Measuring Sustainability in Educational Infrastructure Projects under the Community-Executed Projects (PEC) Methodology

Ángel Fernando Pérez Maradiaga[1], Sharon Yaneth Raudales Vallejo[1], Jorge Raúl Maradiaga Chirinos[1], María Fernanda Martínez-Valladares[2,3]

[1]Universidad Virtual, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

[2]Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

[3]Facultad de Responsabilidad Social, Universidad Anáhuac, México

Abstract: Sustainability has become a fundamental principle in project management due to the need to ensure that public investments generate long-term social, environmental, economic, and institutional value. However, educational infrastructure projects implemented through community participation mechanisms still lack practical tools for systematically assessing their sustainability performance and maturity level. This study aimed to design a maturity assessment tool to measure sustainability in educational infrastructure projects implemented under the Community-Executed Projects (PEC) methodology, using the PROMINE Program and the Cerro Grande Zone 2 Educational Center project in Honduras as a case study. A qualitative research approach with an exploratory scope and a case study design was adopted. Data were collected through documentary review, institutional context analysis, co-creation workshops, and expert consultation. These techniques enabled the identification and structuring of the dimensions, criteria, indicators, and maturity levels that comprise the proposed tool. As a result, a maturity assessment tool was developed based on four dimensions: social, environmental, economic, and institutional. These dimensions provide a comprehensive approach to assessing sustainability beyond the traditional project management indicators of scope, time, and cost. The proposed tool incorporates criteria related to community participation, environmental management, economic sustainability, institutional strengthening, governance, and continuous improvement. Validation through expert judgment and the Corrected Content Validity Coefficient (CVCc) yielded an overall value of 0.87, demonstrating the coherence, relevance, and applicability of the proposed structure. Overall, the proposed tool provides a methodological framework to support the systematic assessment of sustainability, strengthen decision-making, and promote continuous improvement in educational infrastructure projects implemented through community-based approaches. Furthermore, it provides a foundation for future pilot applications and empirical validation in projects developed under the PEC methodology and in similar educational infrastructure programs.

Keywords: Sustainability, Project Management, Maturity Assessment Tool, Educational Infrastructure, Community Participation.

Medición de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa bajo metodología PEC (Programas ejecutados por comunidad)

Ángel Fernando Pérez Maradiaga[1], Sharon Yaneth Raudales Vallejo[1], Jorge Raúl Maradiaga Chirinos[1], María Fernanda Martínez-Valladares[2,3]

[1]Universidad Virtual, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

[2]Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

[3]Facultad de Responsabilidad Social, Universidad Anáhuac, México

Resumen: *La sostenibilidad se ha consolidado como un principio fundamental en la gestión de proyectos debido a la necesidad de garantizar que las inversiones públicas generen valor social, ambiental, económico e institucional a largo plazo. Sin embargo, los proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante mecanismos de participación comunitaria aún carecen de herramientas prácticas que permitan evaluar sistemáticamente su nivel de sostenibilidad y madurez. Esta investigación tuvo como objetivo diseñar una herramienta de madurez para medir la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa desarrollados bajo la metodología de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC), tomando como caso de estudio el Programa PROMINE y el proyecto del Centro Educativo Cerro Grande Zona 2, en Honduras. Se adoptó un enfoque cualitativo, con alcance exploratorio y diseño de estudio de caso. La información se obtuvo mediante revisión documental, análisis del contexto institucional, talleres de cocreación y consulta a expertos. Estas técnicas permitieron identificar y estructurar las dimensiones, criterios, indicadores y niveles de madurez que conforman la herramienta propuesta. Como resultado, se diseñó una herramienta integrada por cuatro dimensiones: social, ambiental, económica e institucional, las cuales permiten evaluar la sostenibilidad desde una perspectiva más amplia que los indicadores tradicionales de alcance, tiempo y costo. La propuesta incorpora criterios relacionados con participación comunitaria, gestión ambiental, sostenibilidad económica, fortalecimiento institucional, gobernanza y mejora continua. La validación mediante juicio de expertos y el análisis del Coeficiente de Validez de Contenido Corregido (CVCc) alcanzaron un valor global de 0.87, evidenciando la coherencia, pertinencia y aplicabilidad de la herramienta. En conjunto, la propuesta constituye un marco metodológico para apoyar la evaluación sistemática de la sostenibilidad, fortalecer la toma de decisiones y orientar procesos de mejora continua en proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante esquemas de participación comunitaria, además de servir como base para futuras aplicaciones piloto y validaciones en contextos similares.*

Palabras clave: *Sostenibilidad, Gestión de Proyectos, Herramienta de Madurez, Infraestructura Educativa, Participación Comunitaria.*

I. Introducción

La sostenibilidad ha evolucionado desde un concepto asociado principalmente a la protección ambiental hasta convertirse en un principio transversal para la planificación, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo. Actualmente, organismos internacionales como las Naciones Unidas, el Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos promueven la incorporación de criterios de sostenibilidad durante todo el ciclo de vida de los proyectos, con el propósito de garantizar que las inversiones generen beneficios económicos, sociales, ambientales e institucionales de largo plazo [1-6].

En el ámbito de la infraestructura educativa, la sostenibilidad representa un elemento estratégico debido a que la calidad de las instalaciones escolares influye directamente en el acceso a la educación, la seguridad de los estudiantes y la permanencia de los beneficios obtenidos mediante la inversión pública. No obstante, la mayoría de los sistemas tradicionales de seguimiento continúan concentrándose en indicadores relacionados con alcance, tiempo y costo, dejando en segundo plano factores como la apropiación comunitaria, la gobernanza, el mantenimiento de la infraestructura y la resiliencia institucional [6-11].

