

**Informe de vigilancia competitiva
como apoyo de la propuesta de
creación de un programa de
Especialización en Economía
Regenerativa para la Innovación de
la Construcción de la Universidad
Santo Tomás, Bucaramanga**



Unidad de Bibliometría, CRAI
2026



Directivos	Fray Mauricio CORTÉS GALLEGO, O.P. Rector Seccional
	Fray Alberto René RAMÍREZ TÉLLEZ, O.P. Vicerrector Académico
	Fray Luis Eduardo PÉREZ SÁNCHEZ, O.P. Vicerrector Administrativo – Financiero
	Ab. Juan Pablo LEAL RICO Secretario General
Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación	Fray Guillermo L. VILLA HINCAPIÉ, O.P. Director General
Facultad de Arquitectura	Sergio TAPIAS URIBE Decana Facultad de Arquitectura
Facultad de Ingeniería Civil	Luis Alfredo ARENAS SAAVEDRA Decano Facultad de Ingeniería Civil
Grupo de Investigación GINVEARQUI	Catalina SAUZA REYES Docente Investigadora
Elaborado por	Sergio Alejandro IDÁRRAGA ORTIZ ¹ Profesional de soporte, Unidad de Bibliometría, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación – CRAI
	Martha CERVANTES DÍAZ ² Docente, Facultad de Ingeniería Ambiental
	Viviana Marcela VARGAS LEAL ³ Directora Técnica, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación - CRAI

¹ Profesional en Ciencia de la Información y la Documentación, Bibliotecología y Archivística, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. Estudiante, Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia. Profesional de soporte, Unidad de Bibliometría, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia. vigilanciategnologicabibliotec@ustabuca.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2551-0766>

² Química, M.Sc. Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, Grupo de Investigaciones Ambientales para el Desarrollo Sostenible – GIADS, Facultad de Química Ambiental, Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga. martha.cervantes@ustabuca.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4427-6872>

³ Profesional en Ciencia de la Información-Bibliotecología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Magíster en E-Learning, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia. Directora Técnica, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia. dibiblio@ustabuca.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6241-3239>

Contenido

Introducción.....	6
Metodología.....	8
Identificación y selección de descriptores	9
Resultados.....	10
Vigilancia Académica	10
Estadísticas del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) 10	
Oferta académica en nivel de especialización relacionada con la propuesta de programa académico	10
Recomendaciones de posicionamiento (acción estratégica).....	14
Estadísticas de inscripción, admisión, matrícula para primer semestre, matrícula general y graduación.....	14
Vigilancia Laboral	21
Estadísticas del Observatorio Laboral para la Educación (OLE).....	21
Índices de empleabilidad	21
Ranking de posgrados Sapiens	22
Capacidades nacionales de investigación.....	24
Programas académicos internacionales de referencia.....	25
Vigilancia Científica.....	26
Mapeo de literatura académica identificada en Web of Science / Tree of Science (ToS)	27
Dinámica reciente de la producción científica y tendencias emergentes del campo..	29
Caracterización de la producción científica según tipo de documento	31
Revistas y medios de divulgación científica	32
Distribución geográfica del conocimiento.....	33
Análisis de palabras clave y estructura temática.....	35
Identificación de tendencias tecnológicas y líneas de investigación.....	40
Identificación de oportunidades estratégicas	42
Relación entre líneas de investigación, oportunidades estratégicas y propuesta formativa del programa	43
Propuesta de fortalecimiento curricular a partir del ejercicio de vigilancia tecnológica	45
Requerimientos básicos para el fortalecimiento del programa	46
Anexo A. Análisis de resultados ToS	53

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Programas académicos de nivel técnico profesional asociados con salud oral seleccionados como competencia.</i>	10
Tabla 2. <i>Inscritos en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.</i>	16
Tabla 3. <i>Admitidos en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.</i>	17
Tabla 4. <i>Matriculados en primer nivel en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.</i>	18
Tabla 5. <i>Matriculados en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.</i>	19
Tabla 6. <i>Graduados en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.</i>	20
Tabla 7. <i>IBC estimado y tasa de cotizantes por programas de recién egresados.</i>	21
Tabla 8. <i>IBC estimado y tasa de cotizantes por programas.</i>	22
Tabla 9. <i>Ranking POST-Sapiens programas seleccionados como posible competencia para la propuesta de programa nuevo.</i>	23
Tabla 10. <i>Grupos de investigación registrados en la plataforma Scienti (GrupLac) de Minciencias relacionados la propuesta de programa nuevo.</i>	24
Tabla 11. <i>Herramientas empleadas y líneas de investigación identificadas.</i>	40
Tabla 12. <i>Identificación de oportunidades estratégicas.</i>	42
Tabla 13. <i>Relación entre líneas de investigación, oportunidades estratégicas y propuesta formativa del programa.</i>	43
Tabla 14. <i>Temas sugeridos para fortalecer la malla curricular y consolidar el elemento diferenciador del programa.</i>	45
Tabla 15. <i>Requerimientos básicos para el fortalecimiento del programa según tipo de recurso.</i>	46

Lista de figuras

Figura 1. <i>Estadísticas generales en programas técnicos profesionales relacionados con la propuesta de programa académico.</i>	15
Figura 2. <i>Dinámica de la producción científica en economía circular y regenerativa aplicada a la arquitectura y la construcción (2006–2026).</i>	30
Figura 3. <i>Distribución de documentos según tipo de publicación.</i>	31
Figura 4. <i>Principales revistas y medios de difusión de la producción científica en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción.</i>	32
Figura 5. <i>Distribución de la producción científica por países en economía circular aplicada a la construcción.</i>	33
Figura 6. <i>Participación de países latinoamericanos en la producción científica sobre economía circular en construcción.</i>	34
Figura 7. <i>Nube de palabras de las palabras clave de autor con frecuencia mayor a 4 en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción.</i>	36

Figura 8. <i>Red de co-ocurrencia de palabras clave en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción (VOSviewer).</i>	37
Figura 9. <i>Mapa temático de la investigación sobre economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción, elaborado con Bibliometrix.</i>	39
Figura 10. <i>Evolución temática del campo de la economía circular y regenerativa aplicada a la construcción.</i>	41

Introducción

La Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga, en coherencia con la misión institucional y su trayectoria en la formación de profesionales con sólidas competencias técnicas, científicas y éticas, proponen la creación de la *Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción* como respuesta académica pertinente, actualizada y estratégica frente a los retos que enfrenta el sector de la construcción en el siglo XXI. En particular, se reconoce que los modelos convencionales de desarrollo y de gestión económica aplicados al entorno de la construcción, sustentados en lógicas lineales de extracción, producción, consumo y desecho, resultan insuficientes para responder a problemáticas complejas como el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, la desigualdad social, la pérdida de identidad territorial y la creciente demanda de innovación sostenible.

En este contexto, la economía regenerativa se consolida como un enfoque emergente y transformador que supera la noción tradicional de sostenibilidad, al no limitarse a mitigar impactos negativos, sino a promover sistemas capaces de regenerar el capital natural, fortalecer el tejido social y generar valor económico de manera equilibrada, resiliente y de largo plazo. Trasladada al sector de la construcción, esta perspectiva impulsa a repensar integralmente los procesos de diseño, la selección de materiales, la gestión de recursos, los modelos de negocio, la gobernanza territorial y la relación con las comunidades, orientando la innovación hacia soluciones contextualizadas que aporten a la regeneración ecosistémica y al bienestar social.

El presente informe se presenta como un insumo estratégico para sustentar la toma de decisiones académicas e institucionales asociadas a la creación del programa. En consonancia con el propósito formativo planteado —formar especialistas capaces de comprender, aplicar e innovar en el sector desde los principios de la economía regenerativa, articulando docencia, investigación y proyección social—, el estudio se orienta a identificar tendencias, señales de cambio, necesidades del entorno profesional y oportunidades de diferenciación y pertinencia para la especialización, en coherencia con el enfoque humanista cristiano que orienta el quehacer universitario y que pone en el centro la dignidad humana, el cuidado de la creación y la búsqueda del bien común.

El ejercicio se desarrolló a partir de tres aproximaciones complementarias: vigilancia académica, vigilancia laboral y vigilancia científica, las cuales se describen a continuación:

- La vigilancia académica permite analizar la estructura de la oferta educativa, reconocer programas afines, comparar enfoques curriculares, modalidades, alcances y localización, e identificar oportunidades de diferenciación en el contexto regional y nacional.
- La vigilancia laboral permite valorar la pertinencia ocupacional del programa a partir de la inserción laboral, los niveles de empleabilidad, los ingresos y las dinámicas sectoriales asociadas a perfiles afines, aportando elementos para fortalecer el perfil de egreso y la sostenibilidad de la propuesta formativa.

- La vigilancia científica permite examinar la evolución del campo del conocimiento, reconocer países líderes, redes de producción académica, líneas de investigación consolidadas y tendencias emergentes, suministrando bases para la fundamentación epistemológica del programa y su posicionamiento en un campo en expansión.

Con el fin de garantizar rigor metodológico y trazabilidad en la identificación, análisis y comunicación de información relevante, este informe se desarrolla bajo el marco de la inteligencia competitiva y la vigilancia del entorno propuesto por la Norma UNE 166006:2018, entendidas como un proceso ético y sistemático de recolección, análisis e interpretación de información estratégica sobre el contexto educativo, laboral, científico y organizacional, así como de comunicación de sus implicaciones para la toma de decisiones. Este enfoque aporta ventajas clave para la construcción del informe: permite formalizar y estructurar la búsqueda y análisis de información, mejora el acceso y la gestión de conocimiento relevante y, sobre todo, contribuye a reducir la incertidumbre al anticipar cambios, reconocer vacíos, identificar oportunidades y orientar decisiones académicas con mayor fundamento. (AENOR, 2018).

La Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción se vincula de manera directa con la Agenda 2030 al impulsar capacidades para transformar el sector hacia modelos que regeneren ecosistemas, reduzcan impactos y generen valor social y económico en equilibrio. En particular, el programa aporta al ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) al promover innovación aplicada y nuevas soluciones para el entorno construido; al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) al fortalecer enfoques de planeación, diseño y construcción orientados a territorios más resilientes e inclusivos; al ODS 12 (Producción y consumo responsables) al fomentar decisiones sobre materiales, circularidad y gestión eficiente de recursos; y al ODS 13 (Acción por el clima) al incorporar criterios para mitigar y adaptarse a los riesgos climáticos asociados a la construcción. De forma transversal, el programa se beneficia del ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), al requerir articulación entre academia, empresa, sector público y comunidades para escalar prácticas regenerativas y de innovación con impacto territorial (Naciones Unidas, 2026).

Este tipo de ejercicios resulta especialmente importante no solo para sustentar la creación de nuevos programas académicos, sino también para apoyar procesos de actualización curricular, autoevaluación y renovación de registros calificados de programas existentes. En ambos casos, la vigilancia académica, laboral y científica ofrece evidencia verificable sobre la pertinencia de la oferta, las necesidades del entorno, la evolución del conocimiento y las posibilidades de diferenciación institucional, contribuyendo a que las decisiones curriculares respondan de manera más sólida a las exigencias de calidad, relevancia social y proyección estratégica.

Metodología

Con el fin de obtener un panorama integral y actualizado sobre la oferta académica, la pertinencia ocupacional y las tendencias de formación e investigación en el ámbito de la Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción, este informe se desarrolló mediante un ejercicio de vigilancia competitiva, científica y tecnológica, en el marco de la Norma UNE 166006:2018 (AENOR). En coherencia con esta norma, el proceso se concibió como una secuencia sistemática orientada a la identificación de necesidades de información, la selección de fuentes, la búsqueda, tratamiento y análisis de datos, y la puesta en valor de los resultados para apoyar la toma de decisiones sobre el diseño, pertinencia y diferenciación del nuevo programa.

Para caracterizar el entorno formativo en Colombia, se realizó un análisis comparativo de la oferta académica nacional a partir del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional (2026a), entendido como la fuente oficial para la consulta de información sobre instituciones y programas de educación superior. A partir de esta base se identificaron programas afines a nivel nacional, regional y local, registrando variables comparables como institución oferente, nivel de formación, modalidad, ubicación geográfica y rasgos generales de la oferta. Asimismo, se revisaron indicadores de inscripción, admisión, matrícula y graduación, con el propósito de comprender la dinámica de la demanda y los patrones de tránsito estudiantil en programas relacionados. Este análisis permitió reconocer actores formativos existentes, su cobertura territorial, el comportamiento de la demanda y posibles nichos de oportunidad para la especialización propuesta.

Con el propósito de estimar la pertinencia ocupacional del programa y las oportunidades de inserción profesional de sus futuros egresados, se analizaron índices de empleabilidad y variables asociadas a vinculación laboral e ingresos mediante el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) (2026b). Este componente permitió contrastar la oferta formativa con el desempeño laboral de perfiles afines e identificar señales de demanda profesional y regiones con condiciones favorables para la inserción de un nuevo posgrado en este campo.

Adicionalmente, se incorporó la consulta del Ranking POST-Sapiens, utilizado como referente de calidad relativa de programas comparables, así como la revisión de las capacidades nacionales de investigación registradas en GrupLAC, con el fin de caracterizar el contexto institucional de autores y grupos de investigación, verificando información sobre productos, líneas de investigación, trayectoria y resultados. Estos insumos contribuyeron a valorar tanto la competencia académica como el ecosistema investigativo en el que se insertaría la propuesta del programa.

En el componente de vigilancia científica, se desarrolló una búsqueda avanzada en Web of Science, como resultado, se obtuvo un corpus de 436 registros, los cuales, fueron analizados mediante Tree of Science (ToS) (Core of Science, 2026), con el propósito de identificar la estructura intelectual del área en términos de trabajos fundacionales, estructurantes y emergentes. El procesamiento bibliométrico del corpus se apoyó con el software VantagePoint Academic; con VOSviewer se realizó la construcción de redes de

co-ocurrencia y la visualización de relaciones temáticas; y Bibliometrix, para el análisis de estructura temática, centralidad y densidad de los temas. Esta integración metodológica permitió identificar tendencias tecnológicas, líneas de investigación, temas emergentes y oportunidades estratégicas relevantes para la propuesta académica.

En conjunto, estas acciones proporcionan una base sólida para analizar la pertinencia, competitividad y diferenciación de la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción, asegurando que su formulación responda a necesidades verificables del entorno educativo, del mercado laboral y del desarrollo científico del campo, y que se sustente en evidencia obtenida mediante un proceso sistemático de vigilancia e inteligencia.

Identificación y selección de descriptores

Para la recuperación de información científica en Web of Science (Clarivate, 2026) se realizó un proceso de identificación y selección de descriptores orientado a delimitar el campo de estudio en torno a la economía regenerativa y su relación con el sector de la construcción. Como resultado de este proceso, se formuló la siguiente ecuación de búsqueda:

"regenerative economy" OR "restorative economy" OR "circular economy" (Título) AND construction (Título)

Resultados

En este apartado, se presenta la evidencia obtenida a través de la vigilancia académica, laboral y científica realizada para sustentar la creación del programa. En coherencia con la metodología, esta sección integra el análisis de la oferta académica y su comportamiento, la pertinencia ocupacional de perfiles afines y la evolución del campo científico a partir del corpus recuperado en Web of Science.

Estos resultados permiten identificar condiciones de pertinencia, competitividad, tendencias y oportunidades estratégicas para la formulación de la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción.

Vigilancia Académica

Este análisis comparativo contribuye también a reconocer tendencias en la formación académica, identificar vacíos o áreas poco desarrolladas en la oferta existente y evaluar el grado de especialización de los programas disponibles. En consecuencia, la vigilancia académica se convierte en un insumo fundamental para sustentar procesos de diseño o actualización curricular, ya que permite detectar oportunidades de diferenciación y pertinencia frente a las necesidades regionales, nacionales e internacionales, fortaleciendo así la calidad y la relevancia de las propuestas educativas.

