

The contribution of humanitarian engineering to outreach projects

Joselyne Solórzano^{1,2,3}; Diana Mejía-Cela¹; Daniella Mora-Villón¹; Josthin Pozo-González¹; Paúl Carrión-Mero^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador, josbasol@espol.edu.ec, diaameji@espol.edu.ec, damora@espol.edu.ec, josanpoz@espol.edu.ec, pcarrion@espol.edu.ec

²Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador

³Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, c de Ríos Rosas, 21, Madrid, 28003, Spain

Abstract—Engineering is intrinsically linked to the development of humanity. Professional training at universities encompasses theory, practice, and engagement with real-world situations, all of which must be articulated within a structured framework for the professional and personal development of future engineers. How do the core functions of university life fit together in an academic environment connected to reality? Strategies and their indicators are key to reflecting the university's connection to reality. This work aims to analyze the academic system of an educational unit in Earth sciences through the framework of teaching, research, and community engagement to provide comprehensive training for its students. The applied method focuses on community engagement activities through programs, projects, and interventions within the faculty of Earth sciences, considering diverse indicators of participation and efficiency to support analysis and the proposal of humanitarian engineering. The results reflect the participation of 80 students annually in community-based internships of varying industrial and productive nature, with tangible and intangible outcomes. The conjunction of teacher, student, and community transforms the third substantive function into a unique, dynamic school with diverse projections in engineering design, nature-based solutions, the rescue of ancestral recognition, association, and organization for production, and always with the nuance of humanitarian engineering.

Keywords— Humanitarian engineering, outreach projects, service learning, sustainability, education

El aporte de la ingeniería humanitaria en los proyectos comunitarios

Joselyne Solórzano^{1,2,3} ; Diana Mejía-Cela¹ ; Daniella Mora-Villón¹ ; Josthin Pozo-González¹ ; Paúl Carrión-Mero^{1,2} 

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador, josbasol@espol.edu.ec, diaameji@espol.edu.ec, damora@espol.edu.ec, josanpoz@espol.edu.ec, pcarrion@espol.edu.ec

²Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador

³Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, c de Ríos Rosas, 21, Madrid, 28003, Spain

Resumen– La ingeniería convive con el desarrollo de la humanidad. La formación profesional en las universidades conlleva teoría, práctica y convivencia con la realidad, que deben ser articuladas en un tejido programado, para el desarrollo profesional y humano de los futuros ingenieros. ¿Cómo se acoplan las funciones sustantivas de la vida universitaria en un entorno académico conectado con la realidad? Son clave las estrategias, y sus indicadores para reflejar esa conexión entre la universidad y la realidad. El objetivo de este trabajo es analizar el sistema académico de una unidad educativa, mediante el esquema de docencia, investigación y vínculos, en ciencias de la Tierra para la formación integral de sus estudiantes. El método aplicado se focaliza en las acciones de vinculación con la sociedad, a través de programas, proyectos y acciones de intervención en una Facultad de Ciencias de la Tierra mediante la consideración de dimensiones de participación y eficiencia para un análisis/propuesta de lineamientos que contribuyan a una ingeniería humanitaria. Los resultados reflejan la participación de estudiantes en prácticas comunitarias de diferente índole y como los proyectos de vinculación con mayor trayectoria y vínculo con la comunidad reciben reconocimientos internacionales. La conjunción profesor estudiante-comunidad, convierte a la tercera función sustantiva en una escuela única, dinámica, y de proyecciones diversas en el apartado de diseños de ingeniería, de soluciones basadas en la naturaleza, rescate de reconocimiento ancestral, asociación y organización para la producción, pero siempre con el matiz de una ingeniería humanitaria.

I. INTRODUCCIÓN

Conceptualmente, la ingeniería aplica principios físicos para crear sistemas, máquinas y estructuras que satisfacen necesidades humanas y sociales, aportando al desarrollo sostenible [1]. Este concepto se amplía hacia las denominadas ingenierías comprometidas, que integran las dimensiones sociales, culturales y ambientales, concebidas como prácticas orientadas a la transformación de problemáticas en contextos específicos [2]. En este marco, ha surgido la ingeniería humanitaria como una de sus expresiones, cuyo enfoque amplía la ingeniería tradicional, abordando desafíos en las comunidades más vulnerables (p.ej. falta de acceso al agua potable y saneamiento [3] o acceso limitado a recursos básicos como salud, energía y alimentos [4]). Este término abarca la práctica de la ingeniería destinada a abordar diferentes situaciones sociales y a contribuir al desarrollo sostenible [5],

integrando necesidades comunitarias y criterios éticos para resolver problemas técnicos. Dicho enfoque se refleja en prácticas comunitarias, profesionales o proyectos de graduación que buscan preparar a los ingenieros para abordar desafíos complejos, considerando las necesidades de la comunidad, los contextos sociales y las responsabilidades éticas [6]. Desde una perspectiva académica, diversos trabajos han propuesto lineamientos y marcos para orientar la práctica y la educación a la ingeniería humanitaria. Por ejemplo, Baaoum [7] plantea que un proyecto de ingeniería es humanitario cuando promueve bienestar humano, impacto social y educativo, y se desarrolla con comunidades reales bajo un marco ético. Y Mazzurco & Jesiek [8] destacan la colaboración local, la justicia social, la confianza comunitaria y el trabajo multidisciplinario. Estos estudios se apoyan en diversas metodologías y modelos que permiten articular la formación académica con atención a los problemas de las comunidades. Muñoz & Skokan [9] analizaron el diseño curricular de un programa formal de ingeniería humanitaria mediante experiencia institucional, revisión de prácticas educativas y discusión crítica de casos formativos. Amadei et al., [10] propusieron una metodología de diseño de proyectos basada en la identificación de necesidades, participación comunitaria, sostenibilidad y desarrollo de capacidades. Y Jakubeit et al., [11] emplearon la herramienta Design Science enfocado en la sostenibilidad como principal criterio, priorizando el análisis del contexto, actores y cultura. Estas metodologías, por su enfoque práctico y social, deben integrarse en la formación académica, especialmente universitaria [12]. En este marco, las universidades estructuran su quehacer académico y su relación con la sociedad mediante funciones sustantivas de docencia, vinculación e investigación. La docencia se orienta a la formación integral del estudiante, promoviendo conocimientos y valores éticos [13].

Los resultados de esta investigación analizan las actividades de docencia y vinculación desde un enfoque de proyectos, programas y servicios dirigidos a la comunidad, fortaleciendo la relación universidad-comunidad como respuesta a las problemáticas del entorno social y productivo [14], [15], [16] Para contextualizar estos enfoques en la práctica, resulta pertinente revisar experiencias en educación superior, donde diversas instituciones han incorporado este

enfoque mediante iniciativas académicas. En Estados Unidos, estudiantes de State University of New York College of Environmental Science and Forestry (SUNY-ESF) con el programa Environmental Resources Engineering (ERE) y su club Engineers for a Sustainable Society (ESS) han completado proyectos humanitarios que incluyen actividades con el Departamento de Obras Públicas de Syracuse para reducir el desperdicio de agua en los parques locales, construcción de jardines de lluvia en las casas de la comunidad, y trabajar con el Consejo de Conservación de Nine Mile Creek, mitigando los contaminantes provenientes de escorrentías y desbordes de aguas residuales [17]. En Ecuador, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y estudiantes de Electrical and Computer Engineering (ECE) de la Universidad de Villanova trabajaron en un proyecto de ingeniería comunitaria para una localidad insular preparando materiales educativos dirigidos a la enseñanza de los miembros de la comunidad sobre electricidad básica y energía solar [18].

