

International Academic Cooperation and Capacity Development in Engineering Education: The UPM–ESPOL Case Study

Joselyne Solórzano^{1,2,3}; Robert Brito-Matamoros^{1,2}; Paúl Carrión-Mero^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador,
josbasol@espol.edu.ec, robrito@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– *International academic cooperation is a key mechanism for strengthening advanced training and scientific output at higher education institutions. However, it is frequently evaluated using mobility metrics, without detailing how institutional mechanisms are organized or what research orientations result from these partnerships. Therefore, the overall objective is to analyze the UPM–ESPOL case using a framework of humanitarian engineering dimensions to determine strategic axes of international university cooperation. This study was developed in three phases: (i) case delimitation and construction of the documentary corpus; (ii) thematic analysis of academic output; and (iii) strategic analysis of academic cooperation. Academic output is concentrated in water resources, the environment, mining, and infrastructure. Four axes of cooperation are identified: advanced training, academic mobility, applied research orientation, and institutional articulation through networks and projects. The analysis shows convergence between the identified thematic orientations and dimensions associated with humanitarian engineering (territorial needs, technological application, and R&D). The case provides elements for analyzing inter-university cooperation in terms of institutional mechanisms and research orientation.*

Keywords– *Humanitarian engineering, Interuniversity cooperation, Academic partnerships, Education, Applied research.*

Cooperación Académica Internacional y Desarrollo de Capacidades en la Educación en Ingeniería: El Estudio de Caso UPM–ESPOL

Joselyne Solórzano^{1,2,3}; Robert Brito-Matamoras^{1,2}; Paúl Carrión-Mero^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL Polytechnic University, ESPOL, Guayaquil 090902, Ecuador, josbasol@espol.edu.ec, robrito@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 cooperación académica internacional constituye un mecanismo relevante para fortalecer la formación avanzada y la producción científica en instituciones de educación superior. Sin embargo, se evalúa con frecuencia mediante métricas de movilidad, sin detallar cómo se organizan los mecanismos institucionales ni qué orientaciones de investigación resultan de estas alianzas. Por esta razón, el objetivo general es analizar el caso UPM–ESPOL mediante un marco de dimensiones de ingeniería humanitaria para la determinación de ejes estratégicos de cooperación internacional universitaria. Este estudio se desarrolló en tres fases: (i) delimitación del caso y construcción del corpus documental; (ii) análisis temático de la producción académica; y (iii) análisis estratégico de la cooperación académica. La producción académica se concentró en recursos hídricos, medio ambiente, minería e infraestructura. Se identificaron cuatro ejes de cooperación: formación avanzada, movilidad académica, orientación aplicada de la investigación y articulación institucional mediante redes y proyectos. El análisis muestra convergencia entre las orientaciones temáticas identificadas y dimensiones asociadas a la ingeniería humanitaria (necesidades territoriales, aplicación tecnológica e I+D). El caso aporta elementos para analizar cooperación interuniversitaria en términos de mecanismos institucionales y orientación de la investigación.

Palabras clave– ingeniería humanitaria, cooperación interuniversitaria, alianzas académicas, educación, investigación aplicada

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de su evolución histórica, la ingeniería ha desempeñado un papel determinante en los procesos de transformación social y desarrollo económico, contribuyendo no solo al avance tecnológico, sino también a la provisión de soluciones técnicas orientadas a mejorar las condiciones de vida de las sociedades [1]. Desde el siglo XX, el ejercicio de la ingeniería ha estado vinculado a iniciativas de modernización territorial, gestión de recursos y expansión de sistemas energéticos, consolidándose como un componente clave del desarrollo humano y productivo a escala global [2]. En este contexto, la transferencia internacional de conocimiento técnico y científico, así como la cooperación entre universidades e instituciones de distintos países, han constituido mecanismos para fortalecer capacidades locales y promover procesos de desarrollo tecnológico e institucional

[3]. En consecuencia, se ha pasado de una visión técnica hacia una que incorpora responsabilidades sociales relacionadas con la atención de necesidades colectivas, la reducción de desigualdades y la búsqueda de soluciones sostenibles frente a desafíos territoriales y humanos complejos [4].

En las últimas décadas, el reconocimiento de las implicaciones sociales de la ingeniería ha favorecido la consolidación del concepto de ingeniería humanitaria, entendido como un enfoque que integra conocimientos técnicos con dimensiones sociales, ambientales y éticas orientadas a enfrentar desafíos humanos y de desarrollo sostenible [5]. Este enfoque surge ante la necesidad de formar profesionales capaces de intervenir en contextos donde los problemas de ingeniería se encuentran estrechamente vinculados con factores culturales, económicos y comunitarios [6]. Por esta razón, la ingeniería humanitaria se ha incorporado progresivamente en programas de educación superior y experiencias formativas internacionales que articulan conocimiento técnico y compromiso social, orientadas al fortalecimiento de capacidades locales y a la preparación de ingenieros para afrontar desafíos globales y comunitarios [7].

El diseño técnico se integra con enfoques centrados en la sensibilidad cultural y consideraciones éticas propias de contextos comunitarios [8]. Ejemplos representativos de este tipo de enfoques incluyen iniciativas académicas desarrolladas en universidades como Colorado School of Mines y University of Colorado Boulder, donde programas de ingeniería humanitaria integran proyectos comunitarios internacionales dentro de la formación universitaria, combinando aprendizaje técnico, trabajo interdisciplinario y participación directa en contextos de desarrollo [9]. Asimismo, experiencias vinculadas a Engineers Without Borders USA, como la colaboración documentada en Montana State University en Kenia, incorporan movilidad estudiantil y trabajo en terreno como parte del proceso formativo en ingeniería [10].

Desde esta perspectiva, la movilidad académica internacional funciona como un mecanismo clave de cooperación interuniversitaria, formación avanzada, circulación de conocimiento y colaboración científica mediante el intercambio de estudiantes y personal académico

entre instituciones [3]. La literatura sobre internacionalización indica que estas dinámicas fortalecen capacidades científicas e institucionales y consolidan redes de investigación de largo plazo, especialmente en alianzas entre universidades de distintas regiones [11]. Así, los convenios pueden articular formación especializada e investigación aplicada con impactos en problemáticas sociales y territoriales, en línea con principios asociados a la ingeniería humanitaria [12].

Bajo esta lógica, la cooperación académica entre la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) se presenta como un caso de colaboración interuniversitaria orientado a la formación avanzada y al desarrollo de capacidades científicas en ingeniería. Mediante programas de movilidad académica, formación doctoral y actividades conjuntas de investigación, esta alianza facilitó el intercambio de conocimiento y la articulación de redes académicas entre Europa y América Latina [13]. Este caso permite examinar cómo los convenios internacionales entre universidades contribuyen a la generación de conocimiento aplicado y al fortalecimiento institucional en contextos específicos [14].