Estadísticas del Sistema Nacional de Información de la Educación Superlor (SNIES)

Oferta académica en nivel de especialización relacionada con la propuesta de programa académico

La **Tabla 1** muestra los resultados del análisis de la oferta académica registrada y actualmente vigente en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), correspondiente a programas de especialización afines a la temática del nuevo programa propuesto.

Tabla 1. *Programas académicos de nivel técnico profesional asociados con construcción, arquitectura, sostenibilidad, economía y/o proyectos seleccionados como competencia.*

Programa académico / Modalidad	Presencial	Virtual
Registro calificado	13	2
Antioquia	3	1
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	1	
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	2	1
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	2	1
Atlántico	1	
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	1	
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	1	
Bogotá, D.C.	7	1
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	1	
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	1	
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL	1	

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL	1	
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	1	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	1	
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-	1	
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO	1	
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA		1
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE		1
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	1	
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	1	
Risaralda	1	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	1	
Valle del Cauca	1	
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	1	
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	1	
Total general	13	2

Los datos indican que existe un mercado competidor concentrado geográficamente y con un enfoque mayoritariamente “sostenible” (construcción/edificación sostenible) o “económico de proyectos/territorio” (evaluación socioeconómica, economía urbana y regional). Esto configura un escenario favorable para que la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción (USTA Bucaramanga) se posicione como una propuesta diferenciadora y, especialmente, estratégica a nivel regional.

De acuerdo con la revisión realizada en el SNIES para los 15 programas identificados como referentes/competencia, no se evidenció que alguno cuente con Acreditación de Alta Calidad otorgada por el MEN dentro del conjunto analizado. En ese sentido, si la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción logra avanzar hacia dicha acreditación, ello podría representar una ventaja competitiva relevante al fortalecer su diferenciación por calidad reconocida, incrementar su credibilidad ante aspirantes y empleadores, y mejorar su posicionamiento frente a una oferta comparable que, en esta muestra, no presenta ese atributo.

En cuanto a la modalidad de oferta, los datos evidencian un claro predominio de la formación presencial: 13 de los 15 programas identificados se imparten bajo esta modalidad, mientras que únicamente 2 programas se ofrecen en formato virtual. Esta distribución sugiere que existe un margen de oportunidad para diferenciarse mediante esquemas de mayor flexibilidad (virtual o híbrido), ampliando cobertura y acceso a profesionales de regiones donde no se cuenta con oferta presencial cercana.

En cuanto al panorama competitivo de la oferta a nivel geográfico se puede identificar una alta concentración en Bogotá y Antioquia. Bogotá concentra 8 programas (7 presenciales + 1 virtual), convirtiéndose en el principal polo competidor. Allí aparecen universidades con alta visibilidad y tradición, con programas orientados a:

- Evaluación social y económica de proyectos
- Economía urbana y regional

- Edificación/construcción sostenible
- Planeamiento energético
- Economía para ingenieros

Por otra parte, Antioquia reúne 4 programas (3 presenciales + 1 virtual), con énfasis en:

- Construcción sostenible
- Evaluación socioeconómica de proyectos

De modo que, la competencia más intensa se ubica en centros metropolitanos (Bogotá/Medellín), donde el mercado está más “maduro” y la diferenciación suele lograrse por marca, redes empresariales y posicionamiento.

La oferta restante se encuentra dispersa y limitada en otras regiones:

- Atlántico: 1 programa (gerencia de proyectos de obras públicas).
- Risaralda: 1 programa (gestión de la construcción sostenible).
- Valle del Cauca: 1 programa (economía ambiental y desarrollo sostenible).

Fuera de los polos principales, la oferta es escasa y fragmentada, lo que indica oportunidades para regiones con crecimiento del sector construcción y necesidad de cualificación especializada.

Desde el eje de regionalidad, no existen programas en Santander (ni en el nororiente del país), esto podría implicar:

- Baja presión competitiva local directa: en el radio de influencia de USTA Bucaramanga, la oferta comparable de especializaciones relacionadas es nula según el conjunto analizado.
- Oportunidad de “primer jugador” regional: la USTA puede posicionarse como referente en un territorio donde hay actividad constructiva y necesidades de innovación (vivienda, infraestructura urbana, materiales, eficiencia, gestión hídrica, adaptación climática, etc.).
- Atractividad interregional: al no existir oferta local, el programa podría captar demanda de Santander y departamentos cercanos, y también de perfiles profesionales que hoy tendrían que desplazarse a Bogotá/Medellín o depender de la oferta virtual limitada.

Así que, el diferencial geográfico es una ventaja real, la USTA Bucaramanga puede liderar un nicho con barrera de entrada regional baja (poca competencia) y alta pertinencia territorial.

Además, a partir de los nombres reportados, se identifican cuatro “familias” de competencia:

1. Construcción/Edificación Sostenible
 - “Construcción sostenible”, “Edificación sostenible”, “Gestión de la construcción sostenible”.
 - Enfoque típico: eficiencia, cumplimiento normativo, buenas prácticas ambientales, gestión de obra más eficiente.

2. Evaluación socioeconómica y formulación de proyectos
 - “Evaluación social / socioeconómica de proyectos”, “Formulación y evaluación social y económica de proyectos”.
 - Enfoque típico: herramientas de evaluación costo-beneficio, impacto social, formulación para inversión pública/privada.
3. Economía territorial
 - “Economía urbana y regional”.
 - Enfoque típico: análisis económico del territorio, planificación regional, dinámicas urbanas.
4. Energía y ambiente (en clave económica)
 - “Planeamiento energético”, “Economía ambiental y desarrollo sostenible”.
 - Enfoque típico: energía, ambiente, sostenibilidad desde marcos económicos.

Esto implica que la mayoría de la oferta está “anclada” a sostenibilidad y evaluación económica tradicional, pero no necesariamente a un paradigma regenerativo (restauración, capital natural, co-beneficios, circularidad avanzada, gobernanza y modelos de negocio regenerativos).

Así, una oferta nueva puede destacar a través de la diferenciación por enfoque “regenerativo + innovación de la construcción”. La propuesta USTA puede diferenciarse con claridad si se posiciona como la evolución de la sostenibilidad hacia la regeneración, integrando elementos que los programas actuales no declaran explícitamente:

1. De “sostenible” a “regenerativo” (cambio de ambición)

Mientras “sostenible” suele enfocarse en reducir impactos, lo “regenerativo” busca reparar y mejorar: restauración de ecosistemas, aumento de biodiversidad, fortalecimiento de economías locales, valor compartido, resiliencia territorial. Esto permite un relato de valor potente: no solo construir con menos daño, sino construir para mejorar el territorio.

2. Innovación aplicada a decisiones reales del sector

El programa puede destacar si articula la economía regenerativa con instrumentos concretos de innovación en construcción, por ejemplo:

- Modelos de negocio circulares y regenerativos (reuso, remanufactura, servicios, economía de desempeño).
- Métricas y herramientas: análisis de ciclo de vida (ACV), carbono incorporado, huellas, indicadores de capital natural/social, criterios ESG.
- Finanzas sostenibles y regenerativas: estructuración económica de proyectos, compras verdes, mecanismos de inversión/bonos, valorización de co-beneficios.
- Gobernanza y comunidad: enfoque territorial, participación, cadenas de valor locales, licenciamiento social.

3. Diferenciación “sectorial”: construcción como sistema, no solo obra

Los competidores tienden a mirar “la obra” o “el proyecto”. USTA puede diferenciarse mirando el sistema: materiales–energía–agua–residuos–territorio–comunidades–economía–política pública–innovación.

4. Diferenciación “territorial”: enfoque nororiental y casos reales

La regionalidad no debe ser solo ubicación, sino enfoque:

- Casos y retos del nororiente (clima, agua, expansión urbana, materiales locales, productividad del sector, vivienda).
- Proyectos integradores con empresas/entidades regionales.
- Laboratorios vivos (campus/ciudad) para prototipar soluciones.

Recomendaciones de posicionamiento (acción estratégica)

Para su posicionamiento principal se podría tener como enfoque que es la “primera especialización en el nororiente que integra economía regenerativa + innovación aplicada al sector construcción”.

Diferenciadores curriculares sugeridos (para contrastar con la competencia):

- Economía regenerativa (capital natural/social, co-beneficios, resiliencia)
- Innovación y transformación del modelo productivo (circularidad avanzada)
- Instrumentos económicos y financieros para proyectos regenerativos
- Métricas (ACV, carbono, indicadores regenerativos) y toma de decisiones
- Gobernanza y modelos colaborativos con territorios y comunidades

Estrategia de cobertura (para superar la concentración Bogotá/Antioquia):

- Componentes híbridos/virtuales para captar estudiantes fuera de Bucaramanga
- Intensivos presenciales (semanas concentradas) + trabajo aplicado en territorio
- Convenios con sector productivo regional para prácticas/proyectos

Estadísticas de inscripción, admisión, matrícula para primer semestre, matrícula general y graduación

La **Figura 1** presenta el comportamiento a lo largo del tiempo de los indicadores académicos consignados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) para las especializaciones identificadas como potenciales competidoras en el ámbito nacional.

En términos generales, se observa un crecimiento sostenido entre 2014 y 2017, seguido de una fase de contracción y estabilización con fluctuaciones entre 2018 y 2024. El año 2017 se destaca como un punto máximo para casi todos los indicadores: inscritos (420, **Tabla 2**), admitidos (426, **Tabla 3**), neos (369) y matriculados (670, **Tabla 4**), lo que sugiere un pico de demanda y/o mayor capacidad de absorción de estudiantes en ese periodo. Para complementar la lectura de los indicadores de acceso y permanencia, las **Tablas 5 y 6** presentan, respectivamente, el comportamiento de la matrícula total y de los graduados en los programas de especialización seleccionados por su relación con la propuesta de nuevo programa.

Figura 1. Estadísticas generales en programas técnicos profesionales relacionados con la propuesta de programa académico. ⁴



En general, estas tablas permiten observar la capacidad de sostenimiento de la matrícula a lo largo del tiempo y la dinámica de culminación académica de las ofertas comparables, aportando un referente más completo sobre la estabilidad de la demanda, la permanencia estudiantil y los resultados de formación en el conjunto analizado. Estos datos permiten una lectura integral del comportamiento del mercado académico y aporta criterios adicionales para valorar la pertinencia y el posicionamiento potencial de la nueva especialización.

A partir de 2018 se aprecia una reducción progresiva, con descensos notables en inscritos y matriculados, y una estabilización relativa en neos. En particular, 2022 marca el nivel más bajo de inscritos (268) y un mínimo muy cercano en admitidos (265), acompañado de una disminución de matriculados (484), lo cual puede reflejar cambios en la demanda, condiciones del entorno o dinámicas propias de la oferta. Para 2023–2024 se observa una leve recuperación en algunos indicadores (por ejemplo, matriculados se mantiene estable alrededor de 483–486), aunque admitidos cae a su mínimo en 2024 (257). En contraste, el indicador de egresados muestra un comportamiento relativamente más estable a lo largo del tiempo, con su máximo en 2018 (314) y valores que se mantienen cercanos a la franja 242–289 en los años recientes, lo que puede sugerir cierta continuidad en los procesos de finalización pese a las variaciones de entrada.

⁴ En algunos años el valor de “admitidos” es superior al de “inscritos”, lo cual sugiere que estos indicadores pueden responder a cortes, definiciones o formas de reporte diferentes (por ejemplo, ventanas de tiempo no idénticas, consolidaciones institucionales, reingresos u otros criterios). Por ello, la interpretación comparativa debe complementarse con el análisis desagregado por programa e institución.

Tabla 2. *Inscritos en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.*

Inscritos / Programa académico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	23	17	23	16	23	22	16	21	21	19	11	212
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	23	17	23	16	23	22	16	21	21	19	11	212
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	33		51	77	52	22				12	32	279
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	33		51	77	52	22				12	32	279
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA											2	2
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE											2	2
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-		17	18	18	3			12	6	5		79
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO		17	18	18	3			12	6	5		79
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	153	127	153	222	213	159	184	178	180	194	162	1925
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	153	127	153	222	213	159	184	178	180	194	162	1925
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA								11	13	2	4	30
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE								11	13	2	4	30
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	55	46	40	26	37	54	39	48	22	15	23	405
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	55	46	40	26	37	54	39	48	22	15	23	405
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	14	15	5	8	4	3						49
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	14	15	5	8	4	3						49
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	11	5	6	9	8	4	7	9	5	15	14	93
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	11	5	6	9	8	4	7	9	5	15	14	93
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA		12	25	20	13	22	22	19	4	10	7	154
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL		12	25	20	13	22	22	19	4	10	7	154
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA					4	8	31	7	9	2	9	70
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL					4	8	31	7	9	2	9	70
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA		35	40	24	20	20	29	15	8	20	10	221
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE		35	40	24	20	20	29	15	8	20	10	221
Total general	289	274	361	420	377	314	328	320	268	294	274	3519

Tabla 3. Admitidos en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.

Admitidos / Programa académico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	42	15	25	15	23	18	13	16	19	17	10	213
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	42	15	25	15	23	18	13	16	19	17	10	213
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	48	43	36	19	36	38	23	38	11	15	23	330
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	48	43	36	19	36	38	23	38	11	15	23	330
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	32	37	34	17	18	9						147
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	32	37	34	17	18	9						147
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	14	15	5	7	3	2						46
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	14	15	5	7	3	2						46
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA		12	24	20	11	20	22	18	2	8	6	143
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL		12	24	20	11	20	22	18	2	8	6	143
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA					4	4	28	7	8	1	7	59
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL					4	4	28	7	8	1	7	59
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA		23	26	24	18	20	16	15	8	20	10	180
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE		23	26	24	18	20	16	15	8	20	10	180
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	147	124	153	221	213	140	184	178	176	193	154	1883
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	147	124	153	221	213	140	184	178	176	193	154	1883
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-		15	14	17	1			12	5	5		69
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO		15	14	17	1			12	5	5		69
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA								10	10			20
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE								10	10			20
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	33		51	78	52	41	2	36	22	34	32	381
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	33		51	78	52	41	2	36	22	34	32	381
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	6	5	6	8	8	4	7	8	4	13	6	75
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	6	5	6	8	8	4	7	8	4	13	6	75
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA											9	9
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE											9	9
Total general	322	289	374	426	387	296	295	338	265	306	257	3555

Tabla 4. *Matriculados en primer nivel en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.*

Matriculados 1er nivel/Programa académico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	19		25	8	17	16	11	14	18	15	8	151
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	19		25	8	17	16	11	14	18	15	8	151
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	23		11	82	34	34	42	30	24	34	75	389
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	23		11	82	34	34	42	30	24	34	75	389
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA											9	9
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE											9	9
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-		6	7		1			9	3	4		30
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO		6	7		1			9	3	4		30
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	130	103	134	191	187	176	166	155	165	176	133	1716
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	130	103	134	191	187	176	166	155	165	176	133	1716
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA								9	6			15
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE								9	6			15
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA			28	18	13	31	18	31	9	14	23	185
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS			28	18	13	31	18	31	9	14	23	185
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	32	28	31	15	13	5						124
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	32	28	31	15	13	5						124
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	1	2		7								10
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	1	2		7								10
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	5	4	6	7	7	3	4	8	5	10	4	63
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	5	4	6	7	7	3	4	8	5	10	4	63
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA		8	18	17	8	14	12	15		4	4	100
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL		8	18	17	8	14	12	15		4	4	100
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA					4	3	26	7	5	1	5	51
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL					4	3	26	7	5	1	5	51
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	25	15	23	24	18	19	21	13	7	19	6	190
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	25	15	23	24	18	19	21	13	7	19	6	190
Total general	235	166	283	369	302	301	300	291	242	277	267	3033

Tabla 5. Matriculados en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.