Aunque diversos estudios han abordado la ingeniería humanitaria y metodologías de vinculación comunitaria en contextos educativos, aún es necesario profundizar cómo estas aproximaciones se integran sistemáticamente en el ámbito universitario [19]. En Ecuador, se dispone de evidencia limitada que demuestre la articulación entre la docencia, investigación y vinculación con la sociedad como un esquema para la formación integral de los estudiantes de ingeniería, siendo el impacto comunitario y reciprocidad humanitaria, el rol de las funciones sustantivas en la acción universitaria. A partir de lo propuesto, se plantearon las siguientes preguntas de investigación, ¿Cómo la evaluación comparativa de proyectos de vinculación permite plantear estrategias para fortalecer la articulación de las funciones sustantivas en una unidad educativa de ciencias de la Tierra desde un enfoque de ingeniería humanitaria? y ¿Qué parámetros o criterios son clave para valorar intervenciones con enfoque social durante la relación universidad-comunidad construida a través de proyectos de vinculación?. El objetivo del presente estudio es analizar cómo los proyectos de vinculación, desde un enfoque de ingeniería humanitaria, fortalecen las funciones sustantivas universitarias y valoran la relación universidad-comunidad en el ámbito de las ciencias de la Tierra como aporte a la formación integral de los estudiantes.

II. CASO DE ESTUDIO: FICT-ESPOL

A. Contexto

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), es reconocida como la universidad #1 en Ecuador según el ranking Quacquarelli Symond (QS) [20], por su desarrollo científico, tecnológico y social. La ESPOL se dedica a la formación de profesionales competentes y de excelencia en sus 8 facultades: Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM); Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM); Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH); Facultad de Ciencias de la Vida (FCV); Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT); Facultad de

Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC); Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP); y Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM).

La FICT cuenta con cuatro carreras de pregrado (Ingeniería Civil, Geología, Minas y Petróleos) con un enfoque institucional centrado en experiencias de aprendizaje basadas en proyectos reales y proceso de vinculación territorial (Fig. 1) [21].

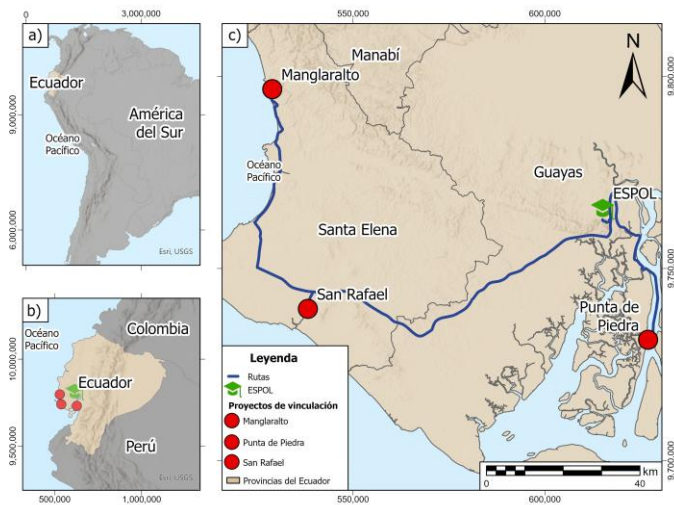


Fig. 1 Ubicación del área de estudio. (a) Localización de Ecuador en América del Sur. (b) Ubicación de la provincia de Santa Elena a escala nacional. (c) Mapa local del área de estudio, con las principales rutas de acceso y ubicación de los proyectos de vinculación en Manglaralto, San Rafael y Punta de Piedra.

El presente trabajo incluye el análisis de las actividades, experiencias, fortalezas y debilidades de cinco proyectos de vinculación enfocados en problemáticas locales como se muestra en la Tabla I.

TABLA I
PROYECTOS DE VINCULACIÓN DE LA FICT 2024-2025.

Nombre del Proyecto	Objetivo
Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II)	Desarrollar prácticas sobre la gestión integral del agua mediante la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza, evaluación del sistema de agua destinada a consumo doméstico y elaboración de proyectos piloto de desarrollo agrícola comunitario para la sostenibilidad ambiental.
A: Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) para la Gestión Integral del Agua	Evaluar las condiciones hidrogeológicas mediante el levantamiento de una línea base, técnicas geofísicas y aplicación de Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la propuesta de lineamientos en la gestión hídrica.
B: Introducción e implementación de buenas prácticas mineras en San Rafael	Implementar buenas prácticas mineras en la Comuna de San Rafael, mediante la capacitación técnica, en seguridad ocupacional y prevención de riesgos para el mejoramiento de las condiciones laborales y una extracción sostenible y segura.

C: Mantenimiento Sostenible de Pozos Sépticos: Salud y Medio Ambiente para Todos	Promover la concienciación mediante la capacitación integral sobre el adecuado mantenimiento de los pozos sépticos para la prevención de riesgos sanitarios, protección del medio ambiente y mejora de la calidad de vida de los habitantes.
D: San Rafael en Movimiento: Educación Vial para una Comunidad Sostenible	Promover una cultura de educación y seguridad vial en estudiantes de la Unidad Educativa Margoth Santistevan de San Lucas en San Rafael mediante programas de capacitación y actividades interactivas, para la reducción de accidentes y un cambio del comportamiento vial seguro desde la infancia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología propuesta permitió estructurar y valorar de forma sistemática los cinco proyectos de vinculación de la FICT (Tabla I), para la identificación del aporte real de la ingeniería humanitaria en la articulación de docencia, investigación y vínculo con la comunidad. Para este estudio se emplearon los modelos de evaluación de Proyectos de Vinculación con la Sociedad propuestos por Delaine et al., [22] y Zamora-Sánchez et al., [23] quienes utilizaron criterios asociados al alcance territorial, la continuidad y la sostenibilidad de las intervenciones enfatizando en la reciprocidad humanitaria, y la interacción universidad-comunidad como criterios clave para valorar intervenciones con enfoque social. El esquema metodológico general comprende cuatro fases: (i) sistematización de la información, (ii) identificación de las dimensiones y proyecto referente, (iii) adquisición de datos mediante encuestas estructuradas y (iv) análisis comparativo para la propuesta de estrategias clave (Fig. 2).

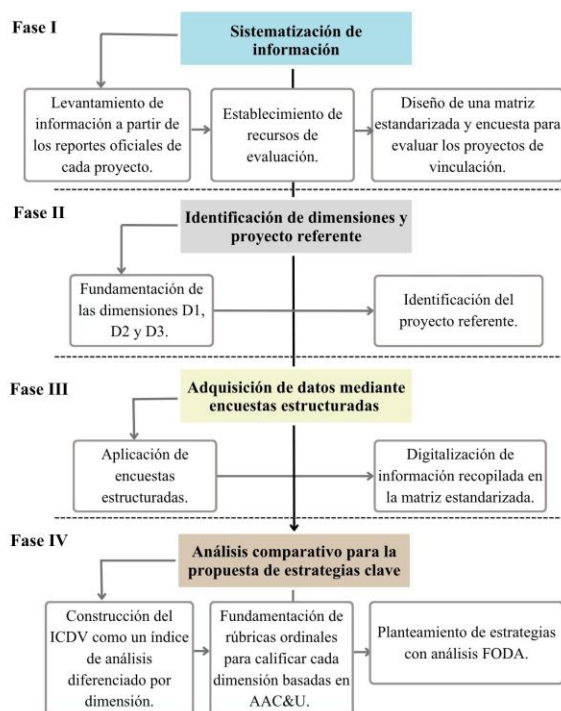


Fig. 2 Metodología planteada en el presente estudio.