En este trabajo, el intervalo 1995–2010 se considera la fase inicial documentada del convenio, periodo en el que se establecieron los principales mecanismos de formación, movilidad y articulación académica que dieron continuidad a colaboraciones posteriores entre ambas instituciones; a partir de esta base, el análisis se centra en comprender cómo esta cooperación interuniversitaria se expresa en orientaciones temáticas y en estrategias institucionales de formación e investigación. El estudio plantea dos preguntas: i) ¿En qué medida estas líneas convergen con dimensiones asociadas a la ingeniería humanitaria?, y ii) ¿Qué ejes estratégicos de cooperación se evidencian en esta experiencia en términos de formación avanzada, investigación aplicada y articulación institucional? En consecuencia, el objetivo general es analizar el caso UPM–ESPOL mediante un marco de dimensiones de ingeniería humanitaria para la determinación de ejes estratégicos de cooperación internacional universitaria.

II. CASO DE ESTUDIO: UPM–ESPOL (1995–2010)

La cooperación académica entre la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, actualmente Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIME-UPM), y la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (FICT-ESPOL) se inició formalmente en 1995. Esta cooperación surgió a partir de iniciativas orientadas al fortalecimiento de la formación avanzada y la colaboración científica entre ambas instituciones. Este vínculo se estructuró mediante convenios de cooperación académica, científica y cultural que promovieron la movilidad estudiantil y docente, el desarrollo de proyectos conjuntos y la formación de posgrado en áreas relacionadas con minería, geología, recursos naturales y medio ambiente. Durante el periodo analizado, la cooperación se materializó principalmente a

través de programas de becas internacionales, estancias académicas y programas doctorales conjuntos, permitiendo la formación de profesionales ecuatorianos en la UPM y el establecimiento progresivo de capacidades académicas e investigativas en la ESPOL. Estas iniciativas se articularon posteriormente con programas internacionales como ALFA (América Latina Formación Académica)–ALEMYMA (América Latina–Europa: Minería y Medio Ambiente) y el Programa Antonio de Ulloa, consolidando una relación académica continua basada en el intercambio científico y la formación especializada [15], [16].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolla mediante un enfoque cualitativo basado en estudio de caso, complementado con entrevistas semiestructuradas e indicadores descriptivos de cooperación académica. Este enfoque permite examinar procesos formativos e investigativos en su contexto institucional real y comprender cómo las dinámicas de cooperación interuniversitaria se reflejan en orientaciones académicas, resultados de investigación y mecanismos institucionales de cooperación. El análisis se delimitó al periodo 1995–2010 por corresponder a la fase inicial documentada del convenio, aunque la cooperación entre la UPM–ESPOL continuó posteriormente. Los registros institucionales posteriores fueron utilizados únicamente como evidencia complementaria de continuidad, sin redefinir el alcance histórico principal del estudio.

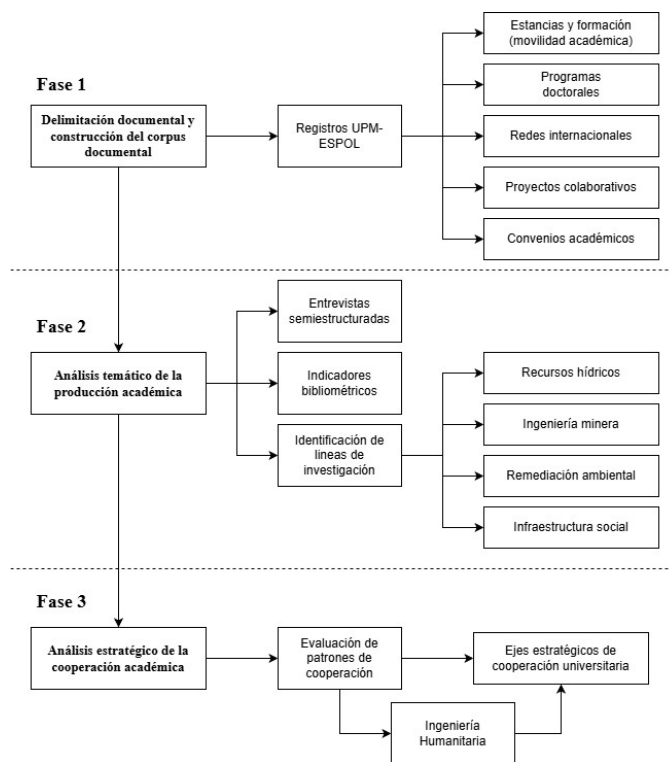


Fig. 1 Esquema metodológico del estudio de caso para el análisis de la cooperación académica UPM–ESPOL.

Con el propósito de identificar la relación entre los resultados académicos generados y los enfoques contemporáneos de la ingeniería humanitaria, el procedimiento metodológico se estructuró en tres fases secuenciales (Fig. 1): (i) delimitación del caso y construcción del corpus documental; (ii) análisis temático de la producción académica; y (iii) análisis estratégico de la cooperación académica mediante dimensiones de ingeniería humanitaria.

Fase 1. Delimitación del caso y construcción del corpus documental

En la primera fase se realizó la recopilación y organización de información documental asociada a la cooperación UPM-ESPOL. El corpus se delimitó a documentos con trazabilidad institucional sobre formación doctoral, movilidad académica, proyectos, redes de cooperación y producción académica vinculada al periodo 1995–2010. Como fuente documental principal se utilizó la memoria institucional Movilidad Académica ETSIM-UPM FICT-ESPOL 1995–2010 [16], empleada como base para la delimitación histórica del caso de estudio y para la identificación de actores, mecanismos de cooperación, programas de formación y resultados académicos vinculados al convenio. De manera complementaria, se incorporó un registro institucional proporcionado por la Gerencia de Relaciones Exteriores de ESPOL, en formato de base de datos, con información de movilizaciones académicas posteriores entre UPM-ESPOL. Este registro no fue utilizado para redefinir el periodo central del estudio, sino únicamente para contextualizar la continuidad de la relación interinstitucional en años recientes. La sistematización de estas fuentes permitió establecer una base homogénea para el análisis posterior, garantizando la trazabilidad entre los resultados académicos observados y el contexto institucional en el que fueron desarrollados.