En Honduras, esta situación adquiere mayor relevancia debido a las brechas existentes en infraestructura educativa, donde numerosos centros escolares presentan limitaciones estructurales, deficiencias en servicios básicos y vulnerabilidad frente a fenómenos naturales. Como respuesta a este contexto, diferentes organismos de cooperación internacional han impulsado proyectos orientados a mejorar las condiciones físicas de los centros educativos mediante mecanismos participativos que fortalecen el involucramiento de las comunidades beneficiarias [3-4], [11].

Entre estas iniciativas destaca el Programa PROMINE, financiado por la Cooperación Alemana y ejecutado mediante la metodología de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC) [12]. Este modelo promueve la participación comunitaria durante la planificación, ejecución y supervisión de las obras; sin embargo, actualmente no dispone de una herramienta

técnica que permita medir de forma objetiva el nivel de sostenibilidad alcanzado por los proyectos ejecutados.

Frente a esta necesidad, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar una herramienta de madurez para medir la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa ejecutados bajo la metodología PEC, definiendo dimensiones, criterios, indicadores y niveles de evaluación que permitan fortalecer los procesos de seguimiento, aprendizaje institucional y mejora continua en el contexto del Programa PROMINE.

El objetivo de esta investigación es el desarrollo de un modelo de evaluación que articula los principios de sostenibilidad con los enfoques de gestión de proyectos y las características particulares de la metodología PEC. A diferencia de los modelos generales de madurez organizacional y de los marcos internacionales de sostenibilidad, la herramienta propuesta incorpora de manera integrada dimensiones sociales, ambientales, económicas e institucionales, considerando de forma explícita la participación comunitaria, la corresponsabilidad en la gestión de los recursos, la apropiación de la infraestructura y la continuidad de los beneficios del proyecto. Asimismo, adapta principios y criterios derivados de estándares internacionales al contexto institucional y operativo de los proyectos de infraestructura educativa en Honduras.

De esta manera, la propuesta contribuye a cubrir la ausencia de un mecanismo estructurado y contextualizado para evaluar progresivamente el nivel de madurez de la sostenibilidad en proyectos ejecutados mediante esquemas de participación comunitaria, proporcionando una base para el seguimiento, la toma de decisiones y la mejora continua.

II. MARCO TEÓRICO

A. La sostenibilidad en la gestión de proyectos.

Durante las últimas dos décadas, la sostenibilidad ha sido incorporada progresivamente como un componente esencial de la gestión moderna de proyectos. Este enfoque plantea que el éxito de un proyecto no debe limitarse al cumplimiento del alcance, tiempo y costo, sino que también debe considerar el impacto social, ambiental, económico e institucional [8-9], [11], [14] generado durante todo su ciclo de vida. En consecuencia, los estándares internacionales han evolucionado hacia modelos orientados a la creación de valor sostenible para todos los grupos de interés [1], [15-16].

B. Contexto de Honduras

Honduras enfrenta importantes desafíos relacionados con la infraestructura educativa. Diversos diagnósticos nacionales evidencian que una parte significativa de los centros escolares presenta deterioro físico, limitaciones de accesibilidad, insuficiencia de servicios básicos y alta exposición a riesgos naturales. Estas condiciones afectan la calidad del proceso educativo y hacen necesaria la implementación de mecanismos que garanticen la sostenibilidad de las inversiones realizadas por el Estado y los organismos de cooperación internacional [4-5], [12].

C. Metodología de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC)

La metodología PEC constituye un modelo de gestión participativa mediante el cual las comunidades beneficiarias asumen un papel activo en la administración de los recursos destinados a proyectos de infraestructura. Este enfoque busca fortalecer la transparencia, la apropiación social, la rendición de cuentas y la corresponsabilidad comunitaria durante todas las etapas del proyecto. En Honduras, esta metodología ha sido implementada principalmente en proyectos educativos impulsados por el Programa PROMINE, favoreciendo una mayor vinculación entre las instituciones públicas y las organizaciones comunitarias [12], [17-18].

D. Sostenibilidad y modelos de madurez

Los modelos de madurez constituyen marcos de evaluación que permiten determinar el nivel de desarrollo alcanzado por una organización, proceso o proyecto mediante etapas progresivas de desempeño. Su aplicación facilita la identificación de capacidades existentes, brechas y oportunidades de mejora, proporcionando una ruta estructurada para avanzar hacia niveles superiores de gestión. En el ámbito de los proyectos, estos modelos han evolucionado desde enfoques centrados en la estandarización de procesos hasta propuestas orientadas a la alineación estratégica, la generación de valor y la sostenibilidad.

Entre los principales referentes se encuentra el Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), orientado a evaluar y mejorar la madurez de la gestión organizacional de proyectos mediante la relación entre estrategia, proyectos, programas y portafolios [19]. Su estructura permite identificar capacidades y buenas prácticas para orientar procesos de mejora organizacional; sin embargo, su unidad principal de análisis es la capacidad organizacional de gestión y no la sostenibilidad específica de proyectos de infraestructura ejecutados mediante participación comunitaria.

Por otra parte, el Project Management Maturity Model (PMMM) de Kerzner propone una evolución progresiva de las capacidades de gestión de proyectos y proporciona una base para identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora [20-22]. Aunque este enfoque resulta útil para comprender la lógica de progresión de la madurez, su orientación se concentra principalmente en la institucionalización de prácticas de gestión y no incorpora de forma específica criterios de sostenibilidad ambiental, participación comunitaria o apropiación social de la infraestructura.