Matriculados / Programa académico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	39	13	19	17	33	32	21	27	37	30	15	283
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	39	13	19	17	33	32	21	27	37	30	15	283
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	72	93	63	35	43	55	38	64	31	14	54	562
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	72	93	63	35	43	55	38	64	31	14	54	562
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	64	86	88	59	42	26	4					369
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	64	86	88	59	42	26	4					369
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	25	24		7	8							64
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	25	24		7	8							64
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA		21	38	32	25	22	24	26	8	7	5	208
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL		21	38	32	25	22	24	26	8	7	5	208
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA					8	5	27	24	11	2	6	83
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL					8	5	27	24	11	2	6	83
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	27	21	64	67	33	22	40	45	14	29	15	377
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	27	21	64	67	33	22	40	45	14	29	15	377
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	248	214	247	343	376	354	338	295	293	338	246	3292
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	248	214	247	343	376	354	338	295	293	338	246	3292
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	40		12	90	50	42	61	78	61	38	115	587
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	40		12	90	50	42	61	78	61	38	115	587
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	14	12	14	20	13	19	14	24	11	21	19	181
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	14	12	14	20	13	19	14	24	11	21	19	181
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-		14	3		11			17	6	4		55
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO		14	3		11			17	6	4		55
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA								18	12		2	32
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE								18	12		2	32
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA											9	9
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE											9	9
Total general	529	498	548	670	642	577	567	618	484	483	486	6102

Tabla 6. Graduados en programas académicos en nivel de tecnología seleccionados por su relación con la propuesta de programa nuevo.

Graduados / Programa académico	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	19	12	15	10	17	15	11	13	16	15	7	150
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	19	12	15	10	17	15	11	13	16	15	7	150
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC	18	32	22	55	44	33	27	40	30	35	34	370
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	18	32	22	55	44	33	27	40	30	35	34	370
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA -FUAC-		1			7			4	6	1	1	20
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO		1			7			4	6	1	1	20
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	28	129	102	128	182	181	175	167	157	167	169	1585
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	28	129	102	128	182	181	175	167	157	167	169	1585
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA									9	3	2	14
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE									9	3	2	14
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	28	40	42	32	15	27	29	13	29	9	12	276
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	28	40	42	32	15	27	29	13	29	9	12	276
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	21	29	26	27	16	9	7					135
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	21	29	26	27	16	9	7					135
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	13	13	10			8			3			47
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE	13	13	10			8			3			47
UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	6	3	2	5		9	6	6	5	4	10	56
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS	6	3	2	5		9	6	6	5	4	10	56
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA				17	9	11	6	11	13	2	3	72
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL				17	9	11	6	11	13	2	3	72
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA						3	9	15	4	3	5	39
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL						3	9	15	4	3	5	39
UNIVERSIDAD-COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	28	20	21	21	24	17	17	20	12	3	16	199
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	28	20	21	21	24	17	17	20	12	3	16	199
Total general	161	279	240	295	314	313	287	289	284	242	259	2963

Vigilancia Laboral

En el contexto de creación de un programa académico, la vigilancia laboral es fundamental porque aporta evidencia sobre la pertinencia ocupacional de la propuesta formativa. A través de fuentes como observatorios laborales, sistemas estadísticos y estudios sectoriales, es posible establecer relaciones entre formación, empleabilidad y condiciones del mercado, lo que contribuye a ajustar el perfil de egreso, fortalecer la orientación aplicada del currículo y sustentar la viabilidad del programa frente a las necesidades actuales y futuras del contexto regional y nacional.

Estadísticas del Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

Índices de empleabilidad

Dado que estos resultados corresponden a promedios por programa y pueden ocultar diferencias relevantes entre instituciones, territorios y cohortes, se recomienda al lector realizar una revisión pormenorizada de las tablas, comparando cada programa en su contexto (institución oferente, región y modalidad). Esta lectura detallada permitirá identificar con mayor precisión cuáles ofertas presentan mejor desempeño sostenido, cuáles muestran mayor variabilidad y qué patrones podrían orientar decisiones estratégicas para la diferenciación y el posicionamiento de la nueva especialización de la USTA Bucaramanga.

Tabla 7. IBC estimado y tasa de cotizantes por programas de recién egresados.

IBC Recién Graduados / Programa Académico	2019	2020	2021	2022	Promedio general
ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	88,2%	86,7%	100,0%	92,3%	91,8%
53935-ESPECIALIZACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	88,2%	86,7%	100,0%	92,3%	91,8%
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE		62,5%			62,5%
10455-ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE		62,5%			62,5%
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
11696-ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA PARA INGENIEROS		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL	57,1%	95,5%	82,9%	96,2%	86,6%
103010-ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL	57,1%	90,9%	80,0%	100,0%	82,0%
105667-ESPECIALIZACIÓN EN ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL		100,0%	85,7%	92,3%	92,7%
ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	91,7%	88,2%	78,6%	94,7%	88,3%
102899-ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	91,7%	88,2%	78,6%	94,7%	88,3%
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	100,0%	88,9%	100,0%		96,3%
1560-ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	100,0%	88,9%	100,0%		96,3%
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	93,3%	100,0%	88,9%	91,7%	93,5%
494-ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA DE PROYECTOS	93,3%	100,0%	88,9%	91,7%	93,5%
ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	92,9%	92,8%	96,0%	95,8%	94,4%

2686-ESPECIALIZACIÓN EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE PROYECTOS	92,9%	92,8%	96,0%	95,8%	94,4%
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	88,6%	81,8%	92,6%	92,5%	88,9%
102528-ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS	88,6%	81,8%	92,6%	92,5%	88,9%
ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO	100,0%			100,0%	100,0%
3327-ESPECIALIZACIÓN EN PLANEAMIENTO ENERGÉTICO	100,0%			100,0%	100,0%
Promedio general	89,0%	89,2%	91,3%	95,5%	91,2%

En la **Tabla 8** de IBC (no restringida a “recién graduados”) el promedio general es 90,0%, con una dinámica algo distinta: se observa una caída en 2020 (87,3%) frente a 2019 (89,0%), seguida de una recuperación marcada en 2021 (92,5%) y un nivel alto y estable en 2022 (91,4%). En términos interpretativos, esto sugiere que el conjunto de programas mantiene una alta vinculación formal en general, aunque con un “bache” en 2020 y una recuperación posterior.

Tabla 8. IBC estimado y tasa de cotizantes por programas.

IBC / Programa Académico	2019	2020	2021	2022	Promedio general
53935-ESPECIALIZACION EN CONSTRUCCION SOSTENIBLE	88,2%	76,5%	94,1%	82,4%	85,3%
103010-ESPECIALIZACION EN ECONOMIA URBANA Y REGIONAL	57,1%	71,4%	85,7%	100,0%	78,6%
102899-ESPECIALIZACION EN EDIFICACION SOSTENIBLE	91,7%	79,2%	87,0%	82,6%	85,1%
1560-ESPECIALIZACION EN EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS	100,0%	93,8%	100,0%	92,9%	96,7%
494-ESPECIALIZACION EN EVALUACION SOCIO - ECONOMICA DE PROYECTOS	93,3%	100,0%	100,0%	100,0%	98,3%
2686-ESPECIALIZACION EN FORMULACION Y EVALUACION SOCIAL Y ECONOMICA DE PROYECTOS	92,9%	93,4%	95,0%	93,9%	93,8%
102528-ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS DE OBRAS PUBLICAS	88,6%	84,1%	78,3%	86,7%	84,4%
3327-ESPECIALIZACION EN PLANEAMIENTO ENERGETICO	100,0%	100,0%	100,0%	92,9%	98,2%
Promedio general	89,0%	87,3%	92,5%	91,4%	90,0%

Por programas, los mejores promedios se concentran en áreas asociadas a evaluación y planeación: Evaluación Socioeconómica de Proyectos registra un promedio muy alto (98,3%), seguido por Planeamiento Energético (98,2%) y Evaluación Social de Proyectos (96,7%). En el segmento medio se ubican programas como Formulación y Evaluación Social y Económica de Proyectos (93,8%). En el extremo inferior, Economía Urbana y Regional presenta el promedio más bajo (78,6%), y otros programas relacionados con sostenibilidad edificatoria/construcción muestran promedios en el rango medio (≈85%), lo que sugiere diferencias en la absorción laboral formal según el tipo de perfil y sector de desempeño.

Ranking de posgrados Sapiens

A continuación, en la **Tabla 9** recoge los resultados del ranking de posgrados Sapiens, en el cual se organizan y jerarquizan los programas de especialización afines a la propuesta

del nuevo programa. Este ranking establece la clasificación con base en el desempeño académico e investigativo de cada oferta, ofreciendo un referente sobre la calidad educativa en términos de impacto, pertinencia y aporte a la generación de conocimiento en estas áreas.

Tabla 9. *Ranking POST-Sapiens programas seleccionados como posible competencia para la propuesta de programa nuevo.*

Rk	Programa académico	IES	Ciudad
AA	Especialización en construcción sostenible	Colegio Mayor de Antioquia	Medellín, Antioquia
AA	Especialización en planeamiento energético	Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá, Bogotá
AA	Especialización en formulación y evaluación social y económica de proyectos	Universidad Católica de Colombia	Bogotá, Bogotá
AA	Especialización en evaluación socio - económica de proyectos	Universidad de Antioquia	Medellín, Antioquia
AA	Especialización en gerencia de proyectos de obras públicas	Universidad de la Costa	Barranquilla, Atlántico
AA	Especialización en evaluación social de proyectos	Universidad de los Andes	Bogotá, Bogotá
AA	Especialización en economía ambiental y desarrollo sostenible	Universidad de San Buenaventura	Cali, Valle del Cauca
AA	Especialización en economía para ingenieros	Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Bogotá, Bogotá
AA	Especialización en economía urbana y regional	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá, Bogotá
AA	Especialización en edificación sostenible	Universidad-Colegio Mayor de Cundinamarca	Bogotá, Bogotá
A	Especialización en gestión de la construcción sostenible	Universidad Católica de Pereira	Pereira, Risaralda
A	Especialización en evaluación socioeconómica de proyectos	Universidad de Antioquia	Caucasia, Antioquia
A	Especialización en economía urbana y regional	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá, Bogotá

De acuerdo con el modelo del Ranking POST-Sapiens, los programas listados se ubican únicamente en las categorías AA y A, lo que sugiere que, dentro del conjunto analizado, predominan ofertas con un nivel alto de calidad/experiencia/investigación (AA) y, en menor medida, programas con un nivel favorable pero inferior (A). En concreto, 10 programas aparecen en AA y 3 programas en A, sin presencia de la categoría AAA en esta muestra; esto puede interpretarse como un mercado competidor con buen desempeño, pero todavía con espacio para diferenciarse si un nuevo programa consolida atributos superiores de calidad, visibilidad e investigación.

Además, se observan casos interesantes de variación por sede o por condición específica de oferta: por ejemplo, la Universidad de Antioquia figura con la especialización en evaluación socioeconómica en AA (Medellín) y A (Caucasia), lo que sugiere que la clasificación puede cambiar según condiciones de registro, trayectoria y/o desempeño asociado a cada oferta en su contexto territorial. Finalmente, la presencia reiterada de instituciones como Universidad Sergio Arboleda (con “Economía urbana y regional” en AA

y también en A) refuerza la necesidad de revisar la ficha completa del programa (sede, condiciones de registro y vinculación con el cuartil de investigación de la IES) para comprender por qué una misma denominación puede ubicarse en categorías distintas.

Capacidades nacionales de Investigación

Se efectuó una búsqueda en la plataforma ScienTI empleando términos relacionados con la gestión del hábitat y el paisaje, con el propósito de identificar los grupos de investigación que se encuentran activos en estas líneas. Los resultados se consolidaron conforme a los lineamientos establecidos en la Convocatoria 894 de 2021 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2024) y se presentan en la **Tabla 10**:

Tabla 10. Grupos de investigación registrados en la plataforma Scienti (GrupLac) de Minciencias relacionados la propuesta de programa nuevo.

Cod grupo	Nombre grupo	Líder	Estado
COL0048071	AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD (GUIAS)	CAROLINA MARGARITA RODRIGUEZ BERNAL	CATEGORIA A1
COL0048124	ECONOMIA, GESTION, TERRITORIO Y DESARROLLO SOSTENIBLE	LINA MARCELA PADILLA DELGADO	CATEGORIA A1
COL0004489	ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCION	DANIEL MAURICIO RUIZ VALENCIA	CATEGORIA A1
COL0007963	GRUPO DE ECONOMIA Y MEDIO AMBIENTE	LUZ DINORA VERA ACEVEDO	CATEGORIA A1
COL0032634	GRUPO DE INVESTIGACION EN ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE-GIEMA	MANUEL DEL JESUS MARTINEZ	CATEGORIA A1
COL0025667	GRUPO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA CIVIL (GICI)	RUBEN DARIO MONTOYA RAMIREZ	CATEGORIA A1
COL0070269	GRUPO DEL CEMENTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION	JORGE IVAN TOBON	CATEGORIA A1
COL0058461	HABITAT SUSTENTABLE, DISEÑO INTEGRATIVO Y COMPLEJIDAD	CRISTHIAN DAVID MAYORGA ROBAYO	CATEGORIA A1
COL0154833	NEGOCIOS, ECONOMIA Y FINANZAS	LUZ ELBA TORRES GUEVARA	CATEGORIA A1
COL0078295	SIGMA	JAVIER ALEXANDER PEREZ CAICEDO	CATEGORIA A1
COL0168267	GESA: GRUPO DE ESTUDIOS EN SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	JUANITA MONTOYA GALVIS	CATEGORIA A
COL0023949	GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION	JOSE ALBERTO GUEVARA MALDONADO	CATEGORIA A
COL0009977	GRUPO DE INVESTIGACION EN MATERIALES DE CONSTRUCCION Y ESTRUCTURAS INME	ALVARO VIVIESCAS JAIMES	CATEGORIA A
COL0049696	MODELAMIENTO Y ANALISIS ENERGIA AMBIENTE ECONOMIA	SERGIO BOTERO BOTERO	CATEGORIA A
COL0104349	GIGMA - GRUPO DE INVESTIGACION EN CONSTRUCCION, GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE	ROMEL JESUS GALLARDO AMAYA	CATEGORIA B
COL0034423	GRUA "INVESTIGACION APLICADA EN CONSTRUCCION"	ARMANDO OROBIO QUINONES	CATEGORIA B
COL0102452	ECOEDIFICACION	SERGIO ALFONSO BALLEEN ZAMORA	CATEGORIA C
COL0028909	ECONOMIA APLICADA	HECTOR DARIO ZAPATA GONZALEZ	CATEGORIA C
COL0004049	ECONOMIA REGIONAL Y AMBIENTAL - GERA	JUAN BYRON CORREA FONNEGRA	CATEGORIA C

El listado consolida capacidades en tres frentes complementarios para el análisis de factibilidad del nuevo programa: (a) construcción e ingeniería (materiales, estructuras, geotecnia, gestión de proyectos y construcción aplicada), (b) ambiente–energía–hábitat (sostenibilidad ambiental, eficiencia y modelamiento), y (c) economía y gestión (economía ambiental y regional, economía aplicada y finanzas).

Los criterios de selección del listado priorizan: (a) afinidad temática con “economía regenerativa para la innovación de la construcción” (presencia de líneas o agendas relacionadas con sostenibilidad/circularidad, ambiente construido, materiales, procesos y gestión de proyectos, así como economía ambiental/territorial); (b) fortaleza institucional medida por la categoría (preferencia por A1/A, sin excluir B/C cuando aportan un nicho clave como construcción aplicada o edificación sostenible); y (c) complementariedad para cubrir la cadena de valor del sector (desde el diseño y los materiales hasta la planeación, evaluación y gobernanza).