Fase 2. Análisis temático de la producción académica

En la segunda fase, se efectuó un análisis temático de los trabajos académicos identificados con el fin de reconocer las principales orientaciones de investigación promovidas en el marco de la cooperación. Para ello, se examinó la naturaleza de los problemas abordados, el ámbito disciplinar, la orientación aplicada de los estudios y su relación con problemáticas territoriales, ambientales o tecnológicas. A partir de este análisis se definieron categorías temáticas emergentes que permitieron identificar patrones recurrentes dentro de la formación doctoral y las líneas de investigación desarrolladas mediante la cooperación interuniversitaria.

Este análisis se complementó con tres entrevistas semiestructuradas a egresados doctorales formados en la UPM en el marco del convenio con ESPOL, seleccionados intencionalmente por su participación directa en la cooperación y por su posterior vinculación con procesos académicos e institucionales de la FICT-ESPOL. Las entrevistas se realizaron por videoconferencia, tuvieron una duración aproximada de 30–45 minutos y se organizaron en

cinco ejes: trayectoria académica, motivaciones, experiencia formativa, impactos profesionales y valoración del convenio. La participación fue voluntaria y la información se analizó con fines académicos. Que ayuden a contrastar y matizar los resultados del análisis documental, destacando puntos de acuerdo y aportes adicionales desde la experiencia de los participantes. Asimismo, se revisaron algunos indicadores descriptivos de la producción científica reciente para complementar la interpretación de la producción académica. En particular, se realizó una búsqueda en Scopus de publicaciones con coautoría UPM-ESPOL, empleando como criterio la presencia simultánea de ambas afiliaciones institucionales, y se analizó la distribución de los documentos por año de publicación, tipo de documento y área temática [17], [18]. De manera complementaria, se exploró Google Scholar para identificar tesis doctorales vinculadas al convenio con citación explícita. Las búsquedas en Scopus y Google Scholar se realizaron en abril de 2026. Estos indicadores se utilizaron como apoyo descriptivo para contextualizar la evolución reciente de la colaboración científica y el impacto académico directo de la formación doctoral analizada.

Fase 3. Análisis estratégico de la cooperación académica

En la tercera fase, las categorías temáticas obtenidas fueron interpretadas mediante un marco analítico basado en dimensiones de la ingeniería humanitaria, empleadas como referencia para evaluar la convergencia entre los resultados académicos generados y enfoques orientados a la atención de necesidades humanas, territoriales y ambientales. Para ello, se adoptó el enfoque propuesto por Konkol, quien plantea que la ingeniería humanitaria puede analizarse a partir de tres líneas principales: las características de los proyectos humanitarios, el uso de tecnologías emergentes y los esfuerzos de investigación y desarrollo, orientadas a la generación de soluciones tecnológicas sostenibles con impacto social [19].

A partir de estas líneas se diseñó un marco comparativo específico para este estudio, que organiza el análisis en tres componentes: (i) la necesidad territorial o social explícita a la que responde cada investigación, (ii) el tipo de herramienta o solución ingenieril aplicada y (iii) el componente de Investigación y Desarrollo (I+D) implicado en términos de desarrollo metodológico, innovación o validación experimental. La convergencia entre las categorías temáticas derivadas de la cooperación UPM-ESPOL y estas dimensiones se evaluó identificando, para cada categoría, la combinación específica de estos tres componentes.

IV. RESULTADOS

A. Caracterización general de la cooperación académica UPM-ESPOL

El análisis documental permitió caracterizar la fase inicial documentada de la cooperación UPM-ESPOL (1995–2010) como un esquema binacional de formación avanzada con continuidad institucional. Durante este periodo se identificaron

once trayectorias asociadas directamente a programas de formación doctoral desarrollados en el marco del convenio.

La dinámica formativa se sustentó principalmente en movilidad académica hacia la UPM para el desarrollo de tesis doctorales, complementada por actividades académicas impartidas por docentes de la UPM en ESPOL entre 1997 y 1999. Este esquema combinó estancias prolongadas de investigación doctoral con transferencia académica directa mediante cursos de doctorado impartidos localmente, configurando un modelo mixto de formación internacional.

Asimismo, la cooperación se desarrolló dentro de marcos institucionales específicos, incluyendo la Red ALFA y la red ALEMYMA (1997–2000) y convenios académicos formales que permitieron la coordinación conjunta de programas de formación avanzada, supervisión académica internacional y movilidad bidireccional de docentes e investigadores (Tabla I). La existencia de estos mecanismos organizativos permitió dotar de estructura y estabilidad al proceso formativo durante el periodo analizado, trascendiendo esquemas de intercambio puntual y favoreciendo la consolidación de una cooperación académica sostenida.

TABLA I
 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA COOPERACIÓN EN
 FORMACIÓN AVANZADA (1995–2010)

Componente	Evidencia identificada	Periodo
Movilidad académica	Estancias en UPM para desarrollo de tesis	1995–2010
Cursos de doctorado	Docencia UPM impartida en ESPOL	1997–1999
Red académica	Programa ALFA–ALEMYMA	1997–2000
Coordinación institucional	Coordinación académica UPM–ESPOL	1995–2010

B. *Cooperación en proyectos e investigación aplicada*

Además del componente formativo, la documentación institucional evidencia la ejecución de proyectos de investigación y transferencia tecnológica desarrollados en el marco de la cooperación académica UPM–ESPOL. Estos proyectos se articularon tanto con organismos internacionales como con programas nacionales de financiamiento científico y tecnológico, lo que muestra una expansión progresiva de la cooperación hacia ámbitos de aplicación territorial y ambiental (Tabla II). Entre los organismos internacionales identificados destacan iniciativas vinculadas al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), orientadas principalmente a la caracterización hidrogeológica, gestión de acuíferos costeros y análisis isotópico de recursos hídricos. Estas iniciativas permitieron integrar metodologías avanzadas de investigación dentro de problemáticas ambientales y de gestión del recurso hídrico en contextos locales.

A nivel nacional, la cooperación se vinculó además con organismos como Consejo Nacional de Educación Superior, Ecuador (CONESUP), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Ecuador (SENACYT) y Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Ecuador (FUNDACYT), esta última

en articulación con SENACYT, mediante proyectos relacionados con ordenamiento territorial minero, tratamiento ambiental, caracterización de residuos y mitigación de riesgos geodinámicos, incluyendo estudios desarrollados en zonas críticas como Zaruma–Portovelo. De manera complementaria, se identifican proyectos ejecutados en redes académicas y convenios interinstitucionales asociados al programa ALFA y a iniciativas de cooperación UPM–ESPOL, los cuales ampliaron el alcance de la investigación hacia aplicaciones en planificación territorial, medio ambiente y tecnologías de tratamiento.

En algunos casos, la documentación disponible no especifica explícitamente el organismo financiador o coordinador del proyecto; sin embargo, dichos trabajos se incorporan como evidencia de actividad aplicada vinculada documentalmente al proceso de cooperación académica, manteniendo su trazabilidad documental dentro del análisis.