Desde la perspectiva de la gestión sostenible de proyectos, enfoques como PRiSM y el estándar P5 de GPM amplían el análisis tradicional al incorporar los impactos sociales,

ambientales y económicos dentro de la gestión y toma de decisiones del proyecto. Estos enfoques representan un avance significativo al vincular la sostenibilidad con la gestión de proyectos y promover una evaluación más amplia del valor generado. Sin embargo, su propósito principal es orientar la integración de la sostenibilidad en la gestión y no establecer niveles progresivos de madurez adaptados a proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante mecanismos comunitarios. GPM presenta su enfoque precisamente como un puente entre sostenibilidad y gestión de proyectos, con énfasis en impactos ambientales, sociales y económicos [13], [6].

De manera complementaria, la International Project Management Association (IPMA) incorpora competencias relacionadas con perspectiva, personas y práctica, y ha desarrollado un marco específico de sostenibilidad que enfatiza principios como inclusión, transparencia, responsabilidad y pensamiento sistémico [12]. Este enfoque fortalece las capacidades profesionales necesarias para gestionar proyectos sostenibles, aunque su objeto principal es el desarrollo de competencias y prácticas profesionales, más que la evaluación del nivel de madurez de sostenibilidad de un proyecto comunitario específico.

Otros modelos, como el Capability Maturity Model Integration (CMMI), aportan una lógica de evolución progresiva basada en la institucionalización y mejora de procesos. Su estructura constituye un referente conceptual para comprender la madurez como un proceso gradual; no obstante, su orientación original hacia capacidades organizacionales y procesos limita su aplicación directa a la evaluación multidimensional de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa [21-22].

TABLA I
COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS ENFOQUES

Modelo	Enfoque principal	Sostenibilidad	Participación comunitaria	Aplicación directa a PEC
PMBOK	Gestión y generación de valor	Parcial	Parcial	No
PRiSM	Gestión sostenible de proyectos	Sí	Parcial	No
GPM P5	Impactos de sostenibilidad	Sí	Parcial	No
IPMA ICB	Competencias para proyectos	Parcial	Parcial	No
CMMI	Madurez de procesos	No específica	No	No
OPM3	Madurez organizacional	Parcial	No específica	No
Kerzner PMMM	Madurez en gestión de proyectos	Parcial	No	No
Herramienta propuesta	**Madurez de sostenibilidad en infraestructura educativa PEC**	**Sí**	**Sí**	**Sí**

Tabla I. Comparación de enfoques de gestión, sostenibilidad y madurez con la herramienta propuesta [10]–[16], [22].

El análisis comparativo de estos enfoques evidencia que existen marcos consolidados para la gestión de proyectos, la sostenibilidad y la evaluación de madurez; sin embargo, estos componentes suelen abordarse de manera separada o desde una perspectiva organizacional general [9], [15-16], [22- 23]. No se identificó un modelo específicamente diseñado para evaluar, mediante niveles progresivos de madurez, la sostenibilidad social, ambiental, económica e institucional de proyectos de infraestructura educativa ejecutados bajo mecanismos de participación comunitaria como la metodología PEC. Esta brecha fundamenta la necesidad de una herramienta contextualizada que combine la lógica de los modelos de madurez con criterios de sostenibilidad y con las características operativas, institucionales y comunitarias propias de los proyectos analizados.

III. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con alcance exploratorio y diseño de estudio de caso. Esta estrategia metodológica fue seleccionada debido a que el propósito de la investigación consistió en comprender las condiciones conceptuales, institucionales y comunitarias relacionadas con la sostenibilidad de proyectos de infraestructura educativa y, a partir de su integración, diseñar una herramienta de madurez contextualizada. El caso de estudio correspondió al proyecto del Centro Educativo Cerro Grande Zona 2, ejecutado en el marco del Programa PROMINE mediante la metodología de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC).

El proceso metodológico se estructuró en cuatro fases articuladas: i) revisión documental y construcción de la base conceptual; ii) análisis del contexto institucional y operativo; iii) cocreación y estructuración de la herramienta de madurez; y iv) validación de contenido mediante juicio de expertos. Se emplearon herramientas como talleres de cocreación y consulta a expertos.

En la primera fase se realizó una revisión documental sistematizada mediante una matriz de análisis. Se examinaron documentos técnicos e internacionales relacionados con sostenibilidad, gestión de proyectos, responsabilidad social y desarrollo sostenible, incluyendo estudios de prefactibilidad y factibilidad del Programa PROMINE, documentos GRI, la norma ISO 26000, normativa europea de sostenibilidad, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y referentes de gestión de proyectos. La información fue organizada según sus aportes a las dimensiones social, ambiental, económica e institucional, identificando criterios vinculados con participación de actores, gobernanza, gestión de impactos, uso eficiente de recursos, transparencia, control de riesgos y mejora continua [1], [5]–[7], [10]–[12].

En la segunda fase se analizó el contexto institucional y operativo del Programa PROMINE y de la metodología PEC. Para ello se utilizó una matriz FODA orientada a identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas con la sostenibilidad del modelo de ejecución comunitaria. Este análisis permitió contrastar los criterios obtenidos en la revisión documental con las condiciones específicas del entorno institucional y comunitario del caso de estudio.