Programas académicos internacionales de referencia

A continuación, se describen los programas internacionales identificados en las fuentes, resaltando los elementos específicos que la nueva especialización en Colombia puede integrar para su diseño curricular y enfoque investigativo:

- UPC School (Posgrado en Economía Circular: Herramientas y Estrategias): Este programa se especializa en la transición empresarial y los nuevos modelos de negocio sostenibles. La propuesta para la universidad colombiana puede incorporar de este programa el concepto de servitización (pago por uso en lugar de propiedad) y la simbiosis industrial, donde los residuos de un sector se convierten en recursos para la construcción. También ofrece un enfoque práctico en la gobernanza para la transición y el papel de la ciudadanía en los nuevos modelos de consumo.
- Zigurat Institute of Technology (Global Master's in Circular and Sustainable Construction): Este programa se enfoca en la implementación técnica de la circularidad específicamente en el sector constructor. De aquí se puede extraer la tendencia de la Construcción para la Deconstrucción y la investigación en el concepto de Edificios como Bancos de Materiales (BAMB), que permite mantener el valor de los recursos a través de sistemas de capas. Además, aporta la vanguardia tecnológica mediante el uso de Gemelos Digitales Circulares (Circular Digital Twins) para optimizar la resiliencia de los proyectos.
- Universitat Politècnica de Catalunya - MISMeC (Master's in Sustainable Intervention in the Built Environment): Este referente aporta una visión sistémica al centrarse en la transformación del metabolismo social y los flujos metabólicos urbanos. La nueva especialización puede tomar de aquí las herramientas de diagnóstico de metabolismo urbano para evaluar cómo las intervenciones en el entorno construido afectan la capacidad productiva del territorio. Es un modelo

ideal para integrar la investigación sobre intervenciones de carbono neutral a escalas que van desde el edificio hasta el barrio y el territorio.

- Universidad Politécnica de Madrid (Máster en Economía Circular - Minerales y Productos de Construcción): Este máster ofrece una especialización técnica rigurosa en la cadena de valor de los materiales. La nueva propuesta puede basarse en su estructura para abordar específicamente la economía circular en minerales y productos de construcción desde una perspectiva interdisciplinaria que une minas, edificación e ingeniería industrial. Su modelo de Prácticum y Trabajo Fin de Máster vinculado a la optimización de procesos técnicos es un referente sólido para la formación de expertos con capacidad operativa en la industria.
- Politecnico di Milano (Master in Designing for Transition): Este programa destaca por su profundo enfoque en el diseño post-antropocéntrico y las soluciones regenerativas inspiradas en la naturaleza. La propuesta colombiana puede adoptar de este referente el uso de marcos como el de las 9R (Rechazar, Repensar, Reducir, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Remanufacturar, Reproponer y Reciclar) y el estudio de materiales biofabricados y biobasados para la transición. Asimismo, es valiosa su integración de herramientas de análisis de ciclo de vida (LCA) para orientar el diseño hacia productos de bajo impacto ambiental.
- NOVA FCT Executive Education (Blue Economy Sustainable and Regenerative): Aunque centrado en recursos acuáticos, este programa aporta una visión innovadora sobre el desarrollo regenerativo en entornos complejos. De este referente se puede tomar la integración de la Inteligencia Artificial y la Ciencia de Datos aplicadas a la gestión de proyectos multidisciplinarios de alta complejidad. Además, su énfasis en la circularidad y seguridad del agua es un componente crítico que puede enriquecer la visión de sostenibilidad en los procesos constructivos modernos.

Vigilancia Científica

En la creación de un programa académico, la vigilancia científica es fundamental porque permite reconocer si existe una base teórica y empírica sólida que respalde el campo de formación, identificar las líneas de investigación más consolidadas y detectar vacíos o áreas emergentes que puedan convertirse en oportunidades de diferenciación. De esta manera, aporta evidencia para sustentar la pertinencia académica del programa, orientar sus componentes curriculares, definir posibles líneas de investigación y articular la propuesta formativa con la dinámica actual del conocimiento a nivel nacional e internacional.

A continuación, se presenta el análisis de la producción científica sobre economía circular y regenerativa aplicada a la arquitectura y la construcción, a partir de la literatura recuperada en Web of Science. El estudio se desarrolló sobre un corpus de 436 registros, procesado mediante *Tree of Science* para identificar trabajos fundacionales, estructurantes y emergentes, y complementado con análisis cuantitativo y minería de texto para examinar la dinámica temporal de las publicaciones, los tipos documentales, las principales revistas, la distribución geográfica del conocimiento, las palabras clave más recurrentes, las redes de co-ocurrencia y la estructura temática. En conjunto, este

análisis permite reconocer las principales líneas de investigación, la evolución reciente de la producción científica y las tendencias que orientan el desarrollo de esta temática.

Mapeo de literatura académica identificada en Web of Science / Tree of Science (ToS)

Se realizó una búsqueda avanzada en Web of Science a partir de la ecuación de búsqueda definida en la sección de identificación y selección de descriptores, obteniéndose un total de 436 registros. Este corpus documental fue procesado mediante la herramienta Tree of Science (<https://tos.coreofscience.com/>), lo que permitió construir una red de citas y generar el correspondiente árbol de la ciencia. El análisis de esta red permitió identificar la estructura intelectual del campo de la economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción, organizada en cuatro niveles analíticos: raíces (artículos fundacionales), tronco (artículos estructurantes), ramas (subcampos especializados) y hojas (tendencias emergentes). Esta organización permite comprender, de manera simultánea, la evolución conceptual del campo, sus principales líneas de investigación y las contribuciones más recientes.

Siguiendo la estructura de un árbol, tenemos que el tronco está conformado principalmente por revisiones sistemáticas, modelos integradores y estudios centrados en la gestión de residuos de construcción y demolición, el análisis de ciclo de vida (LCA) y las barreras o impulsores para la implementación de la economía circular. Las palabras clave asociadas a este nivel: *management, life-cycle assessment, demolition waste management, building-materials*, confirman que este conjunto de trabajos estructura el campo en torno a la evaluación, la gestión y la implementación.

En primer lugar, se identificaron revisiones exhaustivas del estado del arte y marcos integradores, como los de Çimen (2021) y López Ruiz et al. (2020), que consolidan la literatura y organizan conceptualmente la aplicación de la economía circular al entorno construido y al sector de residuos de construcción y demolición. En segundo lugar, el tronco evidencia una línea sólida de investigación sobre barreras, incentivos y estrategias de implementación, con trabajos como los de Mahpour y Mortaheb (2018), enfocados en incentivos financieros para reducir residuos, y Wuni (2022), que propone mapas de mitigación para facilitar la adopción de la circularidad en la industria.

Este nivel del árbol muestra, además, la transición del campo desde una fase predominantemente conceptual hacia una etapa más operativa, en la que se articulan evaluación ambiental, gestión de residuos, incentivos económicos y condiciones institucionales para la adopción de prácticas circulares. También se observa el inicio de la conexión entre economía circular y tecnologías digitales habilitadoras, como BIM y Digital Twin, que empiezan a aparecer como soporte para la trazabilidad, la evaluación y la gestión del ciclo de vida.

A partir de las ramas del árbol se identifican varias líneas principales de investigación que muestran la diversificación temática del campo y su creciente especialización.

1. Innovación en materiales y desempeño técnico

Una primera línea se concentra en el desarrollo de materiales y sistemas constructivos compatibles con principios de economía circular. Los términos asociados a esta rama — *strength, concrete, cement, performance*— reflejan un interés por la innovación material, la reutilización de insumos y el desempeño técnico de materiales reciclados o alternativos. En este grupo destacan estudios sobre hormigón con vidrio residual (Nodehi & Taghvaei, 2022), uso óptimo de agregados reciclados y ceniza de cascarilla de arroz (Yan et al., 2022), así como otras investigaciones orientadas a reducir la dependencia de materiales vírgenes y mejorar la circularidad de componentes constructivos.

2. Implementación, digitalización y gestión del cambio

Una segunda línea de investigación se orienta a la implementación práctica de la economía circular y al papel de las tecnologías digitales como habilitadoras de esta transición. En este ámbito, la literatura se concentra en barreras, factores de éxito, adopción tecnológica y nuevos mecanismos de gestión en contextos emergentes. Se incluyen aquí trabajos sobre barreras a la implementación en países en desarrollo (Islam et al., 2025), integración de blockchain en cadenas de suministro de materiales circulares (Singh & Kumar, 2024), y el papel de la innovación y la gestión del cambio en la transición del sector construcción hacia modelos sostenibles (Ramanayaka et al., 2024; Prasittisopin, 2024). Esta línea muestra que la circularidad no depende solo de soluciones técnicas, sino también de capacidades organizacionales y de transformación institucional.

3. Evaluación de sostenibilidad, bioeconomía y estrategias de fin de vida

Una tercera línea se enfoca en la integración de enfoques como LCA/LCSA, materiales biobasados y estrategias circulares de fin de vida. Los términos asociados son *LCA, sustainability, demolished buildings, energy, Wood*, los cuales reflejan una preocupación por la evaluación integral del desempeño ambiental y por la incorporación de materiales de base biológica, especialmente en construcciones en madera. En este grupo se ubican trabajos sobre valorización de residuos de madera (Balasbaneh et al., 2025), gestión circular de residuos de demolición en madera bajo el principio de las 4R (Abdolmaleki et al., 2025) y estrategias de economía circular en edificios de *mass timber* durante su etapa de fin de vida (Hosseini et al., 2025). Esta línea conecta la economía circular con la descarbonización, la bioeconomía y, de manera más cercana, con enfoques que pueden dialogar con la economía regenerativa.

Las hojas del *Tree of Science* permiten identificar con mayor claridad las orientaciones recientes del campo y las líneas que están impulsando su expansión en los últimos años. Estas tendencias emergentes pueden agruparse en cuatro frentes principales.

En primer lugar, se observa una fuerte convergencia entre economía circular y Construcción 4.0, con trabajos que proponen marcos de smart circular construction, integración de tecnologías digitales, uso de BIM, cloud-based BIM, Digital Twin e inteligencia artificial para datos, colaboración y trazabilidad de materiales. Ejemplos representativos son los estudios de Abiodun (2026), Nourjalili (2025) y Awodele (2025).

En segundo lugar, emergen investigaciones sobre gobernanza y modelación de la transición, en las que se incorporan enfoques como network governance, game theory y análisis cuantitativos orientados a comprender la reducción de carbono en cadenas de suministro bajo prácticas circulares. En esta línea destacan Eissa (2026) y Hamedani (2025), quienes muestran que la transición hacia la circularidad requiere nuevas formas de coordinación entre actores y modelos de negocio adaptados.

En tercer lugar, las hojas revelan una fase de madurez metodológica centrada en la medición del desempeño de la circularidad. Más allá de promover la adopción de principios circulares, la literatura reciente comienza a desarrollar marcos multinivel, enfoques material-centred y perspectivas de ciclo de vida para medir circularidad en proyectos específicos, como pavimentos o cadenas de suministro. En este grupo sobresalen los trabajos de Shen (2026) y Liu (2026).

Finalmente, se identifica una línea emergente de innovación material específica, con aplicaciones concretas de economía circular a materiales y componentes constructivos, como el desarrollo de ladrillos de arcilla impresos en 3D con residuos de café (El Aabbas, 2026) o estrategias para la gestión de cenizas y residuos industriales en construcción sostenible (Prasittisopin, 2024).

El listado de los artículos analizados mediante Tree of Science se encuentran en el Anexo 1.

A continuación, se presenta el análisis cuantitativo y de minería de texto que permite complementar este documento.

Dinámica reciente de la producción científica y tendencias emergentes del campo

La evolución temporal de la producción científica muestra que el campo de estudio ha seguido una trayectoria de maduración progresiva, diferenciable en tres etapas (**Figura 2**).

Entre 2006 y 2017 se observa una etapa incipiente, caracterizada por un volumen bajo y relativamente estable de publicaciones, lo que sugiere un interés aún limitado y una estructura conceptual en formación. En esta fase, los trabajos se concentraron principalmente en la definición de la economía circular como paradigma de sostenibilidad, en la delimitación de sus principios y en su relación con el uso eficiente de recursos, el ciclo de vida y la sostenibilidad del entorno construido, con aportes fundacionales como los de Geissdoerfer et al. (2017), Kirchherr et al. (2017) y Pomponi y Moncaster (2017). De forma paralela, comenzaron a consolidarse estudios aplicados sobre gestión de residuos de construcción y demolición y recuperación de materiales, como los de Akanbi et al. (2018) y Leising et al. (2018), que extendieron la discusión conceptual hacia escenarios concretos del sector construcción.

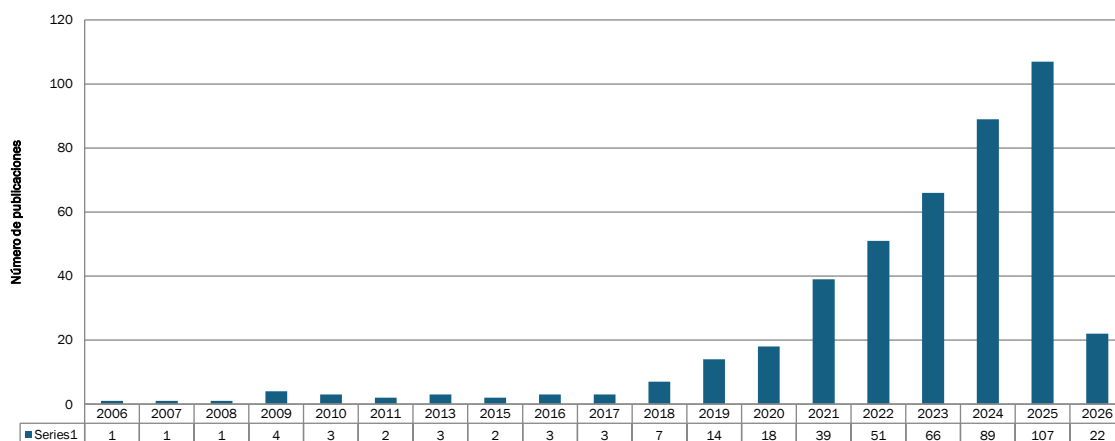
Posteriormente, entre 2018 y 2020, el campo entra en una fase de despegue, en la que el crecimiento de publicaciones se acompaña de una mayor consolidación temática. En este periodo, la economía circular deja de abordarse únicamente como marco conceptual y comienza a estructurarse alrededor de líneas de investigación más operativas,

particularmente la gestión de residuos de construcción y demolición, el análisis de ciclo de vida (LCA), la evaluación del desempeño ambiental y los modelos integradores para la implementación sectorial. En esta etapa predominan revisiones sistemáticas, estudios de síntesis y trabajos sobre barreras, incentivos y estrategias de adopción, como los de Çimen (2021), López Ruiz et al. (2020), Mahpour y Mortaheb (2018) y Wuni (2022). En este momento, el campo adquiere una base metodológica más sólida, orientada a traducir la circularidad en prácticas aplicables al entorno construido.

La transformación más significativa ocurre a partir de 2021, cuando la producción científica pasa de 39 publicaciones en 2021 a 107 en 2025, lo que evidencia una fase de expansión acelerada y confirma la consolidación reciente del tema como ámbito relevante de investigación. Este crecimiento no solo refleja un aumento en el interés académico, sino también una diversificación y sofisticación del campo. En los últimos cinco años, la expansión ha estado impulsada por temas más especializados y de frontera, entre ellos la digitalización de la circularidad mediante BIM, Digital Twin, inteligencia artificial y tecnologías de Construction 4.0, como señalan Abiodun (2026), Morganti et al. (2025), Rashidian et al. (2025), Nourjalili (2025) y Awodele (2025).