Fase I: Sistematización de la información

La información general obtenida fue resultado de los reportes de cada Proyecto de Vinculación, proporcionados por la Dirección de Información Académica de la ESPOL [24], [25], [26]. A partir de esto, dos recursos de evaluación fueron establecidos: a) una matriz estandarizada de proyectos diseñada para homogeneizar la información sobre los alcances, recursos y resultados y b) encuesta dirigida a directores de los proyectos, orientada a identificar la participación comunitaria, gobernanza y replicabilidad. La matriz estandarizada fue diseñada en cinco bloques estructurales que permitieron sistematizar la evaluación comparativa: a) carreras involucradas, b) alcance, c) recursos, d) resultados y e) continuidad.

Fase II: Identificación de dimensiones y proyecto referente

El marco de evaluación se estructuró en tres dimensiones derivadas del modelo de evaluación de Proyectos de Vinculación con la Sociedad propuesto por Zamora-Sánchez et al., [23], específicamente de sus dimensiones de entrada, proceso y resultados. Para incluir la perspectiva de ingeniería humanitaria, las dimensiones fueron reinterpretadas en términos de impacto comunitario, reciprocidad humanitaria [22] y articulación de funciones sustantivas de las Instituciones de Educación Superior (IES) en base a la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) del Ecuador [16].

La primera dimensión correspondiente al impacto comunitario (D1), evaluó el grado en que el proyecto logró generar transformaciones sostenidas en el territorio, es decir, el alcance comunitario. Para esta etapa, se utilizaron los campos de la matriz: número de beneficiarios directos e indirectos, número de comunidades o territorios atendidos, entregables tangibles, existencia de fases posteriores, beneficios económicos, relevancia de saberes ancestrales y resultados concretos. La segunda dimensión, reciprocidad humanitaria (D2), evaluó la calidad ética y relacional de la interacción entre la universidad y la comunidad beneficiaria. Para esta etapa, se utilizaron los campos de la matriz: resultados intangibles y alianzas institucionales, además se formularon las siguientes preguntas en la encuesta: a) ¿Qué tan efectiva fue la coordinación logística entre la universidad y la comunidad?, b) ¿Cómo participó la comunidad en la definición del proyecto?, c) ¿Qué tan adecuada fue la disponibilidad de recursos económicos para alcanzar los objetivos del proyecto? y d) ¿Qué cambios concretos se observan en la comunidad?

La tercera dimensión, articulación de funciones sustantivas (D3), evaluó el grado de integración del proyecto con las funciones sustantivas de las IES: docencia, investigación y vinculación, aportando a la formación estudiantil, producción del conocimiento y soluciones reales para el entorno. En la D3, se utilizaron los campos de la matriz: número de estudiantes/participantes y las siguientes preguntas en la encuesta: a) ¿Qué cambios concretos (antes y después) se observan en la comunidad?, b) ¿Qué competencias o habilidades desarrollaron los estudiantes durante el proyecto?, c) ¿El proyecto ha generado publicaciones, artículos o

productos académicos?, d) ¿El proyecto participó en congresos, eventos académicos o espacios de difusión científica o comunitaria?, e) ¿Qué elementos del proyecto considera que es replicable en otras comunidades? y f) ¿El proyecto contribuyó a la resolución de problemas específicos identificados en la comunidad? Con las dimensiones establecidas se identificó el proyecto referente, por obtener las calificaciones más altas y definir los criterios esperados para proyectos comunitarios. Los demás proyectos se analizaron como casos comparativos del mismo contexto institucional.

Fase III: Adquisición de datos mediante encuestas estructuradas

Para complementar la información obtenida a partir de la matriz estandarizada, se aplicaron entrevistas estructuradas dirigidas a los directores de los proyectos de vinculación, con el propósito de fortalecer la consistencia y profundidad del análisis. Las entrevistas se orientaron a recopilar información cualitativa sobre aspectos no obtenidos en los registros administrativos, tales como los mecanismos de participación comunitaria en la definición y ejecución de los proyectos, la calidad de la coordinación universidad-comunidad, los cambios observados en el territorio, la evidencia de apropiación o continuidad local, el desarrollo de competencias en los estudiantes, la generación de conocimiento y el potencial de replicabilidad de las iniciativas.

Fase IV: Análisis comparativo para la propuesta de estrategias clave

Para evaluar los proyectos, se construyó un Índice Compuesto de Vinculación (ICDV), que sintetiza el desempeño en impacto comunitario, reciprocidad humanitaria y funciones sustantivas. El ICDV se calculó como el promedio simple de las subdimensiones de cada dimensión principal. Las calificaciones se asignaron mediante rúbricas ordinales de 1 a 4, basadas en las Value Rubrics de la Association of American Colleges and Universities AAC&U [27], [28], cuya aplicación y criterios se detallan en la Tabla II.

TABLA II
RÚBRICA ORDINARIA DEL ICDV DE CADA UNA DE LAS DIMENSIONES ANALIZADAS

Dimensión 1: Impacto comunitario y nivel de desarrollo				
Subdimensión	Calificación			
	1	2	3	4
Beneficiarios directos	<25	25-50	51-100	>100
Beneficiarios indirectos	No identificados	Estimados	Identificados	Identificados y medidos
Comunidades atendidas	1	1	2	≥3
Entregables tangibles	Actividad	Producto	Producto operativo	Infraestructura / sistema
Fases posteriores	No	Intención	Planificadas	Ejecutadas
Beneficios económicos	No se evidencia	Beneficios económicos indirectos o	Beneficios económicos directos para	Beneficios económicos sostenidos y

	beneficios económicos	de corto plazo	un grupo comunitario específico	con potencial de réplica o escalamiento
Relevancia de saberes ancestrales	No se considera saberes locales	Considerados de forma marginal	Los saberes locales se integraron de manera complementaria	Los saberes locales fueron centrales y co-determinaron las soluciones implementadas
Satisfacción de resultados logrados	Los resultados no cumplen con lo esperado	Los resultados cumplen parcialmente los objetivos	Los resultados cumplen adecuadamente los objetivos	Los resultados superan los objetivos planteados
Dimensión 2: Reciprocidad humanitaria				
Subdimensión	Calificación			
	1	2	3	4
Resultados intangibles	Sensibilización puntual	Aprendizajes o mejoras básicas	Fortalecimiento organizativo o social	Empoderamiento comunitario e institucional
Alianzas institucionales (número y tipo)	Sin alianzas formales	Alianza institucional puntual	Alianzas formales con actores locales	Alianzas múltiples y estratégicas (academia-Estado-comunidad)
¿Qué tan efectiva fue la coordinación logística entre la universidad y la comunidad?	Coordinación deficiente, con dificultades operativas frecuentes.	Coordinación básica, con ajustes improvisados durante la ejecución.	Coordinación efectiva, con planificación y comunicación adecuadas.	Coordinación altamente efectiva, fluida y colaborativa durante todo el proyecto.
¿Cómo participó la comunidad en la definición del proyecto?	Receptor a de la intervención	Consultada de forma limitada	Participación activa en el diseño	Co-diseño y toma de decisiones compartidas
¿Qué tan adecuada fue la disponibilidad de recursos económicos para alcanzar los objetivos del proyecto?	Recursos claramente insuficientes; limitaron el alcance y cumplimiento de los objetivos	Recursos limitados; permitieron solo el cumplimiento parcial de los objetivos	Recursos adecuados; posibilitaron el cumplimiento de la mayoría de los objetivos previstos	Recursos suficientes y oportunos; permitieron cumplir plenamente los objetivos y ampliar el alcance del proyecto
Dimensión 3: Articulación de funciones sustantivas				
Subdimensión	Calificación			
	1	2	3	4
Número de estudiantes participantes	≤5 estudiantes	6–15 estudiantes	16–30 estudiantes	>30 estudiantes