La tercera fase correspondió al proceso de cocreación y estructuración de la herramienta. Los talleres fueron desarrollados con actores vinculados a la gestión de proyectos educativos y a la metodología PEC, utilizando una guía de preguntas de discusión grupal. Los aportes obtenidos fueron organizados y contrastados con los hallazgos documentales y contextuales. A partir de este proceso de triangulación se consolidaron las dimensiones de sostenibilidad, los criterios de evaluación, los indicadores y los niveles progresivos de madurez. La matriz metodológica de la investigación vincula expresamente la revisión documental y los talleres de cocreación con la definición de las dimensiones, criterios, indicadores y niveles de la herramienta.

En la cuarta fase, la propuesta fue sometida a validación de contenido mediante juicio de expertos. Participaron diez profesionales con experiencia en gestión de proyectos, sostenibilidad e infraestructura educativa, seleccionados mediante muestreo intencional por criterios. La valoración se realizó mediante una escala Likert de cinco niveles y se analizaron la claridad, pertinencia, coherencia conceptual y aplicabilidad de los componentes de la herramienta. Para el análisis se empleó el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC), considerando el Coeficiente de Validez de Contenido por ítem (CVCi), la Proporción de Error Individual (Pei) y el Coeficiente de Validez Corregido (CVCc) [24].

Finalmente, la integración de los resultados se realizó mediante triangulación metodológica entre los hallazgos de la revisión documental, el diagnóstico FODA, los aportes obtenidos mediante cocreación y la valoración de expertos. Esta integración permitió depurar los criterios preliminares, estructurar la herramienta y evaluar su consistencia metodológica antes de proponer futuras aplicaciones piloto en proyectos de infraestructura educativa.

La Tabla II sintetiza los principales componentes del diseño metodológico, las técnicas e instrumentos utilizados y el procedimiento de validación aplicado en la construcción de la herramienta de madurez.

TABLA II
TIPIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Elemento	Descripción
Enfoque	Cualitativo
Alcance	Exploratorio
Diseño	Estudio de caso
Caso de estudio	Centro Educativo Cerro Grande Zona 2 (PROMINE)
Técnicas	Revisión documental, cocreación y consulta de expertos
Instrumentos	Matriz documental, matriz FODA, guía de cocreación y encuesta para expertos
Muestreo	Intencional por criterios
Validación	Juicio de expertos mediante CVCi, PEi y CVCc
Resultado	Diseño y validación metodológica de una herramienta de madurez para proyectos de infraestructura educativa

Como resultado de la aplicación de la metodología descrita, fue posible identificar los principales criterios de sostenibilidad relevantes para el contexto de la infraestructura educativa hondureña, estructurar la herramienta de madurez y validar su consistencia mediante la valoración de expertos. Los hallazgos obtenidos se presentan en la siguiente sección, donde se analizan los resultados derivados de la revisión documental, los talleres de cocreación y la consulta a especialistas.

IV. RESULTADOS

A. Criterios de sostenibilidad identificados mediante la revisión documental.

La revisión documental evidenció que la mayoría de los estándares internacionales reconocen la importancia de incorporar criterios de sostenibilidad durante el ciclo de vida de los proyectos Se identificó que ninguno de los modelos analizados ofrece una herramienta específica para medir el grado de madurez de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante esquemas de participación comunitaria.

El análisis permitió consolidar cuatro dimensiones fundamentales para la herramienta propuesta:

- Dimensión social, relacionada con la participación comunitaria, inclusión, apropiación y generación de valor para los beneficiarios.
- Dimensión ambiental, enfocada en la gestión de recursos naturales, reducción de impactos ambientales y resiliencia frente al cambio climático.
- Dimensión económica, orientada a garantizar la sostenibilidad financiera y el mantenimiento de la infraestructura.

• Dimensión institucional, vinculada con la gobernanza, fortalecimiento organizacional, transparencia y continuidad de los proyectos.

Dimensión	Criterios principales	Indicadores clave
Social	• Participación comunitaria • Inclusión de actores • Equidad y acceso • Valor social generado	• Nivel de cobertura educativa • Identificación de beneficiarios • Participación en decisiones • Percepción y satisfacción
Ambiental	• Gestión ambiental • Uso eficiente de recursos • Resiliencia y mitigación • Cumplimiento normativo	• Gestión de residuos y agua • Eficiencia energética • Impacto ambiental • Cumplimiento ambiental
Económica	• Sostenibilidad financiera • Eficiencia en el uso de recursos • Mantenimiento y operación • Viabilidad económica	• Presupuesto y ejecución • Costos de operación y mantenimiento • Relación costo–beneficio • Sostenibilidad financiera
Institucional y Técnica	• Gobernanza y transparencia • Fortalecimiento institucional • Gestión y seguimiento • Capacidades técnicas	Rendición de cuentas • Control y monitoreo • Capacitación y asistencia técnica • Sostenibilidad institucional

Fig.1. Criterios de sostenibilidad identificados mediante la revisión documental.

B. Contextualización de los criterios mediante la metodología PEC

Los participantes coincidieron en que la sostenibilidad depende de factores que trascienden la construcción física de la infraestructura, destacando la importancia de la apropiación comunitaria, la participación de los beneficiarios durante todo el ciclo del proyecto y el fortalecimiento de las capacidades locales para garantizar la continuidad de los resultados [25]. Asimismo, se identificó que la participación de la comunidad constituye uno de los principales elementos diferenciadores de la metodología PEC respecto a otros modelos tradicionales de ejecución de proyectos.