De forma complementaria, se fortalecen investigaciones sobre barreras y estrategias de implementación en contextos reales, con especial énfasis en gobernanza, adopción tecnológica y cambio organizacional, tal como se observa en Ajisomo et al. (2026), Nguyen et al. (2025), Besiktepe (2025) y Hamedani (2025). Al mismo tiempo, emergen estudios orientados al desarrollo de métricas avanzadas de evaluación para medir circularidad, desempeño ambiental y reducción de emisiones en cadenas de suministro e infraestructura, como los de Lee et al. (2026), Liu et al. (2026) y Weerakoon et al. (2025). Finalmente, se observa una línea creciente de innovación en materiales y sistemas constructivos circulares, con énfasis en madera estructural, modularidad y materiales reutilizables o impresos con residuos, reflejada en trabajos como los de Haigh et al. (2026), Abad et al. (2026) y El Aabbas et al. (2026).

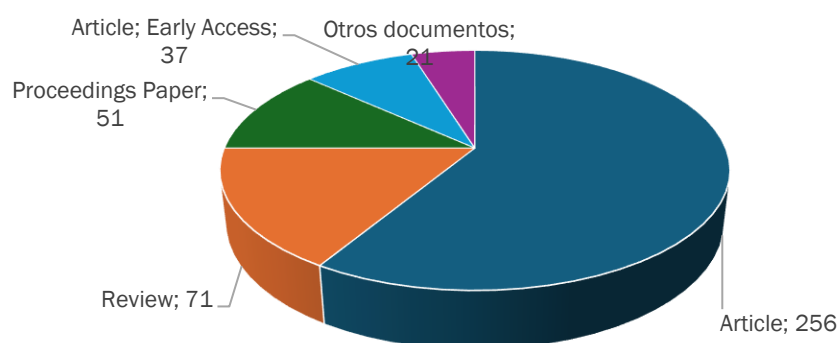
Figura 2. *Dinámica de la producción científica en economía circular y regenerativa aplicada a la arquitectura y la construcción (2006–2026).*



Caracterización de la producción científica según tipo de documento

La **Figura 3** presenta la distribución de los 436 documentos recuperados según su tipo de publicación, lo cual permite analizar cómo se está difundiendo el conocimiento científico en el campo de la economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción. Desde el punto de vista de la divulgación científica, se evidencia una clara predominancia de los artículos científicos en revistas indexadas, que representan 256 registros, equivalentes aproximadamente al 59 % del total. Este resultado indica que la principal vía de comunicación del conocimiento en este campo se realiza a través de revistas científicas arbitradas, lo cual sugiere un grado importante de consolidación académica y una producción orientada a la validación por pares.

Figura 3. Distribución de documentos según tipo de publicación.



En segundo lugar, se encuentran los artículos de revisión (review) con 71 documentos, que representan alrededor del 16 % de la producción. La presencia significativa de este tipo de documentos indica que el campo ha alcanzado un nivel de madurez suficiente como para generar estudios de síntesis y revisiones sistemáticas que organizan y analizan el estado del arte. Estas publicaciones cumplen un papel fundamental en la estructuración del conocimiento, ya que permiten identificar tendencias de investigación, vacíos temáticos y oportunidades de desarrollo científico.

Los *proceedings papers*, correspondientes a 51 documentos (aproximadamente 12 %), reflejan la importancia de los congresos científicos como espacios de discusión y socialización de avances preliminares de investigación. Este tipo de documentos suele representar etapas tempranas de desarrollo de proyectos y permite observar la dinámica de interacción entre comunidades académicas y profesionales del sector.

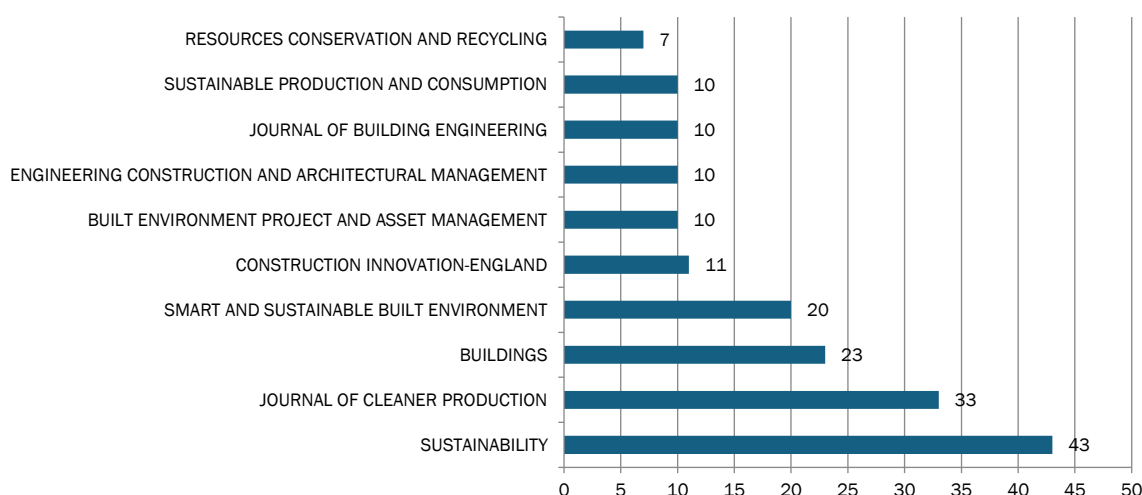
Por su parte, los artículos en acceso anticipado (Early Access), con 37 registros (cerca del 8 %), evidencian la actualización constante del campo y la rapidez con la que los resultados de investigación están siendo incorporados en las plataformas editoriales antes de su publicación definitiva. Este tipo de documentos suele indicar un área de investigación activa y en expansión.

Se presentan otros tipos de documentos, que suman 21 registros (aproximadamente 5 %), incluyen materiales como capítulos de libro, editoriales, notas técnicas o reportes, los cuales complementan la difusión del conocimiento, aunque con menor peso dentro de la producción científica total.

Revistas y medios de divulgación científica

El análisis de los medios de divulgación científica muestra que la producción sobre economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción se distribuye en un universo amplio de 185 revistas y fuentes de publicación, lo que confirma el carácter diverso e interdisciplinario del campo. No obstante, esta producción no se reparte de manera homogénea, ya que existe una concentración importante en un grupo reducido de revistas especializadas en sostenibilidad, producción limpia, entorno construido e innovación en construcción (Figura 4).

Figura 4. Principales revistas y medios de difusión de la producción científica en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción.



Las revistas con mayor número de publicaciones son Sustainability, con 43 documentos (9,9 %), y Journal of Cleaner Production, con 33 documentos (7,6 %), lo que sugiere que una parte significativa de la discusión científica se orienta hacia temas relacionados con sostenibilidad, eficiencia en el uso de recursos y producción limpia.

Otras revistas relevantes incluyen Buildings, con 23 registros (5,3 %), y Smart and Sustainable Built Environment, con 20 publicaciones (4,6 %). Asimismo, Construction Innovation-England presenta 11 documentos (2,5 %). Por su parte, Built Environment Project and Asset Management, Engineering, Construction and Architectural Management, Journal of Building Engineering y Sustainable Production and Consumption registran 10 publicaciones cada una (2,3 %). Finalmente, la revista Resources, Conservation and Recycling presenta 7 documentos (1,6 %).

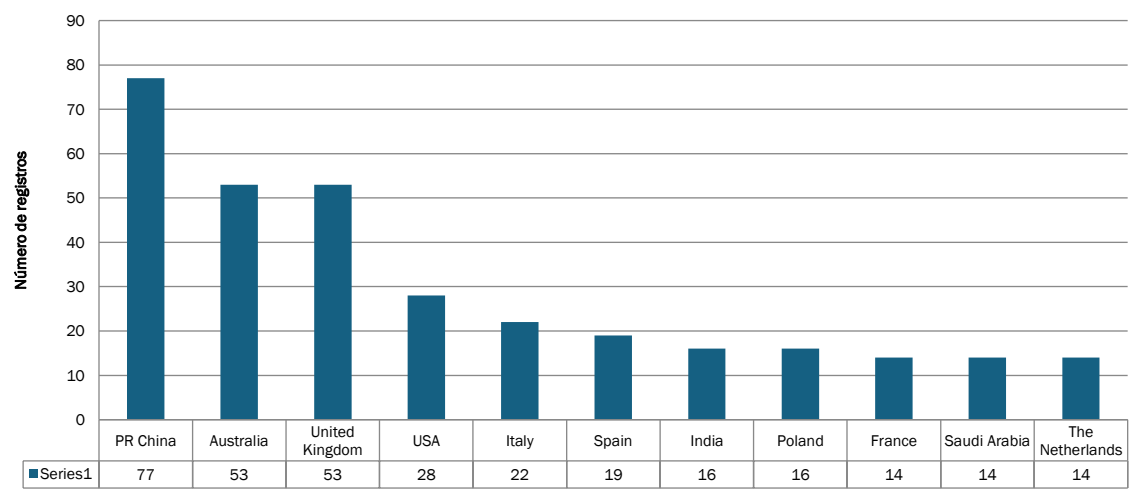
En conjunto, estas revistas evidencian una creciente especialización hacia problemáticas propias del entorno construido, tales como el desempeño de edificaciones, la innovación en procesos constructivos, la gestión de proyectos, la incorporación de tecnologías aplicadas y la transformación sostenible del sector de la construcción. En total, las diez principales revistas concentran 177 publicaciones, equivalentes al 40,6 % del total analizado.

Distribución geográfica del conocimiento

El análisis de la distribución geográfica de la producción científica evidencia que la investigación sobre economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción presenta una fuerte concentración en algunos países líderes, mientras que otras regiones participan con menor intensidad. Esta distribución refleja tanto la capacidad investigativa de los países como sus prioridades en materia de sostenibilidad, innovación tecnológica y transformación del sector de la construcción.

A nivel mundial (**Figura 5**), China se posiciona como el país con mayor producción científica, con 77 publicaciones, seguido por Australia y Reino Unido, con 53 publicaciones cada uno, y por Estados Unidos, con 28 registros. Posteriormente aparecen Italia (22), España (19), India (16), Polonia (16), Francia (14), Arabia Saudita (14) y Países Bajos (14). Esta distribución sugiere una concentración significativa de la producción científica en países con políticas activas de sostenibilidad, transición energética y desarrollo tecnológico en el sector de la construcción.

Figura 5. *Distribución de la producción científica por países en economía circular aplicada a la construcción.*



El liderazgo de China puede relacionarse con investigaciones orientadas a la gestión de residuos de construcción y demolición, circularidad de materiales y desarrollo de políticas para la economía circular, donde se analizan modelos de gestión, barreras y estrategias de implementación en la industria de la construcción. Estudios como los de Mahpour y

Mortaheb (2018) y Wuni (2022) evidencian la importancia de los factores institucionales y económicos en la adopción de prácticas circulares dentro del sector.

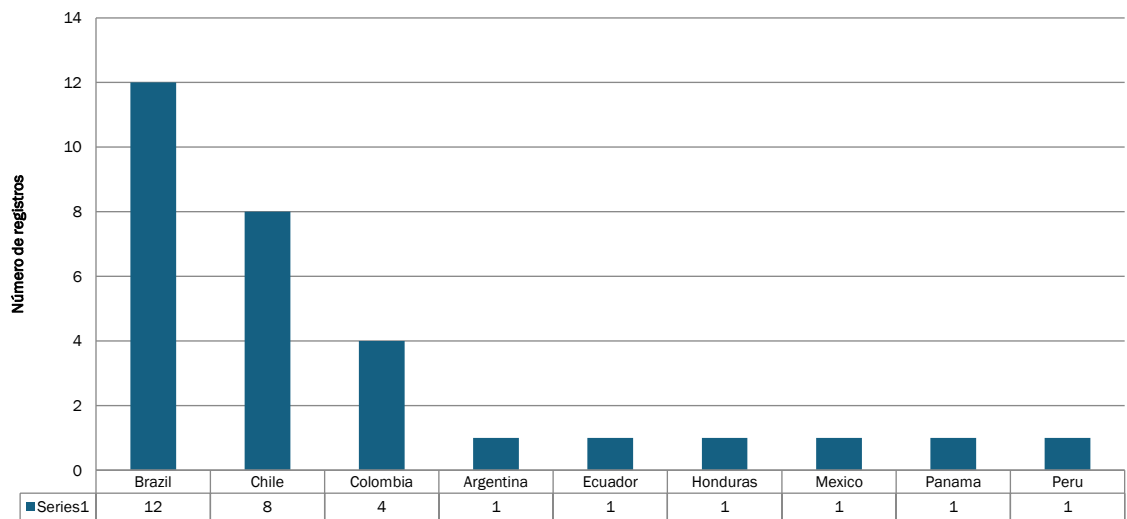
Por su parte, Australia y el Reino Unido, que ocupan el segundo lugar en producción científica, muestran una fuerte presencia en investigaciones relacionadas con evaluación de sostenibilidad, análisis de ciclo de vida (LCA) y desarrollo de marcos conceptuales para la circularidad en el entorno construido, particularmente con revisiones integradoras como las de Çimen (2021) y López Ruiz, Roca y Gassó (2020), que consolidan el estado del arte del campo.

En el caso de Estados Unidos y los países europeos, como Italia, España y los Países Bajos, la producción científica se vincula con investigaciones sobre innovación en materiales, gestión del ciclo de vida de edificaciones y estrategias de reutilización de recursos en construcción, donde destacan estudios sobre uso de agregados reciclados, residuos industriales y materiales alternativos para construcción (Nodehi & Taghvaei, 2022; Yan et al., 2022).

En los últimos años, además, varios países europeos han contribuido significativamente al desarrollo de investigaciones relacionadas con bioeconomía, construcción en madera estructural y estrategias de fin de vida de edificaciones. En este ámbito se destacan trabajos sobre reutilización de madera y materiales biobasados en la construcción (Balasbaneh, Sher, & Ashour, 2025; Abdolmaleki et al., 2025; Hosseini et al., 2025).

En cuanto a Latinoamérica (**Figura 6**), la producción científica es significativamente menor, lo que refleja brechas en capacidad investigativa y en desarrollo de agendas científicas relacionadas con economía circular en construcción. Según los datos analizados, Brasil lidera la región con 12 publicaciones, seguido por Chile (8) y Colombia (4). Otros países presentan una participación incipiente, como Argentina, Ecuador, Honduras, México, Panamá y Perú, cada uno con una publicación.

Figura 6. Participación de países latinoamericanos en la producción científica sobre economía circular en construcción.



El liderazgo de Brasil puede asociarse con su creciente participación en investigaciones sobre sostenibilidad urbana, gestión de residuos y desarrollo de modelos de economía circular en el sector construcción. De igual manera, la producción científica de Chile y Colombia se relaciona con estudios sobre evaluación ambiental, innovación en materiales y estrategias de sostenibilidad en el entorno construido, temas que se articulan con los enfoques de análisis de ciclo de vida y gestión de recursos presentes en la literatura internacional.

Aunque la producción científica latinoamericana aún es limitada en comparación con los países líderes, su creciente participación indica un interés emergente en la aplicación de principios de economía circular en el sector de la construcción, particularmente en relación con gestión de residuos, sostenibilidad urbana y eficiencia de recursos. Este comportamiento sugiere que la región se encuentra en una etapa inicial de desarrollo del campo, con oportunidades significativas para fortalecer la investigación y la formación especializada en estas temáticas.

Análisis de palabras clave y estructura temática

En el corpus analizado se identificaron en total 1.088 palabras clave definidas por los autores. Para la construcción de la nube de palabras se seleccionaron únicamente los términos con frecuencia mayor a 4, con el fin de destacar los descriptores de mayor recurrencia en la literatura.