En conjunto, estos proyectos muestran que la cooperación UPM–ESPOL trascendió la formación académica individual, consolidando una articulación entre formación avanzada, investigación aplicada y atención de problemáticas territoriales concretas.

TABLA II
 PROYECTOS Y ORGANISMOS VINCULADOS A LA COOPERACIÓN
 UPM–ESPOL

Línea de proyecto	Organismos/ programas vinculados	Ejemplos documentados
Recursos hídricos e hidrogeología	OIEA, SENACYT	Acuíferos costeros, caracterización isotópica
Ordenamiento territorial y minería	CYTED, CONESUP	Ordenación minera ambiental, Ruta del Oro
Riesgo geodinámico	FUNDACYT–SENACYT	Mitigación Zaruma–Portovelo
Medio ambiente y tecnología	CONESUP, redes UPM–ESPOL	Relaves mineros, depuración de aguas
Estudios aplicados derivados de cooperación	Convenios institucionales UPM–ESPOL	Estudios geoelectrónicos e impacto ambiental

C. *Evidencias recientes de cooperación académica*

La revisión en Scopus muestra un total de 104 documentos recuperados asociados a la colaboración UPM–ESPOL entre 2007 y 2026. La red de coautoría por autores, construida a partir de las publicaciones conjuntas se presenta en la Fig. 2, la cual incluye 26 autores distribuidos en cinco clústeres. Los nodos con mayor conectividad corresponden a Samantha Jiménez-Oyola (35 enlaces, 11 documentos), David Bolonio (25 enlaces, 6 documentos), María-Jesús García-Martínez (27 enlaces, 6 documentos) y Paúl Carrión-Mero (21 enlaces, 9 documentos). Además, los mayores valores de citación se concentran en David Bolonio, Samantha Jiménez-Oyola, Fernando Morante-Carballo, María-Jesús García-Martínez. En conjunto, estos resultados refuerzan la interpretación de una cooperación científica sostenida, estructurada mediante grupos de coautoría vinculados a ESPOL, UPM y redes académicas asociadas. La distribución por áreas temáticas muestra una concentración en Engineering, Environmental Science y Computer Science, que

De manera complementaria, la revisión exploratoria en Google Scholar identificó tres tesis doctorales vinculadas al convenio con citación explícita, que acumulan aproximadamente 27 citas. Este resultado se considera un indicador parcial del impacto en citas directamente asociado a la formación doctoral, dado que parte de los efectos académicos del proceso formativo se encuentra también reflejado en publicaciones derivadas y otros productos científicos asociados.

The figure consists of two separate network graphs. The left graph has nodes representing individuals such as 'andres', 'sandra', 'paulo', 'maria', 'graciela', 'edgar', 'jose', 'paul', 'javier', and 'E. javier'. These are interconnected by blue and red edges. The right graph features nodes like 'kenny', 'bryan', 'daniel', 'samantha', 'david', 'abel', 'fredo', 'piEDAD', 'paola', and 'carlos', connected primarily by green edges. Both graphs illustrate complex social or organizational networks.

Como evidencia complementaria de continuidad posterior al periodo principal de análisis, los registros de la Gerencia de Relaciones Exteriores de ESPOL consolidados en el archivo “Histórico ESPOL–UPM 2015–2025” evidencian 51 actividades académicas entre 2016 y 2025 asociadas a la relación con la UPM. De estas, 44 corresponden a movilidades salientes desde ESPOL hacia la UPM y 7 a movilidades entrantes desde la UPM hacia ESPOL, con participación mayoritaria de estudiantes y personal académico, complementada por algunos casos de personal administrativo.

de intercambio académico y científico, más allá de la fase fundacional analizada en detalle para el periodo 1995–2010.

Los trabajos de formación avanzada desarrollados en el marco de la cooperación UPM-ESPOL se concentraron en un conjunto acotado de problemas de investigación vinculados a recursos naturales, medio ambiente, minería e infraestructura. En los textos analizados predominan planteamientos orientados a la resolución de desafíos territoriales específicos, con énfasis en la gestión de recursos hídricos, la mejora de procesos mineros, la remediación de impactos ambientales y el desarrollo de soluciones constructivas para contextos con restricciones económicas.

TABLA III
CLASIFICACIÓN TEMÁTICA DE LOS TRABAJOS DE FORMACIÓN
AVANZADA DERIVADOS DE LA COOPERACIÓN UPM-ESPOL

Los resultados evidencian investigaciones orientadas a la gestión sostenible de recursos naturales y a la mitigación de impactos ambientales en contextos productivos y territoriales específicos. En particular, los trabajos sobre recursos hídricos y remediación ambiental enfatizan la optimización del uso de recursos y la reducción de efectos antrópicos, mientras que las investigaciones en ingeniería minera se enfocan en eficiencia y sostenibilidad de procesos extractivos, y las de infraestructura proponen soluciones constructivas para

contextos sociales con restricciones económicas. La distribución temática observada indica que la cooperación académica favoreció el desarrollo de investigaciones orientadas principalmente a la gestión de recursos naturales, la mitigación ambiental y la atención de necesidades territoriales concretas, evidenciando una convergencia entre formación avanzada y problemáticas reales del entorno.

E. Perspectivas de los participantes sobre la cooperación académica

Las entrevistas semiestructuradas realizadas a tres egresados doctorales formados en la UPM en el marco del convenio con ESPOL, actualmente desempeñándose como director de un centro de investigación, decano de la FICT y científico, permitieron complementar el análisis documental con perspectivas sobre la cooperación académica y la formación avanzada. Uno de los participantes accedió al doctorado tras varios años de experiencia en el sector privado, valorando la cooperación UPM-ESPOL como una oportunidad para actualizarse científicamente, reorientar su trayectoria hacia la investigación aplicada y establecer vínculos con redes académicas internacionales. El segundo entrevistado desarrolló su carrera íntegramente en ESPOL, incorporándose tempranamente como docente y accediendo al programa doctoral como parte de la estrategia institucional de fortalecimiento de la planta académica, percibiendo la cooperación como un mecanismo clave para consolidar su perfil académico y estructurar nuevas líneas de investigación en la facultad. Los participantes coincidieron en que la experiencia doctoral tuvo un impacto decisivo en su desarrollo profesional y en la generación de capacidades institucionales en ESPOL: desde la dirección de centro se subrayó la incorporación de metodologías avanzadas de investigación aplicada y la participación en proyectos con organismos internacionales, mientras que desde el decanato se destacó el papel de la cooperación en el incremento de profesores con formación doctoral, la alineación de las líneas de investigación con necesidades territoriales y el impulso a procesos de internacionalización académica. De manera complementaria, el tercer testimonio evidencia que la cooperación también favoreció trayectorias académicas transnacionales, en las que la formación doctoral derivó en inserción profesional e investigativa en instituciones españolas, sin interrumpir la colaboración posterior con ESPOL. En este caso, la continuidad de la cooperación se expresó mediante colaboraciones con FICT y Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT), participación en informes técnicos, cursos, artículos científicos, redes temáticas como CYTED y proyectos de investigación como Linckglobal y Programa de Cooperación Científica (i-COOP). En conjunto, las entrevistas muestran que los efectos del convenio no se limitaron a la obtención de grados doctorales, sino que se extendieron hacia la creación de redes científicas, la producción académica conjunta y la consolidación de vínculos institucionales de largo plazo.