ANÁLISIS FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
• Alta participación comunitaria en la ejecución de proyectos. • Existencia de cooperación internacional y apoyo técnico institucional. • Apropiación comunitaria de la infraestructura educativa. • Experiencia previa en proyectos ejecutados bajo metodología PEC. • Articulación entre actores institucionales y comunitarios.	• Interés creciente en sostenibilidad dentro de proyectos públicos. • Posibilidad de implementar herramientas de evaluación sostenible. • Integración de estándares internacionales de sostenibilidad. • Fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias. • Desarrollo de modelos de madurez aplicables al sector educativo.
DEBILIDADES	**AMENAZAS**
• Ausencia de herramientas estructuradas para medir sostenibilidad. • Limitada sistematización de indicadores sociales y ambientales. • Procesos de seguimiento centrados principalmente en aspectos físicos y financieros. • Escasa integración de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones. • Debilidades en mecanismos de evaluación post-obra.	• Cambios institucionales o políticos que afectan continuidad de proyectos. • Restricciones presupuestarias para mantenimiento de infraestructura. • Vulnerabilidad ante fenómenos climáticos y riesgos ambientales. • Dependencia de financiamiento externo y cooperación internacional. • Limitaciones técnicas en comunidades para dar continuidad sostenible.

Fig. 2. Diagnóstico estratégico del contexto de sostenibilidad del Programa PROMINE

C. Diseño de la herramienta de madurez

La integración de los hallazgos provenientes de la revisión documental, el análisis del contexto, los talleres de cocreación y la consulta a expertos permitió estructurar una herramienta de madurez orientada a evaluar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura educativa ejecutados bajo la metodología PEC.

La propuesta integra cuatro dimensiones complementarias: social, ambiental, económica e institucional. La dimensión social evalúa aspectos relacionados con la participación, organización y apropiación comunitaria; la dimensión ambiental considera la gestión de impactos, el uso eficiente de recursos y las prácticas ambientales; la dimensión económica analiza la sostenibilidad financiera, la eficiencia en el uso de los recursos y las condiciones para el mantenimiento de la infraestructura; y la dimensión institucional examina la coordinación entre actores, el fortalecimiento de capacidades, la gobernanza, el seguimiento y la continuidad de las prácticas de sostenibilidad.

Para interpretar el grado de desarrollo de las prácticas evaluadas, la herramienta establece cuatro niveles progresivos de madurez: Inicial, Básico, Intermedio y Avanzado. Esta estructura permite distinguir entre proyectos donde las prácticas sostenibles son inexistentes o incipientes y aquellos donde dichas prácticas han sido sistematizadas e integradas institucionalmente.

La evaluación mediante estos niveles permite analizar el desarrollo de las prácticas de sostenibilidad tanto por dimensión como de manera integral. La estructura de la herramienta está concebida para orientar la recopilación de información, la valoración de indicadores, la determinación del nivel de madurez y la interpretación de resultados, facilitando la identificación de fortalezas y brechas de mejora. Asimismo, su diseño flexible permite futuras adaptaciones derivadas de cambios institucionales, normativos o metodológicos.

D. Valoración de expertos

La herramienta de madurez propuesta fue sometida a un proceso de validación mediante juicio de expertos, con el propósito de analizar la pertinencia de los criterios seleccionados y la validez de contenido de los componentes que integran la propuesta. La valoración permitió examinar aspectos relacionados con la participación comunitaria, la sostenibilidad ambiental y las características metodológicas y operativas de la herramienta.

En una primera etapa, se analizó el nivel de consenso de los expertos respecto a la esencialidad de los elementos evaluados mediante la Razón de Validez de Contenido (CVR, *Content Validity Ratio*). Para ello, se consideró el número de expertos que calificaron cada criterio como esencial (Ne) y el número total de expertos participantes (N). A partir de estos valores se calculó el CVR de cada ítem y el valor global de la herramienta.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla III.

TABLA III
NIVEL DE ACEPTACIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA HERRAMIENTA MEDIANTE LA RAZÓN DE VALIDEZ DE CONTENIDO (CVR).

Ítem	Ne	N	CVR
Inclusión de actores comunitarios	9	10	0.80
Nivel de participación en decisiones	8	10	0.60
Comunicación entre actores	8	10	0.60
Transparencia del proceso	9	10	0.80
Reducción de impacto ambiental	10	10	1.00
Uso de energías renovables	8	10	0.60
Gestión de residuos	9	10	0.80
Uso eficiente del agua	10	10	1.00
Facilidad de uso	9	10	0.80
Claridad metodológica	9	10	0.80
Aplicabilidad práctica	6	10	0.20
Flexibilidad	6	10	0.20
Total CVR			**0.68**

Los resultados evidenciaron un CVR global de 0.68, lo que indica un nivel favorable de consenso entre los expertos respecto a la esencialidad de los criterios evaluados. Aunque este valor no representa unanimidad, refleja que, en términos generales, los componentes de la herramienta fueron considerados relevantes para medir la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa. Los mayores niveles de consenso se observaron en los criterios relacionados con la reducción del impacto ambiental y el uso eficiente del agua, ambos con un CVR de 1.00, lo que indica acuerdo total entre los expertos sobre su importancia. Asimismo, la inclusión de actores comunitarios, la transparencia del proceso, la gestión de residuos, la facilidad de uso y la claridad metodológica alcanzaron valores de 0.80, evidenciando un alto grado de aceptación. En contraste, la aplicabilidad práctica y la flexibilidad registraron los valores más bajos (CVR = 0.20), lo que permitió identificar estos componentes como aspectos susceptibles de revisión y fortalecimiento antes de futuras aplicaciones piloto.