En esta etapa no se realizó un proceso de normalización terminológica, es decir, no se unificaron variantes léxicas, ortográficas o semánticas de los términos. Esta decisión metodológica responde al interés de preservar la forma original en que los autores describen, delimitan y posicionan sus investigaciones, permitiendo observar con mayor fidelidad la diversidad del lenguaje científico empleado en el campo. En consecuencia, la nube debe interpretarse como una representación exploratoria del vocabulario utilizado por los investigadores, y no como una clasificación taxonómica depurada; por ello, algunos términos próximos o equivalentes pueden aparecer de manera independiente.

Nube de palabras clave

La nube de palabras (**Figura 7**) muestra que “circular economy” constituye el núcleo conceptual dominante, acompañado por términos como “construction industry”, “construction sector”, “construction” y “built environment”, lo que confirma que la investigación se concentra en la aplicación de la circularidad al entorno construido (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017; Pomponi & Moncaster, 2017). A su vez, destacan descriptores como “construction and demolition waste”, “waste management”, “recycling” y “reuse”, evidenciando que la gestión de residuos y la valorización de materiales siguen siendo uno de los ejes principales del campo (Akanbi et al., 2018; Leising et al., 2018; Gálvez-Martos et al., 2018; López Ruiz et al., 2020).

También sobresalen términos asociados a la evaluación de sostenibilidad, como “Life Cycle Assessment”, “sustainability”, “sustainable development” y “sustainable

construction”, así como otros vinculados a la transformación reciente del sector, entre ellos “digital technologies”, “BIM”, “business model”, “barriers” y “strategies” (Çimen, 2021; Wuni, 2022; Hamedani, 2025; Nourjalili, 2025; Abiodun, 2026).

En conjunto, la nube confirma las principales líneas de investigación identificadas en el análisis realizado con la plataforma de Tree of Science: fundamentos conceptuales de la economía circular en el entorno construido (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017; Pomponi & Moncaster, 2017), gestión de residuos de construcción y demolición (Akanbi et al., 2018; Leising et al., 2018; Gálvez-Martos et al., 2018; López Ruiz et al., 2020), evaluación del ciclo de vida y sostenibilidad (Çimen, 2021; López Ruiz et al., 2020), e incorporación de tecnologías y estrategias de implementación para la transición circular del sector construcción (Wuni, 2022; Hamedani, 2025; Nourjalili, 2025; Abiodun, 2026).

Figura 7. Nube de palabras de las palabras clave de autor con frecuencia mayor a 4 en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción.



Mapa de co-ocurrencia de palabras clave

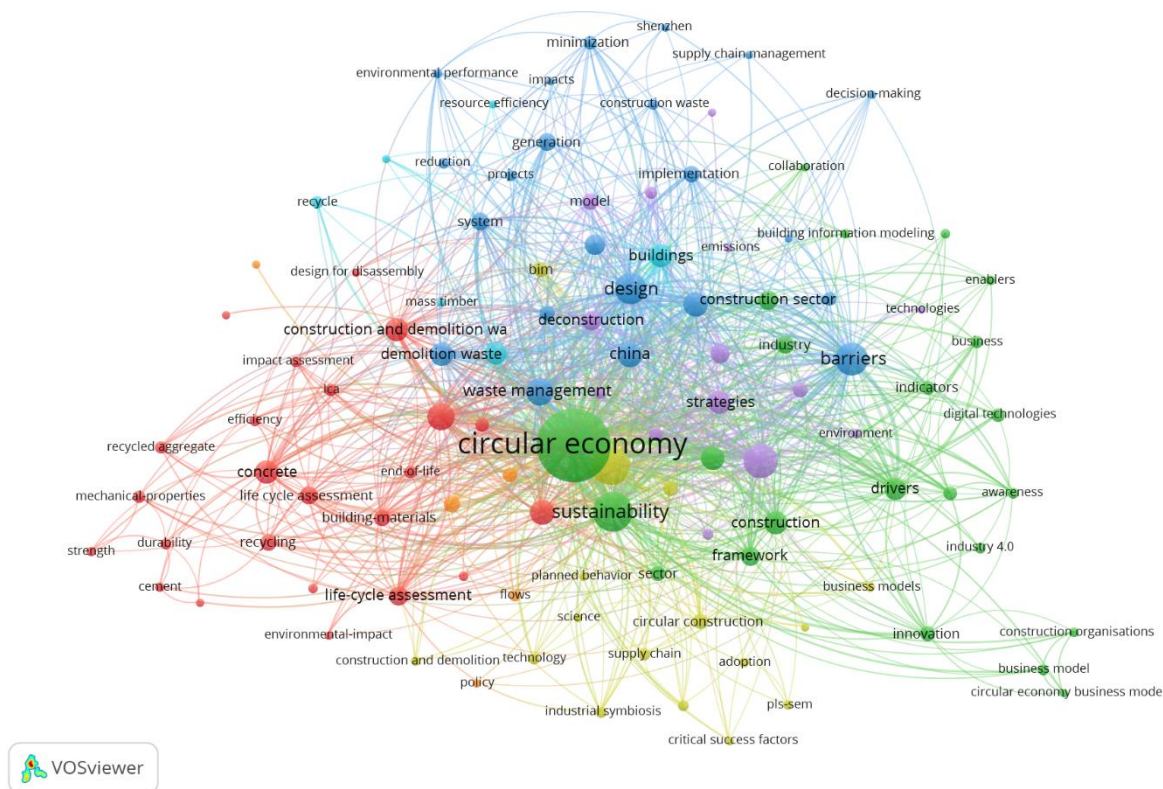
La **Figura 8**, representa una red de co-ocurrencia de palabras clave, obtenida mediante el programa VOSviewer versión 1.6.20, permite identificar las principales relaciones temáticas del campo de la economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción.

En el centro de la red se ubican los términos “circular economy” y “sustainability”, los cuales funcionan como nodos articuladores del campo, conectando las distintas líneas de investigación. Su posición central indica que la economía circular se analiza principalmente como un enfoque orientado a mejorar la sostenibilidad del sector construcción.

Un primer clúster, asociado principalmente con el color rojo, se relaciona con la gestión de residuos y la evaluación del ciclo de vida, donde aparecen términos como construction and demolition waste, life cycle assessment, recycling, concrete y building materials. Este grupo refleja una de las líneas de investigación más consolidadas del campo: el análisis del desempeño ambiental de materiales y la valorización de residuos de construcción y demolición.

Un segundo clúster, identificado en color verde, se centra en la implementación de la economía circular en la industria de la construcción, incluyendo conceptos como drivers, barriers, innovation, business model, digital technologies y industry 4.0. Este conjunto de términos evidencia el creciente interés por estudiar los factores que facilitan o dificultan la adopción de estrategias circulares en el sector, así como el papel de la innovación tecnológica y organizacional en esta transición.

Figura 8. Red de co-ocurrencia de palabras clave en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción (VOSviewer).



Un tercer clúster, representado en color azul, se vincula con el diseño y la gestión del entorno construido, donde aparecen palabras clave como design, buildings, construction sector, waste management, deconstruction y building information modeling (BIM). Este grupo muestra la integración entre principios de economía circular y herramientas de diseño, planificación y gestión de edificaciones.

Finalmente, otros clústeres de menor tamaño integran temas relacionados con política pública, cadenas de suministro y modelos de transición, incluyendo términos como framework, supply chain, policy, industrial symbiosis y circular construction. Estos nodos reflejan una dimensión más sistémica del campo, orientada a comprender la transición hacia modelos constructivos circulares desde perspectivas organizacionales, institucionales y de gobernanza.

De manera general, el mapa de co-ocurrencia confirma que la investigación en economía circular aplicada a la construcción se organiza alrededor de cuatro grandes ejes temáticos:

- Gestión de residuos de construcción y demolición y reciclaje de materiales.
- Evaluación ambiental y análisis del ciclo de vida de materiales y edificaciones.
- Implementación de la economía circular en la industria de la construcción (drivers, barreras y modelos de negocio).
- Diseño circular, digitalización y gestión del entorno construido.

Estos resultados son coherentes con las líneas de investigación identificadas previamente mediante el análisis de Tree of Science, lo que confirma la existencia de una estructura temática relativamente consolidada en el campo.

Mapa temático

El mapa temático (**Figura 9**), elaborado mediante el programa Bibliometrix, permite identificar la posición estructural de los principales temas de investigación en el campo de la economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción, a partir de dos dimensiones: la centralidad (grado de relevancia o conexión con el conjunto del campo) y la densidad (grado de desarrollo interno del tema). Esta representación distingue cuatro cuadrantes: temas motores, temas básicos, temas de nicho y temas emergentes o en declive, lo que facilita comprender no solo qué temas son más importantes, sino también cuál es su nivel de madurez.

En el cuadrante de temas motores se ubica principalmente life-cycle assessment / recycle, lo que indica que el análisis de ciclo de vida es uno de los enfoques más consolidados y relevantes de la investigación. Esto confirma que la evaluación de impactos ambientales constituye un eje metodológico central en la economía circular aplicada a la construcción.

En los temas básicos aparecen clústeres como circular economy / sustainability / management / construction industry / barriers / challenges, lo que muestra que estos conceptos forman la base principal del campo. También se ubican aquí temas relacionados con concrete / recycling / lca y mechanical-properties / durability / cement, reflejando la importancia de los materiales y del desempeño técnico en la literatura.

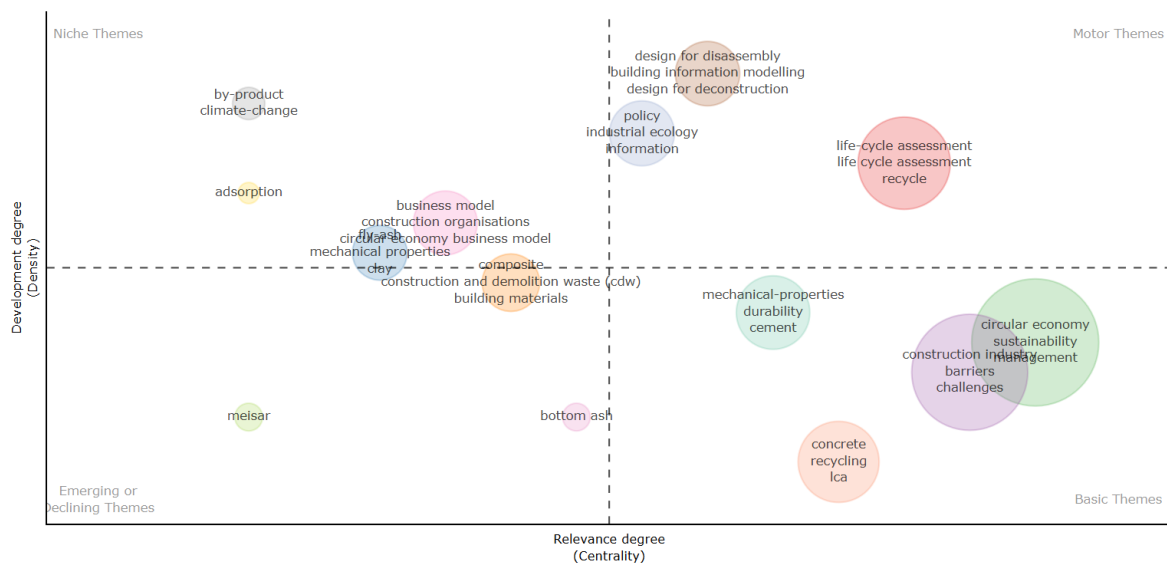
En los temas de nicho se identifican agrupaciones como business model, construction organisations, fly ash y climate change, que corresponden a líneas más especializadas y

menos conectadas con el núcleo general del campo. Finalmente, en la zona de temas emergentes o poco desarrollados aparecen términos como bottom ash y meisar, cuya presencia indica temas todavía marginales o en proceso de consolidación.

Un aspecto relevante del mapa es la posición de temas como building information modelling (BIM), design for disassembly y design for deconstruction, ubicados cerca de los temas motores. Esto sugiere que el campo está avanzando hacia una integración creciente entre circularidad, diseño y digitalización.

En conjunto, el mapa muestra que la investigación se estructura alrededor de tres grandes ejes: economía circular y sostenibilidad, gestión de residuos y reciclaje, y evaluación de impactos mediante ciclo de vida. A la vez, empiezan a fortalecerse temas más recientes como BIM, diseño para deconstrucción y modelos de negocio circulares, lo que evidencia una evolución del campo hacia enfoques más integrados, técnicos y estratégicos.

Figura 9. Mapa temático de la investigación sobre economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción, elaborado con Bibliometrix.



En general, el mapa temático muestra que la investigación en economía circular aplicada a la arquitectura y la construcción se encuentra estructurada alrededor de tres grandes núcleos:

- la economía circular y la sostenibilidad como base conceptual del campo,
- la gestión de residuos y el reciclaje de materiales como eje operativo dominante, y
- la evaluación de impactos mediante análisis de ciclo de vida como principal soporte metodológico.

A estos núcleos se suman líneas emergentes o en consolidación, como el BIM, el diseño para deconstrucción, los modelos de negocio circulares y la ecología industrial, que

apuntan hacia una evolución del campo desde enfoques centrados en residuos hacia perspectivas más integradas, digitales y estratégicas. Esta lectura es coherente con los resultados obtenidos mediante Tree of Science y con la red de co-ocurrencia de palabras clave, reforzando la idea de que el campo avanza hacia una mayor sofisticación técnica y metodológica.

Identificación de tendencias tecnológicas y líneas de Investigación

En este apartado se consolida la identificación de las tendencias tecnológicas y líneas de investigación, realizado mediante la combinación de herramientas de análisis textual, relacional y estructural de la producción científica recuperada. De esta manera, se reconocieron los conceptos más frecuentes, las relaciones entre temas, su nivel de madurez y la organización intelectual del campo, también se delimitaron las principales líneas de investigación que actualmente estructuran la economía circular y regenerativa aplicada a la construcción.

La **Tabla 11** resume el aporte de cada herramienta y las líneas derivadas del análisis, incorporando una descripción breve de su alcance dentro del campo. Es necesario realizar una precisión metodológica, en cuanto a que las líneas identificadas no provienen de una sola herramienta de manera aislada, sino de la interpretación integrada de todas.

Tabla 11. Herramientas empleadas y líneas de investigación identificadas.