¿Qué cambios concretos se observan en la comunidad?	Cambios no evidenciados	Cambios individuales o temporales	Cambios colectivos observables	Cambios estructurales y sostenidos
¿Qué competencias o habilidades desarrollaron los estudiantes durante el proyecto?	Aplicación básica de contenidos	Competencias técnicas o sociales específicas	Integración de competencias técnicas y sociales	Pensamiento crítico, ético e interdisciplinario
¿El proyecto ha generado publicaciones, artículos o productos académicos?	No generó	Generó insumos no sistematizados	Generó información técnica utilizable	Generó datos o conocimiento transferible y replicable
¿Qué elementos del proyecto considera que son replicables en otras comunidades?	Ninguno identificado	Actividades puntuales	Metodología o herramientas	Modelo integral replicable en otros contextos
¿El proyecto contribuyó a la resolución de problemas específicos identificados en la comunidad?	No resolvió problemas específicos.	Abordó parcialmente problemas identificados, con soluciones limitadas.	Resolvió problemas específicos relevantes, con resultados verificables	Resolvió problemas prioritarios de manera efectiva y sostenible, con impacto demostrado.

Finalmente, se emplearon herramientas gráficas de análisis estadístico descriptivo para sintetizar la información ordinal y representar el desempeño de cada proyecto por dimensión. Además, se seleccionaron parámetros representativos, alineados con la ingeniería humanitaria y la vinculación universitaria, evitando redundancias y facilitando la interpretación de brechas y fortalezas.

IV. RESULTADOS

A. Descripción y generalidades de los proyectos comunitarios

Esta sección presenta el análisis de los cinco proyectos de vinculación en términos de eficiencia según la comparación entre sus componentes de: a) carreras involucradas, b) alcance, c) recursos, d) resultados y e) continuidad. El proyecto de vinculación “Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II)” declarado ante ESPOL como un proyecto comunitario desde 2017, presenta el mayor alcance de beneficiarios entre los casos analizados, con 115 beneficiarios directos, aproximadamente 48400 beneficiarios indirectos y atención a 15 comunidades, involucrando a 88 estudiantes de carreras como Geología, Ingeniería Civil, Ciencia de Datos, Oceanografía, Economía y Estadística. En términos de recursos, se encontraron tres convenios con juntas administradoras de agua (Junta Administradora de Agua Potable Regional de Manglaralto (JAAPMAN), Junta

Administradora del Sistema Regional de Agua Potable de Olón (JASRAPO), Junta de Agua Potable Regional Valdivia (JAAPRV)) y cuenta con el apoyo de instituciones académicas (Universidad Península de Santa Elena (UPSE), Universidad Rey Juan Carlos (URJC)) y organismos internacionales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)). Los recursos tangibles corresponden a 18 tesis de grado y seis de maestría, ocho artículos de conferencia, tres capítulos de libro y 26 artículos científicos. Además, generó productos técnicos y comunitarios orientados a la gestión del agua, fortaleciendo la gobernanza, la capacitación y la sensibilización ambiental. Su sostenibilidad se sustenta en convenios vigentes, mantenimiento, monitoreo periódico y participación comunitaria.

El proyecto A con sus inicios en el 2025 tuvo un alcance focalizado, con 20 beneficiarios directos, 150 indirectos y atención a una comunidad con falta de servicios básicos como acceso al agua potable. Necesidades como el mantenimiento de pozos y educación ambiental fueron identificadas a través de reuniones participativas, entrevistas abiertas y espacios de socialización. En el proyecto participaron 11 estudiantes de las carreras de Geología, Ingeniería Civil, Ingeniería Química y Diseño Gráfico. Los recursos se articularon mediante la colaboración con actores comunitarios y del sector educativo. Entre los resultados tangibles destacan informes técnicos, fichas de monitoreo, análisis de calidad de agua y material divulgativo. Como resultados intangibles, se fortalecieron los conocimientos técnicos, la organización comunitaria y la educación ambiental, con seguimiento posterior y autonomía comunitaria.

El proyecto B benefició directamente a 20 personas, focalizadas en familias mineras y su entorno comunitario, con la participación de estudiantes de la FICT, FADCOM y FCSH. En cuanto a los recursos, el proyecto presenta un convenio interinstitucional entre ESPOL y la comuna de San Rafael de Gaguelzan (Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena). Los resultados tangibles incluyen capacitaciones, talleres, manuales de buenas prácticas mineras y material audiovisual. Como resultados intangibles, se fortalecieron las capacidades técnicas, las prácticas productivas y la conciencia ambiental, con continuidad mediante comités de monitoreo comunitario y réplica del modelo.

El proyecto C registró a 25 beneficiarios directos, correspondientes a familias y a la población cercana, con la participación de 15 estudiantes de Ingeniería Civil, Ingeniería Química y Producción para Medios. Los recursos se estructuraron mediante un convenio interinstitucional con la Comuna de San Rafael de Gaguelzan. Los resultados tangibles incluyen un manual de mantenimiento, capacitaciones y ensayos de agua. Como resultados intangibles, se fortaleció la conciencia sanitaria, las buenas prácticas de saneamiento y la reducción de riesgos, con continuidad mediante comités comunitarios.

El proyecto D benefició a 25 personas, incluyendo familias, docentes y una unidad educativa, con la participación

de estudiantes de la FICT, FADCOM y FCNM. En términos de recursos, se contó con un convenio interinstitucional con la Comuna de San Rafael de Gagüelzan. El aporte de la comunidad permitió identificar problemas de velocidad, señalización, iluminación y seguridad vial. Los resultados tangibles incluyen manuales, talleres y material didáctico; mientras que los resultados intangibles reflejan mejoras en el comportamiento vial, cultura de prevención y continuidad mediante comités comunitarios.

B. Dimensiones del modelo de evaluación de los proyectos de vinculación y establecimiento de proyecto referente

La Fig. 3 muestra la comparación de los proyectos de vinculación de la FICT en el periodo 2024-2025 en términos de las tres dimensiones. Dentro de los proyectos analizados, se identificó una iniciativa que, con mayor grado de impacto comunitario, continuidad y articulación de funciones sustantivas, permite establecerlo como un referente. El proyecto referente presenta valores de 3.9 en la D1, 3.8 en la D2 y 4.0 en la D3, constituyéndose como el estándar de alto desempeño evidenciando su fortaleza en la D3. Los 4 proyectos comparados presentan los puntajes más altos en la D2 con valores entre 2.3-2.7. La D1 muestra valores entre 1.9-2.0, mientras que, la D3 presenta valores entre el rango 2.1-2.3. En el proyecto “Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II)” se han beneficiado directamente 1400 habitantes (población local), de la comuna de Olón, Valdivia y Manglaralto, brindando acceso al agua para consumo humano de forma sostenida mediante pozos de agua provenientes de sus acuíferos costeros. Durante 9 años de trabajo con la ESPOL como proyecto de vinculación, estudiantes y profesores han participado en procesos de aprendizaje, investigación y trabajo colaborativo con actores locales como la Junta Administradora de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN) [24]. Debido a la gobernanza comunitaria con organizaciones locales, el proyecto y la comuna Manglaralto han recibido reconocimientos internacionales como Sitio Demostrativo de Ecohidrología por la UNESCO [29] posicionándolo en un modelo replicable de vinculación universitaria en relación con problemáticas sociales y ambientales.