De manera complementaria, a validez de contenido de la herramienta fue evaluada mediante el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC). Para ello se calcularon tres indicadores: el Coeficiente de Validez de Contenido por ítem (CVCi), que mide el grado de acuerdo de los expertos respecto a la claridad, pertinencia y coherencia de cada criterio evaluado; la Proporción de Error Individual (Pei), utilizada para estimar el error asociado a la valoración de cada ítem; y el Coeficiente de Validez de Contenido Corregido (CVCc), obtenido al ajustar el CVCi mediante la proporción de error, proporcionando una medida más robusta de la validez de contenido de la herramienta. Este procedimiento permitió evaluar la calidad de los componentes propuestos y determinar el nivel de consistencia alcanzado en la valoración de los expertos.

Los resultados se presentan en la Tabla IV.

TABLA IV
RESULTADOS DE COEFICIENTE DE VALIDEZ DE CONTENIDO

Ítem	Media	CVCi	Pei	CVCc
Inclusión de actores comunitarios	4.5	0.9	1E-10	0.9
Nivel de participación en decisiones	4.4	0.88	1E-10	0.88
Comunicación entre actores	4.4	0.88	1E-10	0.88
Transparencia del proceso	4.5	0.9	1E-10	0.9
Reducción de impacto ambiental	4.5	0.9	1E-10	0.9
Uso de energías renovables	4.2	0.84	1E-10	0.84
Gestión de residuos	4.4	0.88	1E-10	0.88
Uso eficiente del agua	4.8	0.96	1E-10	0.96
Facilidad de uso	4.1	0.82	1E-10	0.82
Claridad metodológica	4.2	0.84	1E-10	0.84
Aplicabilidad práctica	4.0	0.8	1E-10	0.8
Flexibilidad	4.0	0.8	1E-10	0.8
CVCc TOTAL:				**0.87**

Los resultados de la validación de contenido mostraron valores de CVCc entre 0.80 y 0.96, alcanzándose un CVCc total de 0.87. El indicador relacionado con el uso eficiente del agua obtuvo la valoración más alta (CVCc = 0.96), mientras que la aplicabilidad práctica y la flexibilidad registraron los valores más bajos (CVCc = 0.80). En términos generales, los resultados evidencian una valoración favorable de la claridad, pertinencia y coherencia de la herramienta propuesta, al tiempo que permiten identificar aspectos específicos que requieren fortalecimiento antes de su aplicación operativa.

En conjunto, los resultados obtenidos mediante CVR y CVC proporcionan evidencia complementaria sobre la pertinencia de los criterios y la validez de contenido de la herramienta. Mientras el CVR permitió identificar el nivel de consenso de los expertos respecto a la esencialidad de los elementos evaluados, el análisis mediante CVC permitió examinar atributos relacionados con la calidad y consistencia de su formulación. La combinación de ambos análisis permitió conservar los componentes con mayor nivel de aceptación e identificar aquellos que requieren ajustes posteriores, fortaleciendo la estructura metodológica de la propuesta.

E. Aplicabilidad de la propuesta

La herramienta de madurez propuesta posee un potencial de aplicación en los procesos de seguimiento, evaluación y mejora continua de proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante esquemas de participación comunitaria. Su estructura permite organizar la evaluación de la sostenibilidad a partir de dimensiones, criterios, indicadores y niveles progresivos de madurez, proporcionando información sistemática para identificar fortalezas, brechas y oportunidades de mejora en la gestión de los proyectos.

Desde una perspectiva institucional, la herramienta puede apoyar a las entidades responsables de la planificación,

ejecución y supervisión de proyectos en la identificación de áreas que requieren fortalecimiento. La evaluación diferenciada de las dimensiones social, ambiental, económica e institucional facilita una lectura integral del desempeño sostenible y permite orientar decisiones relacionadas con participación comunitaria, gestión ambiental, utilización de recursos, mantenimiento de la infraestructura, fortalecimiento de capacidades y coordinación entre actores.

En el caso de los organismos de cooperación y entidades financiadoras, la herramienta puede proporcionar una estructura común para analizar la incorporación de criterios de sostenibilidad en proyectos ejecutados mediante modelos comunitarios. Su aplicación futura podría facilitar la identificación de brechas recurrentes, la priorización de acciones de fortalecimiento y la generación de información para orientar decisiones de inversión, asistencia técnica y desarrollo de capacidades.

La propuesta fue concebida con un enfoque flexible y adaptable, de manera que sus componentes puedan ser ajustados ante cambios institucionales, normativos o metodológicos. No obstante, su alcance actual corresponde al diseño, estructuración y validación metodológica de la herramienta; por tanto, la implementación operativa y la evaluación de su desempeño en proyectos reales constituyen etapas posteriores necesarias para analizar su utilidad práctica, sensibilidad y capacidad de comparación entre diferentes contextos de aplicación.

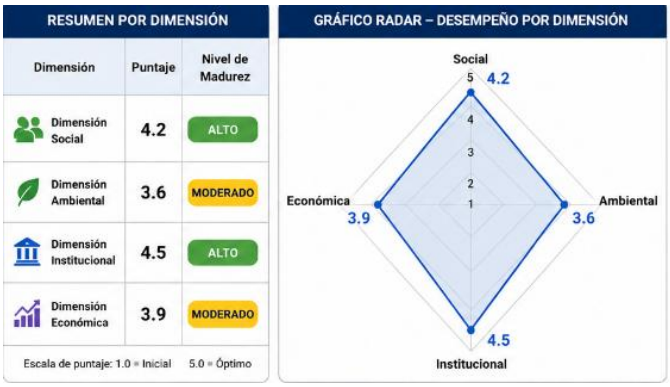


Figura 3. Modelo conceptual de la herramienta de madurez para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa.