Herramienta	Aporte al análisis	Líneas de investigación identificadas	Descripción de la línea
Nube de palabras	Permitió reconocer los términos más frecuentes y el vocabulario dominante del campo. Mostró a <i>circular economy</i> como núcleo conceptual, junto con términos asociados a construcción, residuos, reciclaje, LCA, sostenibilidad, BIM, modelos de negocio, barreras y estrategias.	Economía circular y sostenibilidad en el entorno construido	Constituye la base conceptual del campo. Reúne los marcos teóricos, definiciones y enfoques que conectan la circularidad con la transformación del sector construcción y del hábitat.
Mapa de co-ocurrencias	Permitió identificar relaciones temáticas y agrupamientos entre palabras clave. Ubicó a <i>circular economy</i> y <i>sustainability</i> como nodos centrales y organizó el campo en clústeres temáticos.	Gestión de residuos de construcción y demolición, reciclaje y valorización de materiales	Aparece como uno de los ejes más consolidados. Su énfasis está en el cierre de ciclos materiales, la reutilización y el aprovechamiento de residuos como estrategia operativa para la circularidad en construcción.
Mapa temático	Permitió establecer la centralidad y densidad de los temas, distinguiendo entre temas motores, básicos, de nicho y emergentes. Confirmó que el <i>life-cycle assessment</i> es un soporte metodológico	Evaluación ambiental y análisis de ciclo de vida	Funciona como principal soporte metodológico del campo. El peso de temas como <i>life-cycle assessment</i> confirma que la medición de impactos y del desempeño ambiental es central para sustentar técnica y estratégicamente la transición hacia

	central y mostró la cercanía de BIM y diseño para deconstrucción a los temas motores.		modelos más circulares y regenerativos.
Tree of Science	Permitió reconstruir la estructura intelectual del campo a partir de la red de citaciones, distinguiendo raíces, tronco, ramas y hojas. Identificó trabajos fundacionales, estructurantes y tendencias recientes.	Implementación de la economía circular, innovación y transformación organizacional	Agrupar estudios sobre barreras, impulsores, estrategias, modelos de negocio y adopción sectorial. Esta línea muestra que la transición no depende solo de desarrollos técnicos, sino también de capacidades institucionales y de gestión.
Integración de resultados de las herramientas	La lectura conjunta de la nube de palabras, el mapa de co-ocurrencias, el mapa temático y Tree of Science permitió reconocer líneas emergentes y transversales que no se explican por una sola técnica, sino por la convergencia de resultados.	Diseño circular, digitalización y gestión avanzada del entorno construido	En esta línea convergen BIM, deconstrucción, diseño para desensamble, Digital Twin y otras tecnologías asociadas a Construction 4.0. Aunque es más reciente que las anteriores, el análisis muestra que está ganando relevancia y representa una de las direcciones más dinámicas del campo.
Integración de resultados de las herramientas	El contraste entre herramientas también permitió reconocer una dimensión de articulación sistémica del campo, vinculada con la implementación y escalamiento de la transición circular.	Gobernanza, cadenas de suministro y modelos de transición	Esta línea transversal amplía la mirada del campo hacia dimensiones organizacionales, institucionales y sistémicas. Aunque aparece con menor densidad que otras, su presencia confirma que la evolución del sector exige enfoques más integrados y colaborativos.

La **Figura 10**, permite observar, en perspectiva temporal, la transición del campo desde una etapa centrada en fundamentos conceptuales de economía circular y sostenibilidad hacia una fase más reciente caracterizada por la digitalización, la innovación material y la gobernanza de la transición, que ya se ha mencionado anteriormente en el documento.

Figura 10. Evolución temática del campo de la economía circular y regenerativa aplicada a la construcción.



Identificación de oportunidades estratégicas

A partir del análisis de tendencias tecnológicas y líneas de investigación identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica, se reconocieron un conjunto de oportunidades estratégicas para la consolidación del campo, las cuales pueden organizarse en tres dimensiones complementarias: los vacíos del campo, que evidencian aspectos insuficientemente desarrollados; los temas emergentes, que muestran las direcciones recientes de evolución del conocimiento; y las áreas de especialización posibles, entendidas como núcleos con potencial de desarrollo académico, científico y aplicado, como se presenta en la **Tabla 12**.

Tabla 12. *Identificación de oportunidades estratégicas.*

Vacíos del campo	Temas emergentes	Áreas de especialización posibles
Persisten brechas entre los desarrollos conceptuales de la economía circular y regenerativa y su implementación operativa en proyectos, cadenas de valor y escalas territoriales.	Digitalización de la circularidad y del entorno construido mediante BIM, Digital Twin, inteligencia artificial, analítica de datos y tecnologías asociadas a Construction 4.0.	Evaluación ambiental, económica y estratégica de proyectos circulares y regenerativos, integrando análisis de ciclo de vida, huella de carbono, métricas de sostenibilidad y evaluación financiera.
La perspectiva propiamente regenerativa aún presenta menor desarrollo metodológico y aplicado que la economía circular, especialmente en lo relacionado con restauración ecosistémica, generación de valor social y resiliencia territorial.	Diseño para deconstrucción y desensamble, orientado a concebir edificaciones como sistemas recuperables, adaptables y reincorporables a nuevos ciclos productivos.	Innovación tecnológica y digital para la regeneración del entorno construido, incluyendo BIM, Digital Twin, trazabilidad de materiales, simulación y herramientas de soporte a la decisión.
La articulación entre circularidad y tecnologías digitales avanzadas todavía es incipiente, especialmente para trazabilidad de materiales, gestión de ciclo de vida y toma de decisiones regenerativas.	Innovación en materiales de bajo impacto, tales como materiales reciclados, biobasados, compuestos de menor huella de carbono y soluciones constructivas modulares.	Innovación en materiales, sistemas constructivos y bioeconomía aplicada, orientada al desarrollo y validación de materiales de bajo impacto, valorización de residuos y soluciones constructivas sostenibles.
Aún son limitadas las métricas integrales capaces de valorar de manera conjunta el desempeño ambiental, económico, social y territorial de las estrategias regenerativas.	Modelos de negocio circulares y regenerativos que articulan sostenibilidad, rentabilidad, servicios, valorización y competitividad empresarial.	Implementación, gestión y transformación organizacional para la transición del sector construcción, con énfasis en barreras, impulsores, capacidades institucionales y adopción sectorial.
El desarrollo de estudios sobre gobernanza, política pública, articulación multiactor y cadenas de suministro es todavía menor frente a otros núcleos del campo.	Gobernanza, cadenas de suministro y transición territorial, con creciente atención a marcos de política, coordinación entre actores e implementación multiescalar.	Gobernanza territorial y modelos de transición, incorporando articulación multiactor, cadenas de suministro, resiliencia y escalamiento de estrategias regenerativas en contextos urbanos y regionales.

Relación entre líneas de investigación, oportunidades estratégicas y propuesta formativa del programa

Con el fin de establecer el grado de correspondencia entre las tendencias actuales del campo y la propuesta de la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción, se presenta a continuación una matriz de contraste (**Tabla 13**) que relaciona las líneas de investigación y las oportunidades estratégicas identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica con tres dimensiones del programa: el perfil de formación, el diseño curricular y la apuesta institucional. Este análisis permite reconocer coincidencias, vacíos relativos y posibles elementos diferenciadores para fortalecer la pertinencia y proyección del programa.

Tabla 13. *Relación entre líneas de investigación, oportunidades estratégicas y propuesta formativa del programa.*

Tendencia / línea actual del campo	Coincidencia con el perfil del programa		Coincidencia con el diseño curricular		Coincidencia con la apuesta institucional		Brecha u oportunidad de fortalecimiento	Elemento diferenciador potencial
Economía circular y sostenibilidad en el entorno construido	Alta.	El perfil propone formación para transformar el sector construcción desde enfoques económicos, ambientales, sociales y tecnológicos.	Alta.	Está presente en espacios orientados a economía regenerativa, circularidad y sostenibilidad aplicada al hábitat.	Muy alta.	La apuesta institucional se alinea con sostenibilidad, ética del cuidado, transformación del territorio y bienestar humano.	La oportunidad no está en incorporar el tema, sino en posicionarlo desde una lógica claramente regenerativa y no solo sostenible.	Presentar el programa como una especialización que supera la sostenibilidad convencional y forma en transición hacia modelos regenerativos del entorno construido.
Gestión de residuos de construcción y demolición, reciclaje y valorización de materiales	Media.	El perfil recoge la idea de circularidad y eficiencia de recursos, pero no explicita con fuerza la gestión de RCD como competencia visible.	Media.	Aparece de manera parcial en materiales de bajo carbono y construcción sostenible, pero no como eje explícito de recuperación, valorización y trazabilidad.	Alta.	La lógica institucional de responsabilidad ambiental respalda esta línea, aunque no la desarrolla de forma técnica.	Conviene explicitar la recuperación de materiales, el cierre de ciclos y la valorización de residuos como competencia aplicada del egresado.	Diferenciar el programa con un enfoque en circularidad aplicada a materiales, residuos y cadenas de valor constructivas regionales.
Evaluación ambiental y análisis de ciclo de vida	Alta.	El perfil contempla análisis de desempeño ambiental y toma de decisiones sostenibles.	Muy alta.	El currículo incluye ACV, huella de carbono, métricas ESG y evaluación de proyectos sostenibles.	Alta.	Coincide con la apuesta por decisiones responsables y por la transformación del sector con base en evidencia.	La oportunidad está en ampliar estas métricas hacia indicadores regenerativos, co-beneficios y desempeño territorial.	Posicionar el programa como uno de los pocos que integra evaluación financiera, ambiental y regenerativa en construcción.
Implementación de la economía circular, innovación y transformación organizacional	Alta.	El perfil plantea liderazgo colaborativo, gestión estratégica y capacidad para operar procesos de transición.	Alta.	Se refleja en modelos de negocio sostenibles, análisis financiero y gestión de proyectos regenerativos.	Muy alta.	La institución privilegia formación con impacto social, articulación de actores y transformación del entorno.	Falta fortalecer la traducción de estas capacidades a entornos reales de adopción empresarial, escalamiento y cambio organizacional.	Diferenciar el programa por combinar economía regenerativa con gestión estratégica, innovación y liderazgo para la transición sectorial.

Diseño circular, deconstrucción y edificios como bancos de materiales	Baja-media. El perfil menciona innovación y ciclo completo del proyecto, pero no explicita diseño para desensamble o deconstrucción.	Baja. No aparece como unidad o resultado de aprendizaje claramente identificable.	Media. La apuesta institucional lo respaldaría por su coherencia con regeneración y uso responsable de recursos.	Es una oportunidad clara de actualización. Incorporar diseño para deconstrucción permitiría al programa conectarse con una tendencia emergente y aún poco cubierta.	Convertir el programa en referente en diseño regenerativo del ciclo completo del edificio, incluyendo recuperación y reuso de materiales.
Digitalización del entorno construido: BIM, Digital Twin, IA y Construction 4.0	Media. El perfil menciona innovación tecnológica, pero sin explicitar herramientas digitales avanzadas.	Baja-media. El currículo alude a innovación, pero no desarrolla de forma visible BIM, Digital Twin, trazabilidad digital o IA aplicada a circularidad.	Media. La apuesta institucional no se opone, pero tampoco lo define como rasgo distintivo actual.	Esta es la principal oportunidad de fortalecimiento, porque conecta directamente con las tendencias más recientes del campo.	El mayor diferencial posible: especialización que articula economía regenerativa con digitalización del entorno construido y circularidad basada en datos.
Innovación en materiales de bajo impacto, biobasados y sistemas constructivos avanzados	Alta. El perfil incluye innovación y desempeño técnico-ambiental del entorno construido.	Alta. El currículo contempla tecnologías y materiales de bajo carbono y construcción sostenible.	Alta. Se alinea con la visión institucional de transformación productiva y responsabilidad ambiental.	La oportunidad está en reforzar materiales biobasados, modularidad y soluciones con pertinencia regional.	Diferenciación por integrar innovación material con bioeconomía y aplicación territorial en el sector construcción.
Gobernanza, cadenas de suministro y modelos de transición	Media-alta. El perfil habla de liderazgo colaborativo, resiliencia y visión territorial.	Media. El currículo toca resiliencia territorial y gestión, pero no profundiza de forma suficiente en supply chain, política pública o articulación multiactor.	Muy alta. La apuesta institucional tiene gran afinidad con gobernanza, justicia ambiental y trabajo con actores públicos, privados y comunitarios.	Conviene fortalecer el componente aplicado de gobernanza de transición, compras sostenibles, cadenas de valor y licenciamiento social.	Posicionar el programa desde una perspectiva territorial y multiactor, con fuerte conexión entre regeneración, gobernanza e implementación real.
Métricas avanzadas de circularidad, carbono y valor regenerativo	Media-alta. El perfil recoge evaluación y sostenibilidad, pero no explicita métricas regenerativas avanzadas.	Alta en métricas ambientales y financieras; media en indicadores regenerativos y territoriales.	Alta. La apuesta institucional se alinea con medición de impacto transformador, aunque no la define técnicamente.	La brecha está en ampliar ACV y ESG hacia métricas de circularidad multinivel, capital natural, valor social y co-beneficios.	Un diferencial fuerte sería evaluar no solo sostenibilidad, sino regeneración medible en proyectos, materiales y territorios.

En términos generales, el programa sí recoge las líneas principales identificadas por el ejercicio de cienciometría, sobre todo en su base conceptual, ambiental, financiera y territorial. No obstante, para hacerlo más interesante, competitivo y claramente diferenciado, conviene reforzar las tendencias que hoy están redefiniendo el campo: digitalización, deconstrucción, trazabilidad, métricas regenerativas y gobernanza de transición. Allí está la oportunidad más fuerte para construir un sello propio y proyectar una propuesta más singular.

Propuesta de fortalecimiento curricular a partir del ejercicio de vigilancia tecnológica

Como resultado del análisis comparativo entre las tendencias identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica y la estructura académica de la Especialización en Economía Regenerativa para la Innovación de la Construcción, se presenta una sugerencia de fortalecimiento del programa (**Tabla 14**). Esta propuesta busca complementar la malla curricular con temas estratégicos que contribuyen a consolidar su pertinencia, actualizar sus alcances frente a la evolución del campo y reforzar el elemento diferenciador de la especialización en términos de innovación, regeneración y proyección territorial.

Tabla 14. Temas sugeridos para fortalecer la malla curricular y consolidar el elemento diferenciador del programa.

Tema para complementar	Justificación desde el ejercicio de VT	Espacio curricular donde podría integrarse
BIM, Digital Twin y trazabilidad digital de materiales para construcción circular y regenerativa	El ejercicio de VT identifica BIM, Digital Twin y Construction 4.0 como una de las líneas emergentes más visibles del campo, asociadas a la trazabilidad de materiales, optimización del ciclo de vida y transición hacia enfoques más integrados, digitales y estratégicos.	Puede integrarse en Tecnologías y Materiales de Bajo Carbono y Construcción Sostenible, y reforzarse en el Proyecto Integrador Regenerativo mediante ejercicios de modelación y trazabilidad aplicada.
Diseño para deconstrucción, desensamble y edificios como bancos de materiales	El mapa temático de la VT ubica el diseño para deconstrucción y desensamble entre las líneas en consolidación, y los referentes internacionales proponen incorporar construcción para la deconstrucción y el enfoque de Buildings as Material Banks (BAMB).	Puede incorporarse como unidad específica en Tecnologías y Materiales de Bajo Carbono y Construcción Sostenible y como criterio de diseño en el Proyecto Integrador Regenerativo.
Indicadores regenerativos y valoración de co-beneficios	La VT confirma que el ACV es uno de los soportes metodológicos centrales del campo, pero también muestra la necesidad de evolucionar hacia enfoques más integrados y estratégicos. Esto abre la oportunidad de ampliar la evaluación ambiental hacia métricas regenerativas, valor social, circularidad avanzada y desempeño territorial.	Su integración natural está en Análisis de Ciclo de Vida (ACV), Huella de Carbono y Métricas ESG, ampliando el alcance actual del espacio hacia medición de regeneración y co-beneficios.
Gobernanza territorial, cadenas de valor y modelos colaborativos para la transición regenerativa	La VT señala que la evolución del campo requiere cubrir la cadena de valor completa, desde diseño y materiales hasta planeación, evaluación y gobernanza. Además, los referentes internacionales sugieren incorporar gobernanza para la transición, ciudadanía y articulación multiactor.	Puede fortalecerse en Gestión de Proyectos Regenerativos, Resiliencia Territorial y Transición Energética, y complementarse en Marco Normativo Nacional e Internacional para la Construcción Sostenible con énfasis en implementación, articulación institucional y escalamiento territorial.
Simbiosis industrial y valorización intersectorial de residuos	La VT, a partir de los referentes internacionales, propone la simbiosis industrial como estrategia para que residuos de un sector se conviertan en recursos para la construcción, ampliando la circularidad más allá del reciclaje interno del sector.	Puede integrarse en Economía Regenerativa y Modelos de Circularidad Aplicados al Hábitat, y desarrollarse con casos aplicados en Modelos de Negocio Sostenibles, Innovación y Retornos de Inversión Regenerativos.