F. Convergencia de las orientaciones temáticas con dimensiones de ingeniería humanitaria

Conkol [17] plantea que la ingeniería humanitaria puede interpretarse a partir de la interacción entre tres componentes principales: la orientación de los proyectos hacia necesidades humanas y territoriales, la aplicación de tecnologías ingenieriles y el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo orientadas a soluciones sostenibles. Al contrastar las categorías temáticas derivadas de la cooperación UPM-ESPOL, presentadas en la Tabla III, con estas dimensiones, se observa que cada categoría temática combina una necesidad humana o territorial, una aplicación tecnológica específica y un componente de investigación y desarrollo (I+D), como se sintetiza en la Tabla IV. Los resultados muestran que los trabajos sobre gestión y sostenibilidad de recursos hídricos se vinculan con la gestión del abastecimiento y la modelización hidrogeológica; los de ingeniería minera, con el uso eficiente y responsable de recursos naturales y la optimización de procesos; los de remediación ambiental, con la recuperación de suelos y el desarrollo de tecnologías de tratamiento y materiales adsorbentes; y los de infraestructura, con soluciones constructivas accesibles basadas en materiales alternativos de bajo costo.

TABLA IV
 CONVERGENCIA ENTRE LAS ORIENTACIONES TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN Y LAS DIMENSIONES ANALÍTICAS DE LA INGENIERÍA HUMANITARIA

Categoría temática	Necesidad humana o territorial	Aplicación de tecnologías ingenieriles	Investigación y desarrollo (I+D)
Gestión y sostenibilidad de recursos hídricos	Gestión sostenible del recurso hídrico y abastecimiento	Modelización y optimización hidrogeológica	Desarrollo de metodologías de gestión
Ingeniería minera y aprovechamiento sostenible de recursos	Uso eficiente y responsable de recursos naturales	Sistemas expertos y optimización de procesos	Innovación en técnicas extractivas
Remediación ambiental y tecnologías aplicadas	Recuperación de suelos y mitigación de impactos ambientales	Tecnologías de tratamiento y materiales adsorbentes	Investigación experimental aplicada
Ingeniería aplicada al desarrollo social e infraestructura	Soluciones constructivas para vivienda accesible	Materiales alternativos de bajo costo	Evaluación técnica de desempeño constructivo

Los resultados evidencian que las investigaciones desarrolladas en el marco de la cooperación presentan una orientación predominante hacia la resolución de problemáticas asociadas a la gestión de recursos naturales, la mitigación de impactos ambientales y la mejora de condiciones de infraestructura en contextos específicos. En conjunto, estas características sugieren una articulación entre conocimiento técnico, aplicación tecnológica y atención de necesidades territoriales, con las dimensiones analíticas utilizadas para interpretar la ingeniería humanitaria en este estudio.

Cabe destacar que, si bien los trabajos analizados no fueron concebidos explícitamente bajo este enfoque

conceptual, la convergencia observada sugiere que la cooperación académica favoreció el desarrollo de líneas de investigación orientadas a desafíos sociales y ambientales mediante soluciones ingenieriles aplicadas. En este sentido, la recurrencia de estas características permite interpretar que los procesos de formación avanzada e investigación promovidos por la cooperación UPM-ESPOL generaron condiciones académicas e institucionales compatibles con dimensiones actualmente asociadas a la ingeniería humanitaria. Esta convergencia constituye la base para identificar los ejes estratégicos de cooperación interuniversitaria que facilitaron la generación de dichas orientaciones formativas e investigativas.

G. Identificación de ejes estratégicos de cooperación interuniversitaria

Los elementos observados en la clasificación temática de los trabajos académicos (Tabla III) y en su convergencia con las dimensiones analíticas de la ingeniería humanitaria (Tabla IV) permitieron identificar ejes estratégicos de cooperación interuniversitaria. Estos patrones vinculan resultados formativos, investigativos e institucionales, y muestran relaciones consistentes entre los mecanismos de cooperación observados y las orientaciones de investigación derivadas del convenio UPM-ESPOL. En conjunto, permiten interpretar la cooperación analizada como un proceso institucional sostenido, más que como una suma de experiencias individuales.

Eje 1. Formación avanzada y desarrollo de capacidades científicas

El primer eje identificado corresponde a la formación avanzada desarrollada mediante programas conjuntos, que permitió la consolidación de capacidades científicas a través de procesos de supervisión académica internacional, movilidad investigativa y transferencia de conocimiento especializado. La recurrencia de trayectorias desarrolladas en la UPM, junto con la impartición de cursos de doctorado por docentes visitantes en la ESPOL entre 1997 y 1999, evidencia que la formación doctoral constituyó el principal mecanismo estructurante de la cooperación académica analizada. Este esquema combinó estancias internacionales de investigación con formación local especializada, favoreciendo la generación progresiva de capital humano avanzado y la consolidación de líneas de investigación institucionales.

Eje 2. Movilidad académica y articulación de redes científicas

Un segundo eje estratégico se relaciona con la movilidad académica sostenida, entendida no únicamente como intercambio formativo, sino como mecanismo de articulación entre comunidades científicas. Las estancias académicas de estudiantes e investigadores entre ambas instituciones, así como la participación de docentes visitantes y actividades académicas conjuntas, facilitaron la codirección de investigaciones, la transferencia metodológica y la continuidad de líneas científicas compartidas. Las entrevistas refuerzan esta interpretación al mostrar que la movilidad doctoral no

solo produjo trayectorias formativas individuales, sino también vínculos científicos sostenidos entre investigadores, laboratorios, centros de investigación y redes académicas internacionales.

