad de Replicabilidad (FR) lidera con 0.0210, seguido de un grupo de indicadores (MRI, LCOE, VAN, EL) con 0.0200, y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Emisiones Evitadas (EE) con 0.0193. La posición destacada de FR sugiere que la capacidad de replicar proyectos exitosos es considerada un atributo clave para la sostenibilidad a largo plazo, por encima de métricas financieras tradicionales como el VAN o la TIR, lo que refleja una visión de sostenibilidad ampliada que trasciende los aspectos puramente económicos.

En el criterio de Fortalecimiento Institucional (C6), la Tasa de Resiliencia Operativa (TRO) se posiciona como la mejor alternativa con 0.0335, seguida de la Oportunidad de Almacenamiento Energético (OAE) con 0.0321, y la Tasa de Autoproducción Eléctrica (TAE) y Tasa de Autosuficiencia (TA) con 0.0308. La preeminencia de TRO refleja la creciente importancia de la capacidad de las organizaciones para resistir y recuperarse de perturbaciones, un aspecto crítico en el contexto actual de cambio climático y crisis energéticas. La posición de OAE confirma las tendencias actuales del sector, donde el almacenamiento energético se considera un habilitador fundamental para la integración efectiva de fuentes renovables intermitentes. Finalmente, en el criterio de Monitoreo y Evaluación (C7), el Índice de Acceso a Datos Abiertos (ADA) lidera con 0.0058, seguido de la Frecuencia de Revisiones Periódicas (FRP) con 0.0056, el Índice de Transparencia (IT) con 0.0053, y la Cobertura de Indicadores de Desempeño (CID) con 0.0050.

La posición destacada de ADA sugiere que los expertos valoran especialmente la transparencia y el acceso a la información como elementos clave para la rendición de cuentas y el aprendizaje organizacional, aunque la baja ponderación general de este criterio indica que estos aspectos son considerados secundarios frente a las dimensiones estratégicas, financieras e institucionales. Por último, se determinó el peso final de los criterios y su ubicación porcentual como se muestra en la tabla 4, [15].

Tabla 4. Peso final por criterio

Criterio	Categoría	Peso final	Porcentaje (%)
C1	Planificación Estratégica	0.241	24.1
C5	Financiamiento y Sostenibilidad	0.241	24.1
C6	Fortalecimiento Institucional	0.241	24.1
C3	Innovación Tecnológica	0.100	10.0
C4	Formación y Capacitación	0.100	10.0
C2	Articulación de Actores	0.048	4.80
C7	Monitoreo y Evaluación	0.026	2.60

Los resultados revelan que los criterios de Planificación Estratégica (C1), Financiamiento y Sostenibilidad Económica (C5) y Fortalecimiento Institucional (C6) presentan la mayor ponderación, cada uno con un peso del 24.1%, lo que indica que los expertos consideran estos tres aspectos como igualmente fundamentales para el éxito de los proyectos de energías renovables. Este hallazgo resulta coherente con la literatura especializada, que destaca la importancia de la alineación estratégica con las políticas nacionales, la viabilidad financiera y la capacidad institucional como pilares para la implementación exitosa de proyectos energéticos sostenibles [2]. La equiparación de pesos entre estos tres criterios sugiere una visión integral por parte de los expertos, quienes reconocen que ningún aspecto por sí solo es suficiente y que se requiere un enfoque holístico que integre la planificación, los recursos económicos y las capacidades institucionales.

En contraste, los criterios de Monitoreo y Evaluación (C7) y Articulación de Actores (C2) obtuvieron las ponderaciones más bajas, con 2.6% y 4.8% respectivamente. Esta menor valoración podría interpretarse como una percepción de que estos aspectos, aunque necesarios, son considerados secundarios frente a las dimensiones estratégicas, financieras e institucionales. Sin embargo, esta baja ponderación también podría reflejar una subestimación de la importancia del seguimiento y la participación de los actores en el éxito a largo plazo de los proyectos. Investigaciones previas han demostrado que la falta de monitoreo adecuado y la escasa articulación entre los actores involucrados son causas recurrentes de fracaso en proyectos energéticos. Por lo tanto, aunque los expertos hayan asignado menor peso a estos criterios, se recomienda no descuidarlos en la práctica, ya que su contribución al éxito sostenido del proyecto puede ser más relevante de lo que los pesos relativos sugieren.