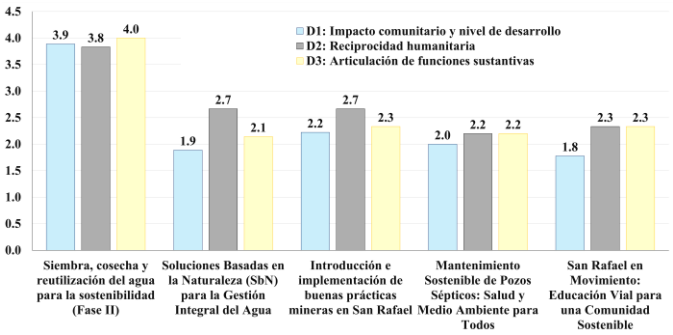


Fig. 3 Comparación de los proyectos de vinculación según las dimensiones D1, D2 y D3, en donde se destaca el desempeño del proyecto Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II) frente a los proyectos analizados.

C. Comparación de D1, D2 y D3 desde un enfoque de ingeniería humanitaria

La Fig. 4 presenta el desempeño de los proyectos evaluados en la D1 (impacto comunitario), considerando como componentes: (i) el beneficio económico para las comunidades, (ii) la integración de saberes culturales y (iii) los resultados concretos, valoradas con una escala ordinal de cuatro niveles. El gráfico radar muestra la comparación entre los 5 proyectos de vinculación, evidenciando las diferencias en la forma y magnitud del impacto generado. El proyecto referente registra los valores más altos con una ponderación de 4 en beneficio económico y saberes culturales, mientras que se otorgó una ponderación de 3 en resultados concretos. El proyecto A presenta una ponderación de 2 en beneficio económico y 3 en resultados obtenidos. El proyecto B registra un valor máximo en beneficio económico (ponderación de 4), y valores de 3 en saberes ancestrales y resultados obtenidos. El proyecto C registra ponderaciones de 2 y 1 en beneficio económico para las comunidades e integración de saberes culturales, respectivamente. Por último, el proyecto D muestra una ponderación para beneficio económico a las comunidades e integración de saberes culturales de 1 y de 3 en resultados logrados en el proyecto hasta la fecha.

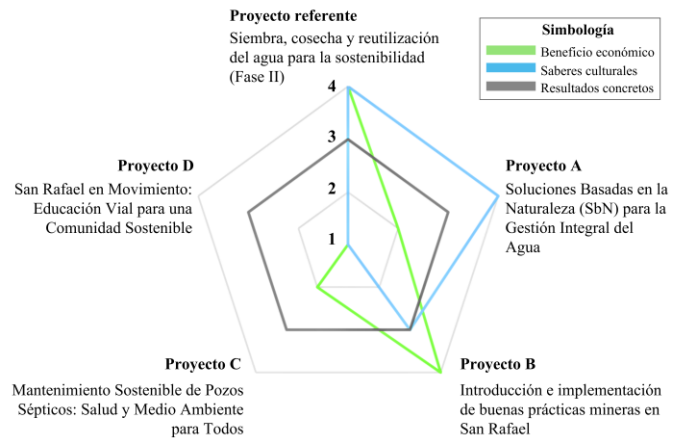


Fig. 4 Comparación entre el proyecto referente y los proyectos A, B, C y D en términos de la D1.

La Fig. 5 expone el desempeño comparativo de los proyectos analizados en la D2 (reciprocidad humana), considerando tres componentes: logística entre la universidad y la comunidad, participación de la comunidad en la definición del proyecto y disponibilidad de recursos económicos. El proyecto referente registra los valores más altos con una ponderación de 4 en el componente de logística entre la universidad y la comunidad, y valores máximos tanto en participación de la comunidad en la definición del proyecto como en la disponibilidad de recursos económicos. El proyecto A presenta una ponderación de 4 en el componente de logística y 3 tanto en participación como en la disponibilidad de recursos económicos. El proyecto B registra ponderaciones de 3 en los 3 componentes analizados de la D2. El proyecto C presenta

valores de 2 tanto en logística entre la universidad como en participación de la comunidad y 3 en la disponibilidad de los recursos económicos. Por último, el proyecto D, en su componente de logística y recursos económicos, presenta una ponderación de 3 y 2 en participación de la comunidad.

Con respecto a la D3 (articulación de las funciones sustantivas) evaluada a partir de los seis componentes: cambios concretos observados, habilidades desarrolladas de los estudiantes, replicabilidad, publicaciones científicas, participación en congresos académicos y resolución de problemas, se obtuvo que, el proyecto referente presenta los valores máximos con una ponderación de 4 en las seis componentes.

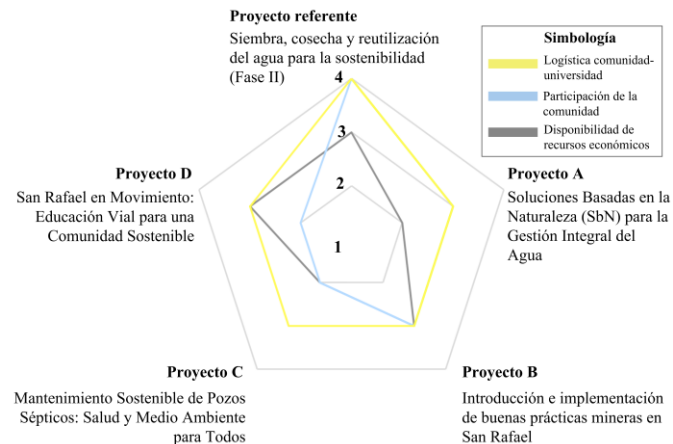


Fig. 5 Comparación entre el proyecto referente y los proyectos A, B, C y D en términos de la D2.

En la Fig. 6, el proyecto A presenta valores de 2 en cambios concretos observados, publicaciones científicas, participación en congresos académicos y resolución de problemas, 1 en habilidades desarrolladas de los estudiantes y 4 en replicabilidad. El proyecto B alcanza valores de 3 en cambios concretos observados, replicabilidad y resolución de problemas, y valores de 2 o inferior en las otras subdimensiones.

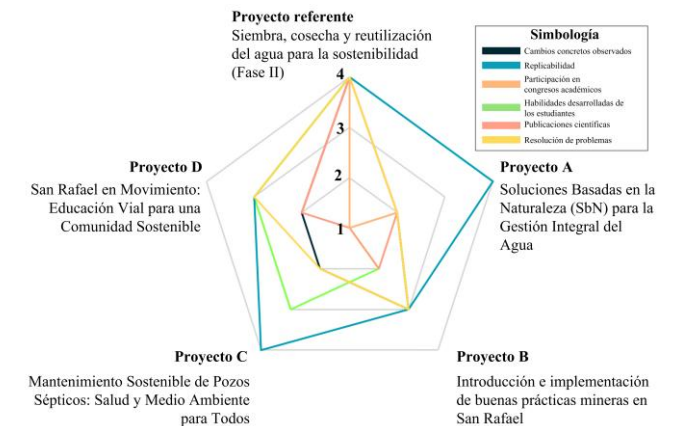


Fig. 6 Comparación entre el proyecto referente y los proyectos A, B, C y D en términos de la D3.

El proyecto C registra valores de 2 en cambios concretos observados y resolución de problemas, 3 en habilidades desarrolladas de los estudiantes y replicabilidad, y 1 en publicaciones científicas y participación en congresos académicos. El proyecto D presenta valores de 2 en cambios concretos observados y publicaciones científicas, 3 en habilidades desarrolladas de los estudiantes, replicabilidad y resolución de problemas, y 1 en participación en congresos académicos.