Eje 3. Investigación aplicada orientada al territorio

El tercer eje corresponde al carácter aplicado de la investigación, evidenciado en la predominancia de trabajos vinculados a la gestión de recursos hídricos, la remediación ambiental, el aprovechamiento sostenible de recursos y el desarrollo de soluciones constructivas adaptadas a contextos locales. La clasificación temática presentada en la Sección 4.D muestra una concentración de investigaciones dirigidas a la gestión de recursos naturales, mitigación ambiental y soluciones tecnológicas aplicadas a contextos productivos y sociales específicos. Esta orientación evidencia que la cooperación académica favoreció la alineación entre formación avanzada y necesidades territoriales concretas, integrando investigación científica con problemáticas reales del entorno.

Eje 4. Articulación institucional y cooperación internacional

Finalmente, se identifica como cuarto eje la articulación institucional mediante redes académicas y proyectos internacionales, los cuales proporcionaron un marco operativo para la continuidad de la cooperación. La participación en redes como ALFA-ALEMYMA y en proyectos desarrollados con organismos internacionales y nacionales, entre ellos CYTED, OIEA, CONESUP y SENACYT-FUNDACYT, permitió sostener en el tiempo los procesos formativos e investigativos observados. Esta articulación también se observa en los testimonios analizados, que vinculan la cooperación UPM-ESPOL con colaboraciones posteriores en redes temáticas, proyectos de investigación, cursos, informes técnicos y publicaciones científicas conjuntas. Estos mecanismos contribuyeron a consolidar vínculos institucionales estables y a facilitar la integración de ambas universidades en iniciativas de cooperación científica.

En conjunto, estos ejes evidencian que la cooperación UPM-ESPOL trascendió el intercambio académico puntual, configurando un modelo de colaboración basado en la integración entre formación avanzada, investigación aplicada y coordinación institucional. Este modelo permite interpretar la cooperación analizada como un proceso acumulativo de generación de capacidades científicas e institucionales, con elementos transferibles a otras iniciativas de cooperación universitaria orientadas al fortalecimiento académico y al desarrollo territorial.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la cooperación académica UPM-ESPOL trascendió esquemas tradicionales de movilidad individual, configurándose como un proceso de generación de capacidades científicas e institucionales. La articulación entre formación doctoral, movilidad académica,

investigación aplicada y redes institucionales sugiere que los efectos observados responden a mecanismos estructurados de cooperación más, más que a experiencias aisladas de intercambio académico. Estudios sobre proyectos de capacity building en educación superior señalan que las asociaciones interuniversitarias de largo plazo permiten fortalecer sistemas científicos locales mediante transferencia de conocimiento, formación avanzada y consolidación institucional progresiva [20], [21]. Esta interpretación coincide con otros casos internacionales de cooperación universitaria, donde la efectividad de las alianzas depende no solo del intercambio académico, sino también de estructuras de coordinación, capacidades institucionales y una orientación de la investigación vinculada a problemas del territorio. En Purdue–UNSA, una alianza académica internacional enfocada en la gestión del agua y el desarrollo de capacidades en Arequipa, se apoyó en una estructura formal de coordinación en proyectos compartidos orientados a necesidades territoriales concretas [22]. De forma similar, estudios comparativos sobre fortalecimiento institucional y académico en educación superior muestran que los proyectos con mayor impacto suelen apoyarse en anclajes institucionales, redes de cooperación y articulación entre formación, investigación y transferencia [23]. La movilidad internacional facilita no solo el crecimiento profesional individual, sino también la creación de redes científicas, la circulación metodológica y la continuidad de líneas de investigación compartidas entre instituciones asociadas [11], [24].

De igual forma, los modelos contemporáneos de cooperación doctoral internacional destacan que los programas conjuntos y las titulaciones desarrolladas entre universidades contribuyen simultáneamente a mejorar la calidad investigativa y a fortalecer la integración institucional entre socios académicos [25]. Otro aspecto relevante es que este proceso incorporó un componente de acompañamiento académico entre instituciones, expresado en prácticas de mentoría, supervisión doctoral y colaboración científica internacional [26]. Diversos estudios señalan que la supervisión doctoral y la participación en redes de investigación funcionan como mecanismos de mentoría que facilitan la inserción de investigadores en comunidades científicas y fortalecen su desarrollo profesional y académico [27]. Desde esta perspectiva, la cooperación analizada evidencia cómo las relaciones académicas establecidas durante procesos formativos internacionales pueden contribuir simultáneamente al aprendizaje científico individual y a la consolidación institucional en contextos de cooperación universitaria [28]. Investigaciones sobre alianzas internacionales en educación superior orientadas al desarrollo sostenible indican que las colaboraciones académicas tienden a evolucionar hacia enfoques aplicados cuando integran formación avanzada con necesidades sociales y ambientales locales, contribuyendo indirectamente al cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible [29], [30].

Este rasgo también aparece en otros casos internacionales, donde la cooperación se articuló alrededor de problemas de

gestión del agua y produjo investigación, herramientas y propuestas aplicadas para la gestión del recurso, mostrando que la pertinencia territorial puede convertirse en un eje de la colaboración académica [22], [31]. Del mismo modo, la síntesis de casos exitosos de fortalecimiento de la educación superior destaca que la pertinencia contextual es un rasgo común de los proyectos con mayor impacto, especialmente cuando la formación y la producción académica se alinean con necesidades regionales y estrategias institucionales más amplias [23]. En esa misma línea, experiencias como MIMIR ANDINO (Modernization of Institutional Management for Innovation and Research in the Andean Region of Latin America), orientadas al fortalecimiento de la gestión institucional de la investigación y la innovación en universidades andinas, muestran cómo herramientas de diagnóstico, espacios de formación y mecanismos de articulación interinstitucional pueden ampliar el alcance regional de la cooperación académica [32]. Por su parte, la ingeniería humanitaria funciona como un marco para integrar soluciones ingenieriles con objetivos de sostenibilidad, equidad social y desarrollo humano, enfatizando el diseño tecnológico contextualizado y la resolución de problemáticas reales [4]. Este enfoque amplía el rol tradicional del ingeniero hacia la generación de soluciones técnicamente viables y socialmente pertinentes dentro de contextos específicos [6].

Es importante señalar que la cooperación UPM–ESPOL se desarrolló antes de la consolidación formal del concepto de ingeniería humanitaria dentro de la educación en ingeniería. Sin embargo, la convergencia identificada entre investigación aplicada, orientación territorial y desarrollo de capacidades institucionales sugiere la presencia de dinámicas académicas compatibles con principios posteriormente sistematizados dentro de este enfoque. Desde esta perspectiva, el caso analizado puede interpretarse como un proceso de cooperación académica cuyos resultados anticipan prácticas actualmente asociadas a la ingeniería orientada al desarrollo humano y sostenible [4], [33].