CONCLUSIONES

Este estudio ha desarrollado un marco de 37 indicadores clave de desempeño (ICD) estructurado en siete dimensiones estratégicas para la gestión de proyectos de cooperación internacional en fuentes renovables de energía. La aplicación del proceso analítico jerárquico (AHP) con seis expertos arrojó una ratio de consistencia de inferior al umbral establecido por Saaty. El ratio de consistencia obtenido confirma la robustez y confiabilidad metodológica del marco propuesto, reafirmando que los juicios de los expertos son altamente coherentes, lo que valida la confiabilidad de las ponderaciones obtenidas para determinar la aplicabilidad de los ICD identificados. A partir del análisis de la jerarquización de las dimensiones los resultados revelan que los criterios de Planificación Estratégica, Financiamiento y Sostenibilidad Económica, y Fortalecimiento Institucional son los pilares fundamentales para el éxito de los proyectos, reflejando la necesidad de un enfoque integral.

Además, el análisis de priorización global identificó como las alternativas (ICD) más relevantes: el Índice de Alineación con Prioridades Nacionales (APN), el Índice de Diversidad de Actores (DA), la Tasa de Adquisición Tecnológica (TAT), la Cobertura de Capacitación Técnica (CCT) y el Índice de Intercambio Externo (IIE) —estos dos últimos en empate—, el Índice de Facilidad de Replicabilidad (FR), la Tasa de Resiliencia Operativa (TRO) y el Índice de Acceso a Datos Abiertos (ADA).

El conjunto de ICD propuesto constituye una herramienta fiable para priorizar inversiones en el sector energético cubano, evaluar de forma comparativa y multidimensional la efectividad de los proyectos, y contribuir a la transparencia, resiliencia y sostenibilidad de la cooperación internacional en la transición energética. Futuras investigaciones podrían ampliar estos hallazgos combinando AHP con otras técnicas multicriterio, y su implementación práctica podría mejorar la efectividad y sostenibilidad de los proyectos energéticos, alineando inversiones con prioridades nacionales en un contexto de creciente demanda energética y urgencia climática.