D. Planteamiento de estrategias a través de un análisis FODA

La Fig. 7 presenta el análisis de la Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) dentro de los proyectos de vinculación evaluados. Las estrategias FO, FA, DO y DA buscan fortalecer la vinculación y optimizar recursos: FO prioriza la gobernanza comunitaria y generación de conocimiento; FA, difusión, capacitación y financiamiento; DO, acceso a recursos y articulación con gobiernos locales; y DA, modalidades virtuales, coordinación interproyectos e integración formativa. Además, se destaca la docencia mediante talleres sobre problemáticas de comunidades vulnerables, pensamiento crítico y proyectos de titulación con resultados tangibles. En el proyecto referente, estudiantes y comunidades trabajan conjuntamente en aprendizaje-servicio, educación ambiental, cuidado del agua y prácticas sostenibles. En el proyecto A, se promueven aprendizaje lúdico, educación participativa, aprendizaje experiencial y comunicación audiovisual mediante cuadernillos sobre Soluciones Basadas en la Naturaleza, infografías, memorias técnicas, talleres, videos y maquetas didácticas. Finalmente, en relación con los proyectos B, C y D no se dispone de información suficiente sobre sus actividades, debido a los tiempos de ejecución.

Factores	Factores internos		Factores externos
	Fortalezas:	Debilidades:	
Factores internos	F1. Integración de saberes ancestrales F2. Alto potencial de replicabilidad F3. Respaldo técnico y trabajo en equipo F4. Beneficio económico en la comunidad F5. Desarrollo de habilidades F6. Impacto educativo	D1. Poca participación comunitaria D2. Limitada disponibilidad de movilización D3. Equipos y materiales para las salidas de campo D4. Carga horaria de los profesores y estudiantes	Factores externos
	Amenazas:	A1. Situación económica para el financiamiento A2. Seguridad en el país A3. Pocos estudiantes registrados en las carreras vinculadas a los proyectos A4. Demanda de actividades similares en otras comunidades	
	Oportunidades:	O1. Prioridad en la gestión comunitaria O2. Articulación con gobiernos locales O3. Interés institucional en soluciones sostenibles O4. Cooperación internacional y participación en congresos	
	Factores externos	Factores externos	

Fig. 7 Análisis FODA para el planteamiento de estrategias considerando las encuestas y resultados obtenidos en los proyectos de vinculación analizados.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en los reportes anuales de formulación de proyectos de ESPOL, se identificó como referente el proyecto “Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II)”. Esta cooperación entre la comunidad-ESPOL inició en 2004 con enfoque investigativo y cooperación del International Atomic Energy Agency (IAEA) para

caracterizar acuíferos costeros; posteriormente, incorporó impacto social mediante la articulación entre investigación y vinculación. En 2007, la Oficina de Extensión fortaleció la participación comunitaria y la revisión de programas de grado según estándares internacionales [30]. En el 2012, conforme a la Ley de Educación Superior del Ecuador, se exige la implementación de enfoques basados en sostenibilidad e impacto comunitario [16]. Y en 2017, se oficializan los programas de vinculación articulándose como uno de los ejes principales en la formación estudiantil. El proyecto referente es reconocido como emblemático por su impacto territorial, trayectoria comunitaria y articulación de las tres funciones sustantivas de las instituciones de educación superior. A diferencia de los demás proyectos, con aproximadamente un año de ejecución, evidencia resultados tangibles, impacto social, reconocimientos nacionales e internacionales, y un proceso de aprendizaje construido en el tiempo. Al evaluar las tres dimensiones en los cuatro proyectos, la D3 (impacto comunitario y nivel de desarrollo) registra el valor más bajo por su corto tiempo de ejecución, mientras destaca la D2 de reciprocidad humanitaria, vinculada a la atención ética de problemáticas sociales en comunidades vulnerables.

En la D1, el proyecto referente obtiene altos resultados en saberes culturales y beneficios económicos, respaldados por el rescate del conocimiento ancestral mediante técnicas de Siembra y Cosecha del Agua (SyCA), como tapes o diques para la recarga artificial del acuífero [31]. También destacan el proyecto A, por abordar la misma problemática, y el proyecto B, por fortalecer prácticas mineras comunitarias y labores ancestrales. En resultados concretos, todos los proyectos alcanzaron una valoración de 3, debido a que el análisis corresponde al último año y existen avances cumplidos total o parcialmente.

En la D2, la participación comunitaria alcanza el puntaje más alto en el proyecto referente, debido al tiempo y vínculo construido entre la comunidad y ESPOL. En los proyectos nuevos, aunque el valor no es bajo, refleja una relación aún en proceso de consolidación. La intervención comunitaria directa es clave para definir objetivos pertinentes y alineados con necesidades reales. La participación estudiantil debe articular el conocimiento técnico con la realidad local mediante el diálogo, fortaleciendo la reciprocidad humana. En esta línea, Culcasi y Paz Fontana Venegas sostienen que el servicio-aprendizaje genera una transformación recíproca entre los actores involucrados [32], sustentada en planificación, comunicación clara y respeto mutuo para alcanzar resultados sostenibles [33].

Con respecto a la logística, destaca el proyecto referente, no solo involucra la logística institucional sino con la comunidad para el acompañamiento durante las visitas técnicas y todas las actividades planificadas, lo que se conecta con la componente descrita anteriormente [34]. Sin embargo, estas dinámicas dependen de la disponibilidad de recursos y del financiamiento estatal asignado a ESPOL. Según Strier [35], desde la paradoja organizacional, las alianzas universidad-comunidad pueden verse afectadas por intereses políticos,

comprometiendo el apoyo de autoridades locales o nacionales y futuras fuentes de financiamiento. Esta dependencia introduce un sesgo institucional, ya que el financiamiento responde a prioridades gubernamentales y puede generar limitaciones en la ejecución, continuidad o expansión de los proyectos. Estas restricciones afectan la disponibilidad de técnicos, docentes, estudiantes, logística, insumos y equipos, reduciendo la cobertura e impacto potencial. Frente a ello, se han fortalecido alianzas y convenios externos, como la cooperación con la Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Politécnica de Madrid y la participación en Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), que han permitido adquirir equipos, generar espacios académicos y actualizar conocimientos. Experiencias como el modelo socio-hidrológico de Valdivia evidencian que la articulación entre universidad, cooperación externa y comunidad permite optimizar recursos, fortalecer la sostenibilidad y construir prácticas replicables para instituciones con limitaciones similares [36].

El análisis de la D3 denota el impacto en resultados que tiene el proyecto referente, por el tiempo de ejecución y conexión con la comunidad. Este proyecto cuenta con más de 30 publicaciones científicas, donde los estudiantes han podido realizar sus tesis de grado y posgrado, representantes de la comunidad han participado en talleres nacionales e internacionales compartiendo la experiencia y; con alto valor en replicabilidad para las comunas que se encuentran en zonas costeras con las condiciones similares a Manglaralto. En la componente replicabilidad también destaca el proyecto A con un enfoque centrado en la aplicación de técnicas SyCA que pueden implementarse en comunidades aledañas y el proyecto C con el aporte en la gestión de pozos sépticos en las comunidades donde la mayoría no cuentan con sistema de alcantarillado adecuado, pudiendo contaminar los ecosistemas de la zona. Esta dimensión pone en evidencia el impacto que presenta la realización de prácticas comunitarias en los estudiantes de pregrado, desarrollando no solo habilidades técnicas sino blandas para comunicarse efectivamente, creando soluciones a problemáticas reales con la metodología de aprendizaje-servicio [37]. El proyecto seleccionado como referente evidencia que las soluciones técnicas de bajo costo orientadas a la seguridad hídrica son más efectivas cuando se desarrollan desde un enfoque de ingeniería humanitaria que integra conocimiento académico, gestión del recurso y participación comunitaria. En ese sentido, los resultados sugieren que el modelo es replicable en otros contextos universitarios y comunitarios de América Latina, siempre que la participación comunitaria se mantenga como eje central de la intervención.