En conjunto, los hallazgos refuerzan la evidencia que señala que las alianzas internacionales mantenidas en la educación superior constituyen procesos efectivos para fortalecer capacidades científicas, consolidar redes institucionales y promover investigaciones orientadas al desarrollo territorial [20], [29]. La comparación con otros casos internacionales permite precisar que estos resultados suelen depender de liderazgo institucional, mecanismos de coordinación, diagnósticos compartidos y redes interuniversitarias, en las que los espacios de discusión, las herramientas de autoevaluación y los talleres multiplicadores favorecen la ampliación de capacidades [32].

El caso UPM–ESPOL aporta así evidencia empírica sobre cómo esquemas históricos de cooperación universitaria pueden generar resultados académicos e institucionales alineados con agendas contemporáneas de desarrollo sostenible y cooperación internacional en ingeniería. En particular, los resultados permiten interpretar 1995–2010 como una etapa de establecimiento de bases académicas e

institucionales que favorecieron la continuidad posterior de la cooperación. Como principal limitación, este estudio se apoya en un corpus documental históricamente delimitado y en un número acotado de entrevistas semiestructuradas, por lo que la triangulación cualitativa sigue siendo parcial. De manera complementaria, la revisión de publicaciones conjuntas, citación y movilidad académica reciente se utilizó con un propósito descriptivo y exploratorio. En particular, los indicadores derivados de Scopus deben interpretarse considerando posibles variaciones en la forma de registrar las afiliaciones institucionales, lo que puede afectar la recuperación completa de publicaciones conjuntas entre ambas instituciones. En consecuencia, los resultados deben entenderse como una caracterización cualitativa e interpretativa del proceso analizado, más que como una medición integral de sus efectos académicos, científicos e institucionales. Aun así, el procedimiento de clasificación temática, contraste cualitativo y comparación conceptual ofrece una ruta analítica útil para examinar otras experiencias de cooperación académica, especialmente en contextos donde la información histórica es incompleta, dispersa o heterogénea.

VI. CONCLUSIONES

El análisis del caso de cooperación académica entre la UPM y la ESPOL permitió evidenciar que la colaboración interuniversitaria puede superar esquemas limitados de movilidad académica, dando lugar a procesos integrados de formación avanzada, investigación aplicada y coordinación institucional.

El periodo 1995–2010 se interpreta como fase inicial de consolidación, en la que se configuraron mecanismos que posteriormente permitieron la continuidad y evolución de la colaboración interuniversitaria. Los resultados muestran que la interacción entre programas de formación avanzada, intercambio académico, orientación territorial de la investigación y participación en redes internacionales contribuyó al fortalecimiento de capacidades científicas y al desarrollo de competencias investigativas vinculadas a ESPOL. Las entrevistas semiestructuradas y los indicadores descriptivos de colaboración reciente complementan esta interpretación, al evidenciar la persistencia de vínculos académicos, redes científicas y producción conjunta más allá del periodo fundacional analizado. En este contexto, el estudio permitió identificar un conjunto de ejes estratégicos de cooperación asociados a la formación avanzada, la movilidad académica, la orientación aplicada de la investigación y la articulación institucional mediante redes y proyectos internacionales. La cooperación contribuyó al desarrollo de capacidades académicas orientadas a vincular la generación de conocimiento con problemáticas ambientales y territoriales concretas.

Asimismo, el análisis demuestra la existencia de una convergencia entre las líneas de investigación desarrolladas en el marco de la cooperación UPM–ESPOL y dimensiones actualmente asociadas a la ingeniería humanitaria, en términos

de orientación territorial, aplicación tecnológica y generación de capacidades académicas. Aunque esta experiencia se desarrolló antes de la consolidación formal de dicho enfoque dentro de la educación en ingeniería, los resultados permiten interpretar el caso como una experiencia cuyos efectos académicos y científicos son compatibles con principios contemporáneos de ingeniería orientada al desarrollo humano.

Finalmente, los hallazgos destacan el papel de las alianzas internacionales como instrumentos relevantes para fortalecer la contribución social de la formación en ingeniería, especialmente cuando la investigación y la formación avanzada se vinculan con desafíos territoriales específicos. El caso estudiado aportó evidencia empírica sobre cómo experiencias de cooperación universitaria pueden ofrecer referencias transferibles para el diseño de futuras iniciativas académicas orientadas al fortalecimiento institucional y a la aplicación del conocimiento ingenieril en contextos reales.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a Alfonso Maldonado Zamora, precursor de la cooperación académica UPM–ESPOL, por su contribución al establecimiento de los vínculos institucionales que dieron origen a esta experiencia de colaboración. Asimismo, reconocen el apoyo de las autoridades y directivos de CIPAT, FICT y la Gerencia de Relaciones Exteriores de ESPOL (RELEX), así como de la ETSIME-UPM, cuya gestión institucional contribuyó al desarrollo de procesos de formación avanzada, movilidad académica e investigación conjunta. Este reconocimiento se extiende a los rectores de ESPOL y a las autoridades universitarias que favorecieron la continuidad de la cooperación entre ambas instituciones.

REFERENCIAS

- [1] C. Mitcham and D. Muñoz, "Humanitarian Engineering," in *Humanitarian Engineering. Synthesis Lectures on Engineers*, Springer, Cham, 2010, pp. 27–35. doi: 10.1007/978-3-031-79964-8_3.
- [2] UNESCO, *Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals*. 2021. Accessed: Feb. 27, 2026. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375644>
- [3] J. Knight, "Updated Definition of Internationalization," *International Higher Education*, no. 33, Mar. 2015, doi: 10.6017/ihe.2003.33.7391.
- [4] B. Amadei, *Engineering for Sustainable Human Development*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2014. doi: 10.1061/9780784413531.
- [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] J. Smith, A. L. H. Tran, and P. Compston, "Review of humanitarian action and development engineering education programmes," *European Journal of Engineering Education*, vol. 45, no. 2, pp. 249–272, Mar. 2020, doi: 10.1080/03043797.2019.1623179.
- [7] M. Baaorum, "Humanizing engineering education: A comprehensive model for fostering humanitarian engineering education," *International Journal of Modern Education Studies*, vol. 2, no. 1, pp. 1–23, 2018, Accessed: Feb. 27, 2026. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1299661.pdf>
- [8] C. H. Birzer and J. Hamilton, "Humanitarian engineering education fieldwork and the risk of doing more harm than good," *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 24, no. 2, pp. 51–60, Jul. 2019, doi: 10.1080/22054952.2019.1693123.