REFERENCIAS

- [1] Ahmed, S., *et al.* “A Review of Renewable Energy Communities: Concepts, Scope, Progress, Challenges, and Recommendations”. *Sustainability*. 2024, vol. 16, n. 5, p. 1749. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/5/1749>
- [2] Giannuzzo, L., *et al.* “Assessment of renewable energy communities: A comprehensive review of key performance indicators”. *Energy Reports*. 2025, vol. 13, p. 6609-6630. ISSN 2352-4847. https://www.researchgate.net/publication/392381117_Assessment_of_renewable_energy_communities_A_comprehensive_review_of_key_performance_indicators
- [3] Bosone, M., *et al.* “Evaluating energy communities: A new social and economic model for implementing the ecological transition”. *Comput Sci Appl – ICCSA 2023 Workshops*. 2023, p. 259-276. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/372005206_Evaluating_Energy_Communities_A_New_Social_and_Economic_Model_for_Implementing_the_Ecological_Transition
- [4] McMaster, R., *et al.* “Assessing local capacity for community appropriate sustainable energy transitions in northern and remote indigenous communities”. *Renew Sustain Energy Rev*. 2024, vol. 191, p. 114232. ISSN 1364-0321. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v191y2024ics1364032123010900.html>
- [5] Cavana, G., *et al.* “Feasibility and evolution studies on renewable energy communities in cities”. *Renew Sustain Energy Rev*. 2025, vol. 213, p. 115477. ISSN 1364-0321. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/391351041_Feasibility_and_evolution_studies_on_renewable_energy_communities_in_cities
- [6] Alvarez, M., *et al.* “Walking Towards the Energy Transition: An Approach to an International Cooperation Management Model for the Development of Renewable Energies in Cuba”. *Sustainability*. 2026, vol. 18, n. 12, p. 6256. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/18/12/6256>
- [7] Leite, J., *et al.* “AlphaHReview: an integrated multi-criteria methodology for ranking publications in systematic literature reviews”. *Scientometrics*. 2025, vol. 130, p. 6541-6578. ISSN 1588-2861. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/397682771_AlphaHReview_an_integrated_multi-criteria_methodology_for_ranking_publications_in_systematic_literature_reviews
- [8] Salinas, C., *et al.* “Multicriteria analysis for the site selection of hydrokinetic turbines-HKT for renewable energy generation: A case study in Ecuador”. *Renew Energies*. 2025, vol. 3, n. 1, p. 1-14. ISSN 27533735. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/391497854_Multicriteria_analysis_for_the_site_selection_of_hydrokinetic_turbines-HKT_for_renewable_energy_generation_A_case_study_in_Ecuador
- [9] Sanchis, S. “Nuevo enfoque al análisis multicriterio para la integración del ferrocarril en entornos urbanos consolidados”. Trabajo Fin de Máster. Madrid: Universidad Europea de Madrid, Escuela de Arquitectura, Ingeniería, Ciencia y Computación; 2025. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12880/13958>
- [10] Paez, G. “Implementación de análisis multicriterio de decisión para evaluar alternativas de solución en proyectos sociales de energización para el Departamento de Santander”. Tesis doctoral. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB; 2025. Disponible en: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/30281>
- [11] Moya, K., *et al.* “Evaluación multicriterio enfocada en la producción agrícola del Ecuador”. *Rev Cient Int Arandu UTIC*. 2025, vol. 12, n. 2, p. 4057-4069. ISSN 2409-2401. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/394031050_Evaluacion_Multicriterio_enfocada_en_la_Produccion_Agricola_del_Ecuador
- [12] Ortiz, K., *et al.* “Análisis multicriterio de seguridad para la localización de nuevas instalaciones industriales”. *Multidiscip J Sci Discov Soc*. 2025, vol. 2, n. 5. ISSN 3091-1699. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/395821964_ANALISIS_MULTICRITERIO_DE_SEGURIDAD_PARA_LA_LOCALIZACION_DE_NUEVAS_INSTALACIONES_INDUSTRIALES
- [13] Tarqui, M., *et al.* “Identificación de áreas potenciales productivas para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) mediante análisis multicriterio uniobjetivo”. *Sapiens Stud J*. 2025, vol. 2, n. 1. ISSN 3073-1437. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/389661690_Identificacion_de_areas_potenciales_productivas_para_el_cultivo_de_quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd_mediante_analisis_multicriterio_uniobjetivo
- [14] Torres, M., *et al.* “Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico en proyectos de triple hélice: Un caso sobre innovación educativa en Colombia”. *J Technol Manag Innov*. 2024, vol. 19, n. 3, p. 1-15. ISSN 0718-2724. Disponible en: <https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/4439>
- [15] Puebla, M. “Método de priorización de datos geoespaciales con enfoque multicriterio a través del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico en entornos de ontologías espaciales”. *Neutrosophic Comput Mach Learn*. 2025, vol. 39. ISSN 2574-1101. Disponible en: <https://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/view/378>
- [16] Pérez, S. “Evaluación multicriterio de políticas públicas para el desarrollo agroalimentario de Argentina”. *Rev Am Empreendedorismo Inovação*. 2025, vol. 7, n. 1, p. 7-18. ISSN 2448-3664. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/390819688_EVALUACION_MULTICRITERIO_DE_POLITICAS_PUBLICAS_PARA_EL_DESARROLLO_AGROALIMENTARIO_DE_ARGENTINA

- [17] Briseño, A. “Análisis multicriterio para evaluar la competitividad urbana en la zona centro de la República Mexicana”. *Rev Digit Innov Desarro Tecnol.* 2021, vol. 2, n. 4. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962021000400085
- [18] Lukinskiy, V., *et al.* “Refining the analytic hierarchy process: A statistical and methodological exploration of expert judgments”. *Alexandria Eng J.* 2025, vol. 125, vol. 526-536. ISSN 2090-2670. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/354305526_An_Empirical_Examination_of_the_Consistency_Ratio_in_the_Analytic_Hierarchy_Process_AHP
- [19] Giannuzzo, A., *et al.* “A multi-criteria approach for evaluating key performance indicators in renewable energy communities”. *Renew Sustain Energy Rev.* 2026, vol. 160. ISSN 1364-0321. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/395284925_Multi-Criteria_Indicators_for_the_Evaluation_of_Renewable_Energy_Community
- [20] Ponsiglione, A. “A Hybrid Analytic Hierarchy Process and Likert Scale Approach for the Quality Assessment of Medical Education Programs”. *Mathematics.* 2022, vol. 10, n. 9. ISSN 2227-7390. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/360170286_A_Hybrid_Analytic_Hierarchy_Process_and_Likert_Scale_Approach_for_the_Quality_Assessment_of_Medical_Education_Programs
- [21] Petrichenko, L., *et al.* “Multi-Criteria Decision Analysis Framework for Evaluating Tools Supporting Renewable Energy Communities”. *Sustainability.* 2026, vol. 18, n. 1, p. 29. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/18/1/29>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Mirel Alvarez Espinosa: <https://orcid.org/0009-0001-9001-3985>