En conjunto, los resultados obtenidos permitieron estructurar y validar metodológicamente una herramienta que integra la sostenibilidad con la lógica progresiva de los modelos de madurez y las características particulares de los proyectos ejecutados mediante participación comunitaria. La propuesta constituye una base metodológica para futuras aplicaciones piloto orientadas a evaluar su comportamiento operativo y su utilidad como mecanismo de apoyo para la toma de decisiones y la mejora continua.

V. Discusión

La herramienta propuesta coincide con el enfoque de Referencias [1,10], en la importancia de la generación de valor, la adaptación al contexto y la consideración de las necesidades de los interesados. Sin embargo, se diferencia de este marco al trasladar estos principios generales a una estructura específica de evaluación de sostenibilidad mediante dimensiones, criterios, indicadores y niveles progresivos de madurez. De esta manera, la propuesta no pretende sustituir los estándares generales de gestión de proyectos, sino complementarlos mediante un mecanismo orientado específicamente a la evaluación de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura educativa desarrollados bajo la metodología PEC.

En relación con los enfoques PRiSM y GPM P5, la propuesta coincide en la necesidad de incorporar los impactos sociales, ambientales y económicos dentro de la gestión de proyectos [11], [16]. No obstante, amplía esta perspectiva al incorporar explícitamente una dimensión institucional y al integrar criterios vinculados con la coordinación entre actores, el fortalecimiento de capacidades, la gobernanza y la continuidad de las prácticas de sostenibilidad. Esta incorporación responde a las características del contexto analizado, donde la permanencia de los beneficios de la infraestructura depende no solamente de la calidad técnica de las obras, sino también de la capacidad institucional y comunitaria para gestionar, utilizar y mantener los resultados alcanzados.

La estructura progresiva de la herramienta presenta similitudes con modelos de madurez como OPM3, CMMI y el PMMM de Kerzner, en cuanto permite identificar niveles de desarrollo y orientar procesos de mejora continua [19-21]. Sin embargo, estos modelos se concentran principalmente en capacidades organizacionales, procesos o prácticas generales de gestión de proyectos. La propuesta desarrollada en esta investigación utiliza la lógica progresiva de la madurez, pero la aplica específicamente a las prácticas de sostenibilidad de proyectos de infraestructura educativa ejecutados mediante participación comunitaria. Esta adaptación constituye una diferencia relevante, debido a que permite valorar el avance desde la ausencia o incorporación parcial de prácticas sostenibles hasta su aplicación sistemática e integración institucional.

La participación comunitaria constituye otro elemento diferenciador de la propuesta. Los resultados del estudio mostraron la importancia de considerar no solo la presencia de actores comunitarios, sino también su participación en la toma de decisiones, la comunicación entre actores, la transparencia y la apropiación de la infraestructura. Estos elementos adquieren especial relevancia en la metodología PEC, donde las comunidades participan directamente en diferentes procesos relacionados con la ejecución del proyecto. En este sentido, la herramienta amplía los enfoques generales de sostenibilidad al incorporar criterios contextualizados a un modelo de ejecución

comunitaria y a las condiciones institucionales de los proyectos educativos analizados.

Desde una perspectiva práctica, la herramienta propuesta puede contribuir a complementar los sistemas tradicionales de seguimiento de proyectos, que frecuentemente concentran la evaluación en el avance físico y financiero. La incorporación de criterios sociales, ambientales, económicos e institucionales permitiría generar información adicional para identificar brechas, orientar acciones de fortalecimiento y apoyar procesos de mejora continua.

Su potencial de aplicación resulta relevante para instituciones públicas, equipos técnicos, programas de infraestructura y organismos de cooperación interesados en fortalecer la permanencia de los beneficios generados por las inversiones educativas.

VI. Conclusiones

La investigación permitió diseñar una herramienta de madurez orientada a evaluar la sostenibilidad de proyectos de infraestructura educativa ejecutados bajo la metodología de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC). La integración de la revisión documental, el análisis del contexto institucional, los talleres de cocreación y la valoración de expertos permitió construir una propuesta contextualizada que articula principios de sostenibilidad, enfoques de gestión de proyectos y las características particulares de los modelos de ejecución comunitaria.

La principal contribución de la investigación radica en la integración de las dimensiones social, ambiental, económica e institucional dentro de una estructura de evaluación conformada por criterios, indicadores y niveles progresivos de madurez. A diferencia de los modelos generales de madurez organizacional y de los marcos de sostenibilidad analizados, la propuesta incorpora explícitamente elementos vinculados con la participación y apropiación comunitaria, la gestión ambiental, el uso eficiente de los recursos, la sostenibilidad económica, la coordinación institucional, el fortalecimiento de capacidades y la continuidad de los beneficios generados por la infraestructura.

Los resultados evidenciaron que la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura educativa no depende exclusivamente del cumplimiento físico y financiero de las obras. La permanencia de sus beneficios requiere la articulación de factores sociales, ambientales, económicos e institucionales, así como la existencia de capacidades para la participación, el mantenimiento, el seguimiento y la mejora continua. En este sentido, la herramienta propuesta amplía la perspectiva tradicional de evaluación de proyectos al incorporar elementos relacionados con el desempeño sostenible y la permanencia de los resultados en el tiempo.

La herramienta presenta potencial para apoyar los procesos de seguimiento, evaluación y toma de decisiones en programas públicos de infraestructura educativa. Su estructura puede facilitar la identificación de fortalezas y brechas, orientar acciones de fortalecimiento y complementar los mecanismos tradicionales de seguimiento físico y financiero. Asimismo, puede proporcionar información útil para instituciones ejecutoras, equipos técnicos y organismos de cooperación interesados en fortalecer la sostenibilidad y permanencia de los beneficios generados por las inversiones en infraestructura educativa.