- [9] 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.
- [10] O. Stein and L. Schmalzbauer, "Engineers Without Borders at Montana State University: Student-Led Engagement and Transnational Collaboration," *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, vol. 16, no. 3, p. 187, 2012, Accessed: Feb. 27, 2026. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1001390.pdf>
- [11] H. De Wit, "Internationalization of Higher Education," *Journal of International Students*, vol. 10, no. 1, pp. i–iv, Feb. 2020, doi: 10.32674/jis.v10i1.1893.
- [12] D. Teferra and P. G. Altbach, "African higher education: Challenges for the 21st century," *High. Educ. (Dordr.)*, vol. 47, no. 1, pp. 21–50, Jan. 2004, doi: 10.1023/B:HIGH.0000009822.49980.30.
- [13] P. Castro, J. Woodin, U. Lundgren, and M. Byram, "Student mobility and internationalisation in higher education: perspectives from practitioners," *Language and Intercultural Communication*, vol. 16, no. 3, pp. 418–436, Jul. 2016, doi: 10.1080/14708477.2016.1168052.
- [14] J. Gaillard, "Measuring Research and Development in Developing Countries," *Science, Technology and Society*, vol. 15, no. 1, pp. 77–111, Mar. 2010, doi: 10.1177/097172180901500104.
- [15] Comisión Europea, "Programa de formación académica UE-América Latina, 1994-1999," CORDIS. Accessed: Feb. 25, 2026. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/programme/id/IC-ALFA/es>
- [16] A. Maldonado and P. Carrión, "Movilidad Académica ETSIM-UPM & FICT-ESPOL (1995-2010)," 2016. Accessed: Feb. 25, 2026. [Online]. Available: <https://cipat.espol.edu.ec/libros/movilidad-acad%C3%A9mica>
- [17] L. BRAVO-MONTERO, C. GARCÍA-ARANDA, and G. HERRERA-FRANCO, "The Relationship between Nature-Based Solutions and the Water Energy Food Nexus: A Literature Review," Nov. 2025, pp. 87–96. doi: 10.2495/SC250081.
- [18] J. Briones-Bitar, B. Pinto-Ponce, J. Caicedo-Potosí, E. Santos-Baquerizo, P. Carrión-Mero, and F. Morante-Carballo, "Evolution of Smart Buildings: A Bibliometric Analysis and Systematic Review," *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 20, no. 4, Apr. 2025, doi: 10.18280/ijstdp.200403.
- [19] G. K. Conkol, "Humanitarian Engineering - Emerging Technologies and Humanitarian Efforts," in *2012 IEEE Global Humanitarian Technology Conference*, IEEE, Oct. 2012, pp. 253–258. doi: 10.1109/GHTC.2012.41.
- [20] R. Escarre and J. de León, *Increasing the impact of higher education in developing countries through capacity building projects*. McGraw Hill, 2024. Accessed: Feb. 28, 2026. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/388309245_Increasing_the_impact_of_higher_education_in_developing_countries_through_capacity_building_projects
- [21] M. L. Rodrigues, L. Nimrichter, and R. J. B. Cordero, "The benefits of scientific mobility and international collaboration," *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 363, no. 21, Nov. 2016, doi: 10.1093/femsle/fnw247.
- [22] E. F. Bocardo-Delgado, K. E. Mazer, and L. C. Bowling, "Challenges and Opportunities of International University Partnerships to Support Water Management," *J. Contemp. Water Res. Educ.*, no. 171, pp. 1–8, 2020, Accessed: Apr. 18, 2026. [Online]. Available: https://ucowr.org/wp-content/uploads/2021/01/171_Full_Issue_Corrected.pdf
- [23] R. Escarré, J. de León, E. Díaz-Farina, C. Suárez-Rojas, and Y. E. Lam-González, "Successful cases of capacity building in higher education projects," in *Increasing the impact of higher education in developing countries through capacity building projects*, R. Escarré and J. de León, Eds., Madrid: McGraw Hill, 2024, pp. 109–116. Accessed: Apr. 18, 2026. [Online]. Available: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/135641/1/IncreasingTHEimpact_Web.pdf
- [24] V. Bocsi, "First Generation Students in the Hungarian Higher Educational System," *Central European Journal of Educational Research*, vol. 2, no. 1, pp. 53–65, Apr. 2020, doi: 10.37441/CEJER/2020/2/1/5758.
- [25] Birmingham City University, European University Foundation, and Universidad de Alcalá, "International cooperation in doctoral education," *European PhD Hub*, 2018, doi: 10.5281/zenodo.10832514.
- [26] M. Lozano, Y. Chavez, and J. Sánchez, "La mentoría en la educación superior: una revisión de la literatura," *Zenodo*, 2024, doi: 10.5281/zenodo.12629762.
- [27] M. R. Castillo Bustos, J. E. Rojas Mesa, and A. G. Yépez Moreno, "Perspectivas y retos de la formación doctoral en América Latina," *Revista Científica Retos de la Ciencia*, vol. 7, no. 14, pp. 139–155, Jan. 2023, doi: 10.53877/rc.7.14.2023010112.
- [28] O. Rodríguez, "Estrategia de formación doctoral para la captación, seguimiento e incorporación a programas de doctorados," *Opuntia Brava*, 2024, Accessed: Mar. 01, 2026. [Online]. Available: <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/2058>
- [29] British Council, "Role of international higher education partnerships in contributing to the sustainable development goals," 2022. Accessed: Feb. 28, 2026. [Online]. Available: <https://www.acu.ac.uk/media/iq0jhepv/international-he-partnerships-and-the-sdgs-report.pdf>
- [30] M. Fontes, P. Videira, and T. Calapez, "The Impact of Long-term Scientific Mobility on the Creation of Persistent Knowledge Networks," *Mobilities*, vol. 8, no. 3, pp. 440–465, Sep. 2013, doi: 10.1080/17450101.2012.655976.
- [31] K. E. Mazer *et al.*, "Creating a Collaboration Framework to Evaluate International University-led Water Research Partnerships," *J. Contemp. Water Res. Educ.*, no. 171, pp. 9–26, 2020, Accessed: Apr. 18, 2026. [Online]. Available: https://ucowr.org/wp-content/uploads/2021/01/171_Full_Issue_Corrected.pdf
- [32] E. Gamboa Bernal and L. F. Villamizar, "The MIMIR ANDINO project," *Increasing the impact of higher education in developing countries through capacity building projects*, pp. 263–276, 2024, Accessed: Apr. 18, 2026. [Online]. Available: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/135641/1/IncreasingTHEimpact_Web.pdf
- [33] D. Mills, "Academic mobility in higher education Paper commissioned for the World Higher Education Conference 18-20 May 2022.," 2022. Accessed: Feb. 28, 2026. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389878>