Participó en el diseño de la investigación, análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final

Miriam Lourdes Filgueiras Sainz de Rozas: <https://orcid.org/0000-0002-5273-0975>

Participó en el análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

Jesús Suarez Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-6232-1251>

Participó en el análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

ANEXO

Tabla 1. Caracterización de los expertos

Datos de los expertos				
No.	Profesión/Cargo	Centro de trabajo	Años de experiencia	Vinculación con el tema objeto de estudio
Experto 1	Profesor titular	Universidad de Indio Hatuey	Más de 15 años	Ha dirigido proyectos de cooperación internacional
Experto 2	Especialista en inversiones	Unión Eléctrica	Más de 10 años	Ha sido miembro del equipo técnico en proyectos de cooperación internacional de fuentes renovables de energía
Experto 3	Especialista en fuentes renovables de energía	Ministerio de Energía y Minas	Más de 15 años	Ha dirigido proyectos de cooperación internacional
Experto 4	Profesor titular	Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría	Más de 15 años	Ha sido miembro del equipo técnico en proyectos de cooperación internacional de fuentes renovables de energía
Experto 5	Investigador titular	Centro de Desarrollo Local y Comunitario	Más de 10 años	Ha dirigido proyectos de cooperación internacional
Experto 6	Profesor titular	Universidad de Sancti Spíritus	Más de 15 años	Ha dirigido proyectos de cooperación internacional

Tabla 2. Cálculo de la media geométrica de los juicios de expertos para las alternativas evaluadas

Criterio	Alternativa (ICD)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Media Geométrica
C1: Planificación estratégica	Índice de Alineación con Prioridades Nacionales (APN)	9	9	7	7	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
	Índice de Viabilidad de Proyectos (VP)	7	9	5	9	7	9	$(7 \times 9 \times 5 \times 9 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.524$
C2: Articulación de actores	Índice de Coordinación Interinstitucional (ICI)	7	9	5	7	7	7	$(7 \times 9 \times 5 \times 7 \times 7 \times 7)^{1/6} = 6.854$
	Índice de participación Privada en Proyectos (PPP)	7	7	7	7	7	7	$(7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7)^{1/6} = 7.000$
	Índice de Participación de Género (IPG)	5	7	1	5	5	9	$(5 \times 7 \times 1 \times 5 \times 5 \times 9)^{1/6} = 4.218$
	Índice de Diversidad de Actores (IDA)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
C3: Innovación y transferencia tecnológica	Tasa de Adquisición Tecnológica (TAT)	9	9	5	7	9	7	$(9 \times 9 \times 5 \times 7 \times 9 \times 7)^{1/6} = 7.546$
	Índice de Adaptación Tecnológica (IAT)	7	9	7	5	7	7	$(7 \times 9 \times 7 \times 5 \times 7 \times 7)^{1/6} = 6.854$
C4: Formación y capacitación	Cobertura de Capacitación Técnica (CCT)	7	9	7	7	7	7	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7)^{1/6} = 7.333$
	Índice de Intercambio Externo (IIE)	7	9	7	7	7	7	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7)^{1/6} = 7.333$
	Índice de Desarrollo de Programas Educativos (PE)	7	9	7	5	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 5 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.162$
C5: Financiamiento y sostenibilidad económica	Índice de Movilización de Recursos Internacionales (MRI)	9	9	7	7	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
	Costo Nivelado de Energía (LCOE)	9	9	7	7	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
	Índice de Sostenibilidad Financiera (ISF)	7	9	3	7	7	9	$(7 \times 9 \times 3 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 6.520$
	Valor Actual Neto (VAN)	9	7	9	7	9	9	$(9 \times 7 \times 9 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
	Tasa Interna de Retorno (TIR)	9	7	9	7	9	7	$(9 \times 7 \times 9 \times 7 \times 9 \times 7)^{1/6} = 7.924$