Finalmente, debido a que el alcance de la investigación se concentró en el diseño y la validación metodológica de la herramienta dentro del contexto del Programa PROMINE y la metodología PEC en Honduras, será necesario desarrollar futuras aplicaciones piloto que permitan evaluar su desempeño operativo en proyectos reales. Estas aplicaciones deberán analizar la confiabilidad de los indicadores, la sensibilidad de los niveles de madurez, la utilidad de la herramienta para la toma de decisiones y su capacidad de adaptación a diferentes contextos institucionales y territoriales. La evidencia obtenida permitirá fortalecer progresivamente la propuesta y explorar su posible adaptación a otros programas de infraestructura pública desarrollados mediante esquemas de participación comunitaria.

Agradecimiento/Reconocimiento

Se agradece profundamente al Programa de Mejora de la Infraestructura Escolar (PROMINE) y a los profesionales y especialistas que participaron en los talleres de cocreación y en el proceso de validación mediante juicio de expertos, cuyos aportes contribuyeron al diseño y fortalecimiento de la herramienta de madurez propuesta. Asimismo, se agradece a la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) por el acompañamiento académico brindado durante el desarrollo de la investigación.

References

[1] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th ed. Newtown Square, PA, USA: PMI, 2021.
[2] A. J. G. Silvius and R. P. J. Schipper, "Sustainability in Project Management: A Literature Review and Impact Analysis," Social Business, vol. 4, no. 1, pp. 63–96, 2014, doi:10.1362/204440814X13948909253866.
[3] United Nations, Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York, NY, USA: United Nations, 2015.
[4] World Bank, Improving Educational Infrastructure for Sustainable Development. Washington, DC, USA: World Bank, 2021.
[5] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Government at a Glance 2020. Paris, France: OECD Publishing, 2020.
[6] G. Silvius and R. P. J. Schipper, "Sustainability in project management: A literature review and impact analysis," Social Business, vol. 4, no. 1, pp. 63–96, 2014, doi: 10.1362/204440814X13948909253866.
[7] A. J. G. Silvius, Sustainability Integration for Effective Project Management. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2017.
[8] R. Kiani Mavi and C. Standing, "Sustainability in Construction Projects: A Systematic Literature Review," *Sustainability*, vol. 13, no. 4, Art. no. 1932, 2021, doi:10.3390/su13041932.

[9] G. Silvius, "Exploring variety in factors that stimulate project managers to address sustainability issues," *International Journal of Project Management*, vol. 38, no. 6, pp. 353–367, 2020, doi: 10.1016/j.ijproman.2020.08.003.
[10] R. Al-Marri, G. Abdalla, and E. Mahdi, "Project Management Maturity in Project-Based Organizations: Frameworks, Drivers, and the Role of Sustainability," *Future Business Journal*, vol. 11, no. 1, Art. no. 245, 2025, doi:10.1186/s43093-025-00670-z.
[11] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 7th ed. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, 2021.
[12] Fondo Hondureño de Inversión Social (FHIS), Manual Operativo de Proyectos Ejecutados por la Comunidad (PEC). Tegucigalpa, Honduras, 2023.
[13] GPM Global, The GPM P5 Standard for Sustainability in Project Management. GPM Global.
[14] M. A. V. Ferreira, M. A. de Almeida, and A. C. Dias, "Organizations and stakeholders' roles and influence on implementing sustainability requirements in construction projects," Heliyon, vol. 10, 2024.
[15] A. J. G. Silvius, Sustainability Integration for Effective Project Management. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2017.
[16] G. Silvius and R. Schipper, "Assessing sustainable project management," *The Journal of Modern Project Management*, vol. 3, no. 2, pp. 74–89, 2015.
[17] C. Ngwama, "Effects of community participation on school infrastructure development in rural Uganda," African Journal of Education and Practice, vol. 10, no. 2, pp. 1–12, 2024, doi: 10.47604/ajep.2520.
[18] P. Phuangsuwan et al., "The impact of community participation in sustainable learning resource development through the mediating effect of awareness," Sustainability, vol. 17, no. 10, Art. no. 4620, 2025.
[19] Project Management Institute, Organizational Project Management Maturity Model (OPM3). Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute.
[20] H. Kerzner, Using the Project Management Maturity Model: Strategic Planning for Project Management, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2019.
[21] L. Domingues, J. Ribeiro, and M. S. Ferreira, "Project management maturity models: A comparative analysis," *Procedia Computer Science*, vol. 219, pp. 1489–1498, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.426.
[22] V. Nikolaenko and A. Sidorov, "Assessment of Project Management Maturity Models: Strengths and Weaknesses," *Risks*, vol. 11, no. 3, 2023, doi:10.3390/risks11030052.
[23] R. Al-Marri, G. Abdalla, and E. Mahdi, "Project Management Maturity in Project-Based Organizations: Frameworks, Drivers, and the Role of Sustainability," *Future Business Journal*, vol. 11, no. 1, Art. no. 245, 2025, doi:10.1186/s43093-025-00670-z.
[24] I. Pedrosa, J. Suárez-Álvarez, and E. García-Cueto, "Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación," Acción Psicológica, vol. 10, no. 2, pp. 3–18, 2013, doi: 10.5944/ap.10.2.11820.
[25] M. A. V. Ferreira, M. A. de Almeida, and A. C. Dias, "Organizations and stakeholders' roles and influence on implementing sustainability requirements in construction projects," Heliyon, vol. 10, 2024.