Dentro de las estrategias establecidas como parte del análisis FODA, se evidenció que las amenazas en los proyectos están directamente relacionadas a los presupuestos y seguridad del país [38], [39], que indudablemente afectan las actividades en las comunidades vulnerables y que el vínculo que se crea entre la comunidad-universidad es prioritaria para obtener

resultados y sostenibilidad en los proyectos. En este sentido, los estudios de Herrera et al. [40], [41] demuestran que la sostenibilidad de los proyectos depende de la capacidad para articular fortalezas internas como el alto potencial de replicabilidad, respaldo técnico, trabajo en equipo y beneficio económico en la comunidad. En el análisis FODA se plantean estrategias que no surgen como respuesta inmediata, sino como orientaciones que buscan fortalecer las capacidades locales, consolidar la participación comunitaria y asegurar la continuidad de los proyectos ante escenarios cambiantes.

Los resultados muestran que el proyecto referente y proyectos A, B, C y D presentan similitudes con enfoques pedagógicos interdisciplinarios implementados tanto a nivel nacional como internacional. En comparación con el proyecto Bellavista de la universidad Técnica de Manabí (UTM) [42] en Ecuador, se identifican similitudes con el proyecto referente, los cuales integran de forma simultánea el aprendizaje basado en proyectos, investigación y problemas. Y enfoques de la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador [43], donde, mediante Aprendizaje Basado en Proyectos, los estudiantes analizan problemáticas ambientales a través de diagnóstico, trabajo de campo y diseño de soluciones. A nivel internacional, la comparación con el programa Excellence in Prehospital Injury Care (EPICS) de la University of Arizona [44] permite identificar una convergencia clara en el uso del aprendizaje-servicio como eje metodológico predominante. Los proyectos analizados en este estudio promueven el trabajo colaborativo y la implementación de soluciones; con una mayor diversificación temática, extendiéndose hacia dimensiones sociales, culturales y educativas.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las encuestas a los directores de los proyectos de vinculación evidencian los procesos de maduración y conexión con la comunidad. En la D1, el impacto de los proyectos en el rescate del conocimiento ancestral, donde se trabaja con la comunidad para proponer soluciones que mejoren su calidad de vida utilizando sus propias técnicas y fortaleciéndolas desde un enfoque académico. En la D2, la disponibilidad de recursos económicos impacta en las actividades desarrolladas, debido a que se convierten en una limitante, y no solo depende de la IES sino de la situación de cada país. En la D3, la replicabilidad se convierte en una fortaleza de todos los proyectos, basados en resolver problemas sociales integrando la investigación mediante la participación en conferencias y eventos internacionales que pongan en la palestra los resultados obtenidos y se conecten con otras comunidades creando alianzas estratégicas. Desde el punto de vista local, las estrategias incorporadas en la FICT se están trabajando con un enfoque hacia la ingeniería viva, acorde a los proyectos en las clases, talleres participativos, planes de reforma curricular que contemplen una articulación entre docencia, vinculación e investigación. La mayoría de los proyectos de titulación son establecidos desde la participación de los estudiantes en prácticas de vinculación y están

conectados con la realidad de las comunidades vulnerables. Dentro de los parámetros clave para valorar las intervenciones resaltan los resultados tangibles como publicaciones, beneficiarios directos, reconocimientos, alianzas estratégicas e intangibles como el fortalecimiento del conocimiento ancestral, campañas de concientización y buenas prácticas aplicadas en la comunidad. Un ingeniero humanitario articula con otras especialidades y aprende de ellas, tanto el aspecto ambiental, social y cultural, considerando como su eje central el método científico para analizar problemas y el pensamiento crítico planteando soluciones con enfoque de sostenibilidad. Las estrategias presentadas se pueden formular mediante la búsqueda del fortalecimiento de proyectos sostenibles y de impacto social que se oriente a consolidar el desarrollo de las comunidades para promover modelos replicables de ingeniería humanitaria priorizando las alianzas entre universidad-comunidad.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen al Decanato de Vinculación de la ESPOL, a la FICT, al Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a la Ciencias de la Tierra y a la Red CYTED de “Soluciones Basadas en la Naturaleza para la gestión integral del agua en comunidades vulnerables” por su apoyo, colaboración e información en los proyectos analizados.

REFERENCIAS

- [1] M. Natarajarathinam, S. Qiu, and W. Lu, “Community engagement in engineering education: A systematic literature review,” *Journal of Engineering Education*, vol. 110, no. 4, pp. 1049–1077, Oct. 2021, doi: 10.1002/jee.20424.
- [2] A. Ochoa-Duarte, A. L. L. Rojas, and J. D. Reina-Rozo, “STEAM, society and university outreach in Colombia: A preliminary proposal from Buen Vivir,” *Sociología y Tecnociencia*, vol. 11, no. EXTRA 1, pp. 55–82, 2021, doi: 10.24197/st.Extra_1.2021.55-82.
- [3] D. R. Muñoz, “Ingeniería Humanitaria; una nueva manera de abordar la educación en Ingeniería,” *El Hombre y la Máquina*, no. 46, pp. 5–6, 2015.
- [4] R. Dzombak and K. Mehta, “Scholarly Advances in Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship: A Typology of Research Publications,” *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, pp. 98–116, Jan. 2014, doi: 10.24908/ijse.v0i0.5151.
- [5] J. J. Park, M. Park, and J. Smith, “Engineering Students’ Concepts of Humanitarian Engineering and Their Identity Development as Humanitarian Engineers,” *Sustainability*, vol. 13, no. 16, p. 8845, Aug. 2021, doi: 10.3390/su13168845.
- [6] M. S. Pritchard and E. Tsang, “Service Learning: A Positive Approach To Teaching Engineering Ethics And Social Impact Of Engineering,” in *2000 Annual Conference Proceedings, ASEE Conferences*, 2000, pp. 5.544.1-5.544.5. doi: 10.18260/1-2--8693.
- [7] N. Jakubeit, C. Richards, and A. Martinetti, “Designing a problem analysis toolkit in the context of humanitarian engineering,” in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2023, pp. 1065–1070. doi: 10.1016/j.procir.2023.02.180.
- [8] A. Mazzurco and B. K. Jesiek, “Five Guiding Principles to Enhance Community Participation in Humanitarian Engineering Projects Summary Paper.”
- [9] D. R. Muñoz and C. K. Skokan, “09_Skokan20,” 2007.
- [10] B. Amadei, R. Sandekian, and E. Thomas, “A Model for Sustainable Humanitarian Engineering Projects,” *Sustainability*, vol. 1, no. 4, pp. 1087–1105, Nov. 2009, doi: 10.3390/su1041087.