Cont. Tabla 2

	Período de Recuperación de la Inversión (PRI)	7	9	9	7	7	7	$(7 \times 9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7)^{1/6} = 7.524$
	Índice de incentivos económicos (IE)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Emisiones evitadas (EE)	9	9	7	7	9	7	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 7)^{1/6} = 7.924$
	Índice de uso del suelo (US)	5	7	5	7	5	7	$(5 \times 7 \times 5 \times 7 \times 5 \times 7)^{1/6} = 5.893$
	Índice de representación local (RL)	5	9	7	7	5	9	$(5 \times 9 \times 7 \times 7 \times 5 \times 9)^{1/6} = 6.742$
	Índice de satisfacción ciudadana (SC)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Índice de empleo local (EL)	9	9	7	7	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
	Índice de Facilidad de Replicabilidad (FR)	9	9	7	9	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 9 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.612$
C6: Fortalecimiento institucional	Tasa de Resiliencia Operativa (TRO)	9	9	7	9	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 9 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.612$
	Índice de Adaptación Organizacional (AO)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Índice de Gobernanza Efectiva (GE)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Factor del Empresario (FE)	5	9	3	7	9	9	$(5 \times 9 \times 3 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 6.548$
	Tasa de autoproducción eléctrica (TAE)	9	9	5	7	9	9	$(9 \times 9 \times 5 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 7.924$
	Tasa de Autosuficiencia (TA)	9	9	5	7	9	9	$(9 \times 9 \times 5 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 7.924$
	Tasa de autoconsumo (TAC)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Oportunidad de Almacenamiento Energético (OAE)	9	9	7	7	9	9	$(9 \times 9 \times 7 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 8.218$
C7: Monitoreo y evaluación	Cobertura de Indicadores de Desempeño (CID)	7	9	3	7	7	9	$(7 \times 9 \times 3 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 6.520$
	Frecuencia de Revisiones Periódicas (FRP)	7	7	7	7	7	9	$(7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.256$
	Índice de Transparencia (IT)	9	7	3	7	9	9	$(9 \times 7 \times 3 \times 7 \times 9 \times 9)^{1/6} = 6.898$
	Índice de Acceso a Datos Abiertos (ODA)	7	9	7	7	7	9	$(7 \times 9 \times 7 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 7.547$
	Índice de gestión local de datos (GLD)	7	9	1	7	7	9	$(7 \times 9 \times 1 \times 7 \times 7 \times 9)^{1/6} = 5.497$

Tabla 3. Normalización de la matriz pareada de criterios para calcular el vector propio (w)

Matriz de Comparación pareada de criterios							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	5	3	3	1	1	7
C2	1/5	1	1/3	1/3	1/5	1/5	3
C3	1/3	3	1	1	1/3	1/3	5
C4	1/3	3	1	1	1/3	1/3	5
C5	1	5	3	3	1	1	7
C6	1	5	3	3	1	1	7
C7	1/7	1/3	1/5	1/5	1/7	1/7	1
Suma	4.048	22.333	11.533	11.533	4.048	4.048	35.000

Cont. Tabla 3

Normalización de la matriz								
C1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Promedio(w)
C1	$1/4.048=0.247$	$5/22.333=0.224$	$3/11.533=0.260$	$3/11.533=0.260$	$1/4.048=0.247$	$1/4.048=0.247$	$7/35=0.200$	0.241
C2	$0.2/4.048=0.049$	$1/22.333=0.045$	$0.333/11.533=0.029$	$0.333/11.533=0.029$	$0.2/4.048=0.049$	$0.2/4.048=0.049$	$3/35=0.086$	0.048
C3	$0.333/4.048=0.082$	$3/22.333=0.134$	$1/11.533=0.087$	$1/11.533=0.087$	$0.333/4.048=0.082$	$0.333/4.048=0.082$	$5/35=0.143$	0.100
C4	$0.333/4.048=0.082$	$3/22.333=0.134$	$1/11.533=0.087$	$1/11.533=0.087$	$0.333/4.048=0.082$	$0.333/4.048=0.082$	$5/35=0.143$	0.100
C5	$1/4.048=0.247$	$5/22.333=0.224$	$3/11.533=0.260$	$3/11.533=0.260$	$1/4.048=0.247$	$1/4.048=0.247$	$7/35=0.200$	0.241
C6	$1/4.048=0.247$	$5/22.333=0.224$	$3/11.533=0.260$	$3/11.533=0.260$	$1/4.048=0.247$	$1/4.048=0.247$	$7/35=0.200$	0.241
C7	$0.143/4.048=0.035$	$0.333/22.333=0.015$	$0.2/11.533=0.017$	$0.2/11.533=0.017$	$0.143/4.048=0.035$	$0.143/4.048=0.035$	$1/35=0.029$	0.026