- [11] N. (Nina) Jakubeit, C. (Carithea) Richards, and A. (Alberto) Martinetti, "Designing a problem analysis toolkit in the context of humanitarian engineering," *Procedia CIRP*, vol. 119, pp. 1065–1070, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.02.180.
- [12] B. Amadei and R. Sandekian, "Model of Integrating Humanitarian Advancement into Engineering Education," *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 136, no. 2, pp. 84–92, Apr. 2010, doi: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000009.
- [13] C. Swan, K. Paterson, and A. R. Bielefeldt, "Community Engagement in Engineering Education as a Way to Increase Inclusiveness," in *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*, Cambridge University Press, 2014, pp. 357–372. doi: 10.1017/CBO9781139013451.023.
- [14] X. Soledispa, R. Sumba, and N. Yoza, "Articulation of the substantive functions of Higher Education and its impact on professional training competencies," vol. 7, pp. 1009–1028, 2021.
- [15] J. G. García-Arce, C. A. Pérez- Ramírez, and B. E. Gutiérrez Barba, "Objetivos de Desarrollo Sustentable y funciones sustantivas en las Instituciones de Educación Superior," *Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 21, no. 3, pp. 1–34, Sep. 2021, doi: 10.15517/aie.v21i3.48160.
- [16] Asamblea Nacional del Ecuador, "Ley Orgánica de Educación Superior LOES," 2010.
- [17] D. Daley and G. Anderson, "Humanitarian Engineering: Education and Application," vol. 49, pp. 16–21, 2019.
- [18] P. Singh, "Engaging Electrical and Computer Engineering Students in Humanitarian Engineering Projects," in *2025 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, ASEE Conferences, 2025. doi: 10.18260/1-2--56361.
- [19] K. M. Passino, "Educating the Humanitarian Engineer," *Sci. Eng. Ethics*, vol. 15, no. 4, pp. 577–600, Dec. 2009, doi: 10.1007/s11948-009-9184-8.
- [20] QS World University Rankings, "Latin America & The Caribbean University Rankings 2026." Accessed: Feb. 01, 2026. [Online]. Available: <https://www.topuniversities.com/latin-america-caribbean-overall>
- [21] Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, "Carreras de Grado." Accessed: Jan. 28, 2026. [Online]. Available: <https://www.fict.espol.edu.ec/es/carreras-de-grado>
- [22] D. A. Delaine *et al.*, "A systematic literature review of reciprocity in engineering <sc>service-learning</sc> /community engagement," *Journal of Engineering Education*, vol. 113, no. 4, pp. 838–871, Oct. 2024, doi: 10.1002/jee.20561.
- [23] R. Zamora-Sánchez, A. Rodríguez-Castellanos, and J. Barrutia-Güenaga, "Universidades y desarrollo socioeconómico: una propuesta de evaluación de sus proyectos de vinculación con la sociedad," *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 53, no. 210, Jul. 2022, doi: 10.22201/iiec.20078951e.2022.210.69807.
- [24] J. Briones, "Proyecto: Siembra, cosecha y reutilización del agua para la sostenibilidad (Fase II)," 2025.
- [25] L. Sánchez, "Formulación programa vinculo San Rafael," 2025.
- [26] M. Aguilar, "Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) para la Gestión Integral del Agua," 2025.
- [27] Association of American Colleges and Universities, "Civic Engagement VALUE Rubric," 2009. Accessed: Jan. 28, 2026. [Online]. Available: <https://www.aacu.org/value/rubrics/value-rubrics-civic-engagement>
- [28] Association of American Colleges and Universities, "INTEGRATIVE LEARNING VALUE RUBRIC," 2009.
- [29] Escuela Superior Politécnica del Litoral, "El Sistema Río-Acuífero de Manglaralto que impulsa la ESPOL recibe reconocimiento de la UNESCO. ESPOL Noticias." Accessed: Jan. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.espol.edu.ec/es/noticias/el-sistema-rio-acuifero-de-manglaralto-que-impulsa-la-espol-recibe-reconocimiento-de-la-?utm_source
- [30] D. Rodríguez-Zurita, E. Juaneda-Ayensa, M. Jaya-Montalvo, L. Retamales-García, and P. Carrión-Mero, "An institutional framework for education for sustainable development through service-learning in universities," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Jun. 2025, doi: 10.1108/IJSHE-07-2024-0452.
- [31] G. Herrera-Franco *et al.*, "Water Sowing and Harvesting (WS&H) for Sustainable Management in Ecuador: A Review," Jul. 01, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/heritage7070175.
- [32] I. Culcasi, R. Paz, and F. Venegas, "Form@re-Open Journal per la formazione in rete Service-Learning and soft skills in higher education: a systematic literature review Service-Learning e soft skills nell'istruzione superiore: una revisione sistematica della letteratura," vol. 23, no. 2, pp. 24–43, 2023, doi: 10.36253/f.
- [33] M. Natarajathinam, S. Qiu, and W. Lu, "Community engagement in engineering education: A systematic literature review," Oct. 01, 2021, *John Wiley and Sons Inc.* doi: 10.1002/jee.20424.
- [34] L. N. Van Wassenhove, "Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 57, no. 5, pp. 475–489, May 2006, doi: 10.1057/palgrave.jors.2602125.
- [35] R. Strier, "Fields of paradox: university–community partnerships," *High. Educ. (Dordr.)*, vol. 68, no. 2, pp. 155–165, Aug. 2014, doi: 10.1007/s10734-013-9698-5.
- [36] P. Carrión-Mero, F. Morante-Carballo, V. Vargas-Ormaza, B. Apolo-Masache, and M. Jaya-Montalvo, "A Conceptual Socio-Hydrogeological Model Applied to Sustainable Water Management. Case Study of the Valdivia River Basin, Southwestern Ecuador," *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 16, no. 7, pp. 1275–1285, Nov. 2021, doi: 10.18280/ijssdp.160708.
- [37] T. T. Ngo and B. Chase, "Students' attitude toward sustainability and humanitarian engineering education using project-based and international field learning pedagogies," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, vol. 22, no. 2, pp. 254–273, Jan. 2021, doi: 10.1108/IJSHE-06-2020-0214.
- [38] A. Wood, P. Garff, C. Ward, E. Dahlin, and R. Lewis, "Social Constraints: A Critical Component of Global Humanitarian-based Projects," in *2013 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, ASEE Conferences, Jun. 2013, pp. 23.1072.1-23.1072.11. doi: 10.18260/1-2--22457.
- [39] C. Maiers, M. Reynolds, and M. Haselkorn, "Challenges to effective information and communication systems in humanitarian relief organizations," in *IPCC 2005. Proceedings. International Professional Communication Conference, 2005.*, IEEE, Jul. 2005, pp. 82–91. doi: 10.1109/IPCC.2005.1494163.
- [40] G. Herrera-Franco, N. Alvarado-Macancela, T. Gavín-Quinchuela, and P. Carrión-Mero, "Participatory socio-ecological system: Manglaralto-Santa Elena, Ecuador," *Geology, Ecology, and Landscapes*, vol. 2, no. 4, pp. 303–310, 2018, doi: 10.1080/24749508.2018.1481632.
- [41] G. Herrera-Franco, P. Carrión-Mero, M. Aguilar-Aguilar, F. Morante-Carballo, M. Jaya-Montalvo, and M. C. Morillo-Balsera, "Groundwater resilience assessment in a communal coastal aquifer system. The case of manglaralto in Santa Elena, Ecuador," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 19, Oct. 2020, doi: 10.3390/su12198290.
- [42] T. T. Bravo Mero, R. León Aguilar, and V. Moreira Vera, "Proyecto de Vinculación Bellavista: contribución de los estudiantes de Ingeniería Agronómica y Agrícola en la Universidad Técnica de Manabí," *Revista San Gregorio*, no. 29, pp. 247–259, 2019. [Online]. Available: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/774>.
- [43] J. Q. Caicedo *et al.*, "Proyecto interdisciplinario para el desarrollo de educación ambiental en los estudiantes de octavo de básica," *Revista Tsáchila*, 2025. [Online]. Available: <http://tsachila.edu.ec/ojs/>
- [44] Arizona State University, "Engineering Projects in Community Service (EPICS)," *Arizona State University*. [Online]. Available: <https://epics.engineering.asu.edu/about/>. [Accessed: Apr. 21, 2026].