		Este contenido puede ser muy valioso para Bucaramanga y la región, porque conecta con cadenas productivas locales y con una visión de construcción como sistema, no solo como obra aislada.
Metabolismo urbano y análisis de flujos a escala edificio-barrio-territorio	La VT propone, desde referentes internacionales, incorporar herramientas de diagnóstico de metabolismo urbano para evaluar cómo las intervenciones en el entorno construido afectan la capacidad productiva del territorio y para analizar transiciones desde el edificio hasta el barrio y la escala territorial.	Puede fortalecer Gestión de Proyectos Regenerativos, Resiliencia Territorial y Transición Energética, y articularse con el Proyecto Integrador Regenerativo para trabajar casos reales del territorio.
Compras sostenibles, transición normativa e instrumentos de implementación	El programa ya contempla normatividad y certificaciones, pero la VT sugiere avanzar hacia enfoques más estratégicos de transición, gobernanza e implementación, no solo cumplimiento regulatorio. Esto puede darle un matiz más operativo y diferenciador al componente normativo.	Puede ampliarse en Marco Normativo Nacional e Internacional para la Construcción Sostenible, incorporando compras verdes, instrumentos de transición ecológica y marcos de implementación sectorial.

El mayor potencial diferenciador del programa está en consolidar una propuesta que articule economía regenerativa, transformación digital del entorno construido, circularidad avanzada, métricas de impacto y gobernanza territorial. Esta integración le permitirá responder de manera directa a las tendencias más recientes del campo, sin apartarse de su identidad humanista y territorial, y proyectarse como una oferta académica más sólida, pertinente y distintiva en el contexto regional.

Requerimientos básicos para el fortalecimiento del programa

Con el fin de proyectar el fortalecimiento del programa en coherencia con las tendencias identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica, se propone a continuación una matriz de requerimientos básicos. Esta síntesis no parte de un diagnóstico de la capacidad instalada actual de las facultades, sino de las condiciones académicas, tecnológicas y de apoyo que sería conveniente considerar para respaldar los temas sugeridos y consolidar el elemento diferenciador del programa.

Tabla 15. *Requerimientos básicos para el fortalecimiento del programa según tipo de recurso.*

Tipo de recurso	Requerimiento	Nivel de prioridad	Posible estrategia de implementación
Herramientas tecnológicas	Contar con herramientas para modelación, análisis y trazabilidad del entorno construido, que permitan desarrollar capacidades en BIM, Digital Twin, circularidad de materiales, ACV y evaluación de desempeño. Esto supone no solo acceso a software, sino su uso pedagógico en ejercicios aplicados de proyecto, materiales y evaluación. Ejemplos: Autodesk Revit, Navisworks, Civil 3D, ArchiCAD,	Alta	Gestionar licencias académicas institucionales, priorizar versiones educativas, combinar software comercial con herramientas de acceso abierto, y articular su uso a talleres, casos de estudio y proyecto integrador.

	Rhino/Grasshopper, Autodesk Tandem o plataformas equivalentes para gemelos digitales; plataformas colaborativas como Autodesk Construction Cloud o BIM 360; software SIG como ArcGIS o QGIS; herramientas de ACV y carbono como One Click LCA, SimaPro, OpenLCA o Tally.		
Infraestructura física y de apoyo	Disponer de condiciones mínimas para el trabajo aplicado, sin que ello implique necesariamente crear nuevos laboratorios desde cero. Se requiere sala de cómputo o estaciones de trabajo con buen rendimiento, espacios para talleres interdisciplinarios y acceso a laboratorio de materiales propio o mediante convenio. Para innovación material, bioeconomía y deconstrucción sería útil contar con apoyo experimental. Ejemplos: estaciones con procesadores de alto rendimiento, 16–32 GB de RAM, tarjetas gráficas dedicadas; laboratorio de materiales para ensayos básicos de compresión, absorción, granulometría y durabilidad; aula-taller para trabajo colaborativo entre arquitectura e ingeniería.	Media-Alta	Adecuar salas existentes, priorizar estaciones para modelación y simulación, y complementar capacidades experimentales mediante convenios con laboratorios de materiales o centros tecnológicos externos.
Recursos académicos y docentes	Fortalecer el equipo académico para cubrir los énfasis del programa. Se requieren docentes o apoyos con experiencia en al menos cuatro frentes: economía regenerativa y evaluación estratégica, digitalización del entorno construido, innovación en materiales y gobernanza territorial. Esto puede incluir formación profesoral, invitados expertos o articulación interfacultades.	Alta	Diseñar un plan de fortalecimiento docente, promover capacitación en BIM, ACV, métricas regenerativas y gobernanza, e incorporar profesores invitados o expertos sectoriales para módulos específicos.
Recursos de información y bases de datos	Contar con acceso a fuentes de información de calidad para evaluación y toma de decisiones. Se requieren bases de datos de materiales, indicadores ambientales, referencias de ACV, normativas, casos de estudio e indicadores territoriales y sociales. En un programa con énfasis en regeneración, la calidad de la información es tan importante como la herramienta que la procesa. Ejemplos: bases de datos Ecoinvent, ICE Database, bibliotecas de materiales de One Click LCA, repertorios normativos nacionales e internacionales, bases urbanas y cartográficas, repositorios de certificaciones y estudios de caso.	Alta	Consolidar un repositorio técnico del programa, gestionar accesos institucionales a bases de datos clave y organizar bancos de casos y fichas técnicas para uso en asignaturas y proyectos.
Alianzas y soporte externo	Contar con una red de apoyo relacional que conecte el programa con el entorno. Se requieren alianzas con empresas constructoras, proveedores de materiales, consultoras, entidades públicas, laboratorios y actores territoriales para	Alta	Formalizar convenios para prácticas de observación, visitas, ejercicios de aula con casos reales, acceso a información técnica y participación de actores externos en seminarios o jurados de proyecto.

	disponer de casos reales, datos, visitas técnicas y validación de propuestas.		
Condiciones para el elemento diferenciador	Asegurar que los recursos no solo sostengan la operación del programa, sino que hagan visible su apuesta distintiva. La prioridad es integrar de forma coherente cuatro frentes: economía regenerativa, evaluación avanzada, digitalización del entorno construido y gobernanza territorial. Esto exige capacidad analítica, trabajo interdisciplinario, herramientas tecnológicas y conexión con problemas reales del contexto.	Alta	Definir una ruta de implementación gradual que articule software, formación docente, casos territoriales, proyecto integrador y alianzas externas, de modo que el diferencial del programa se exprese en la experiencia formativa y no solo en el discurso.

En conjunto, estos requerimientos muestran que el fortalecimiento del programa no depende únicamente de la incorporación de nuevos temas, sino también de la disponibilidad de herramientas, apoyos académicos, infraestructura básica, información especializada y alianzas externas que hagan viable su desarrollo. Bajo esta perspectiva, el elemento diferenciador del programa podría consolidarse en la medida en que estas condiciones permitan articular economía regenerativa, innovación tecnológica y transformación territorial en una experiencia formativa aplicada.

Referencias

- Abad, F. (2026). Understanding barriers to circular economy design in mass timber construction: An innovation diffusion theory perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 33(15). <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2025-0383>
- Abdolmaleki, H., Ahmadi, Z., Hashemi, E., & Talebi, S. (2025). A review of the circular economy approach to the construction and demolition wood waste: A 4R principle perspective. *Cleaner Waste Systems*, 11, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2025.100248>
- Abiodun, O. (2026). Transitioning to smart circular construction: A conceptual framework for circular economy implementation through Construction 4.0 technologies. *Environmental Impact Assessment Review*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.108260>
- AENOR. (2018). *Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia (UNE 166006:2018)*. Asociación Española de Normalización.
- Ajisomo, T. O. (2026). Investigating circular economy barriers for construction and demolition waste in the construction industry: A Delphi and interpretive structural modelling approach. *Construction Innovation*. <https://doi.org/10.1108/CI-01-2026-0006>
- Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Davila Delgado, M., Bilal, M., & Bello, S. A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>
- Awodele, I. A. (2025). Advancing circular economy transition in the Nigeria construction industry through digital twin technology adoption. *Green Technologies and Sustainability*, 3(3), 100201. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2025.100201>
- Balasbaneh, A. T., Sher, W., & Ashour, A. (2025). Combining the circular economy and bio-based materials for alternative waste wood applications for the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2024-0033>
- Besiktepe, D. (2025). Regulatory barriers of circular economy adoption in construction industry: A perspective from Türkiye. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2025-0278>
- Çimen, Ö. (2021). Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127180>
- Clarivate. (2026). Advanced search. Web of Science Core Collection. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
- Core of Science. (2026). Grown your own tree. Tree of Science. <https://tos.coreofscience.com/>

- Eissa, R. (2026). Managing and accelerating the circular economy transitions within the construction value chain using network governance and game theory systems perspectives. *Journal of Management in Engineering*, 42(1). <https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-6985>
- El Aabbas, M. (2026). Sustainable 3D printed clay bricks incorporating coffee waste: Toward circular economy in construction. *Construction and Building Materials*, 506. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.145010>
- Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Environment, Development and Sustainability*, 18(3), 799–837. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9678-2>
- Haigh, R. (2026). Decade review of modular construction systems in the building and construction industry: Research trends toward the development and utilisation of timber materials within the context of a circular economy. *Wood Material Science & Engineering*. <https://doi.org/10.1080/17480272.2025.2611132>
- Hamedani, S. S. (2025). Advancing the circular economy in construction through circular business models. *Frontiers in Built Environment*, 11, 1629769. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1629769>
- Hosseini, Z., Blanchet, P., Laratte, B., & Cogulet, A. (2025). Evaluating circular economy strategies at the end-of-life stage of a mass timber building: Pathways for sustainable construction. *Architectural Engineering and Design Management*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2025.2482676>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lee, S. H. (2026). Assessing circular economy performance in medium-span bridge construction: A hierarchical, material-centred framework with life cycle perspective. *Structure and Infrastructure Engineering*. <https://doi.org/10.1080/15732479.2026.2617176>

- Leising, E., Quist, J., & Bocken, N. (2018). Circular economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976–989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>
- Liu, Q. H. (2026). Assessing the carbon emission reduction impact of circular economy practices in construction supply chain: A ridge regression approach. *International Journal of Logistics: Research and Applications*. <https://doi.org/10.1080/13675567.2026.2623071>
- López Ruiz, L. A., Roca Ramón, X., & Gassó Domingo, S. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector: A review and an integrative model approach. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>
- Mahpour, A., & Mortaheb, M. M. (2018). Financial-based incentive plan to reduce construction waste. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(5), 04018029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001461](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001461)
- Ministerio de Educación Nacional. (2026a). Consulta de programas. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). <https://hecaa.minedu.gob.co/consultaspublicas/programas>
- Ministerio de Educación Nacional. (2026b). Observatorio Laboral para la Educación. <https://ole.minedu.gob.co/portal/>
- Morganti, L. (2025). Wood-for-construction supply chain digital twin to drive circular economy and actor-based LCA information. *Journal of Cleaner Production*, 520, 146074. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146074>
- Naciones Unidas. (2026). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Nguyen, T. T. (2025). Unveiling systemic barriers to circular economy in construction for sustainability: A structural-causal network perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2025-0770>
- Nodehi, M., & Taghvaei, V. M. (2022). Sustainable concrete for circular economy: A review on use of waste glass. *Glass Structures & Engineering*, 7, 3–22. <https://doi.org/10.1007/s40940-021-00155-9>
- Nourjalili, S. (2025). The role of BIM in sustainable construction project delivery methods with focus on circular economy. *Engineering Reports*, 7(4). <https://doi.org/10.1002/eng2.70146>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>

- Rashidian, S., Hossain, S. K. T., Volz, K., & Teo, M. (2025). Enabling circularity in construction: A technology-phase alignment of Construction 4.0 and circular economy principles. *Sustainable Production and Consumption*, 60, 245–259. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.10.004>
- Shen, S. F. (2026). Developing a three-level circular economy framework to measure circularity for meso-level assessment in pavement construction. *Journal of Cleaner Production*, 542, 147557. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.147557>
- Weerakoon, T. G. (2025). Integrating circular economy (CE) principles into construction waste management (CWM) through multiple criteria decision-making (MCDM). *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 33(17), 148. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2025.23569>
- Wuni, I. Y. (2022). Mapping the barriers to circular economy adoption in the construction industry: A systematic review, Pareto analysis, and mitigation strategy map. *Building and Environment*, 223, 109453. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109453>
- Yan, K., Lan, H., Li, Q., Ge, D., & Li, Y. (2022). Optimum utilization of recycled aggregate and rice husk ash stabilized base material. *Construction and Building Materials*, 348, 128627. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128627>

Anexo A. Análisis de resultados ToS ⁵

- Artículos fundacionales

Las raíces que aparecen como más influyentes (por citación/*indegree* en la red) corresponden a trabajos ampliamente reconocidos para definir economía circular y sus enfoques, y para aterrizar la circularidad al entorno construido. Destacan autores y piezas típicas del canon como:

- Geissdoerfer M. Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Ghisellini P., Setti, M., & Ulgiati, S. (2016). Energy and land use in worldwide agriculture: an application of life cycle energy and cluster analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 18, 799-837. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9678-2>

Así también, aportes aplicados a construcción como:

- Pomponi F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710-718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>

Además de estudios sobre residuos y circularidad en construcción:

- Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Davila Delgado, M., Bilal, M., & Bello, S. A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>
- Leising E., Quist, J., & Bocken, N. (2018). Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976-989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>
- Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 166-178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>

En las raíces también aparecen estándares, por ejemplo, ASTM y reportes institucionales, lo que indica que existe una capa normativa/metrológica que empieza a “anclar” la discusión a prácticas medibles.

- Artículos estructurantes

Aquí predominan revisiones sistemáticas, modelos integradores y estudios sobre gestión de residuos C&DW, LCA, y barreras/impulsores para implementar la economía circular.

⁵ El árbol completo de literatura puede consultarse en la siguiente URL: <https://tos.coreofscience.com/users/VZ1XD7kBZRNRF5mesJtDOV0bO9g1/trees/lr43kyi2FNXbGAVadeYL>

Las palabras claves del tronco lo confirman: *management, life-cycle assessment, demolition waste management, building-materials*.

En términos de contenido, el tronco muestra tres aportes “vertebradores”:

1. Síntesis del estado del arte y marcos integradores, por ejemplo, revisiones como las de:
 - Çimen, Ö. (2021). Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127180>
 - Modelos integradores como el de López Ruiz, L. A., Roca Ramón, X., & Gassó Domingo, S. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>
2. Barreras y estrategias de implementación:
 - Mahpour A., & Mortaheb, M. M. (2018). Financial-Based Incentive Plan to Reduce Construction Waste. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(5), 04018029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001461](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001461)
 - Y mapas de mitigación como en Wuni I. Y. (2022). Mapping the barriers to circular economy adoption in the construction industry: A systematic review, Pareto analysis, and mitigation strategy map. *Building and Environment*, 223, 109453. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109453>

En el tronco se conectan la economía circular con tecnologías digitales (por ejemplo, publicaciones sobre BIM/*digital twin/digital functions* como habilitadores, y marcos *policy-aligned*).

- Subcampos y tendencias especializadas

Rama 1 Materiales y desempeño (cemento/hormigón/pavimentos)

Los términos clave (*strength, concrete, cement, columns, performance*) indican una rama centrada en innovación material, reutilización de insumos y desempeño técnico dentro de un marco de economía circular. Aparecen estudios sobre uso de sedimentos como insumos en materiales y carreteras, y referencias explícitas a “*circular construction*” y “*circular economy*” en el contexto de materiales y diseño constructivo.

- Pfeffermann, D. (2025). Fire protection and circular economy: Opportunities and hurdles using the example of drywall constructions. *ZKG International*, (7). <https://www.zkg.de/en/artikel/fire-protection-and-circular-economy-opportunities-and-hurdles-using-the-example-of-drywall-constructions-4305662.html>
- Nodehi, M., & Taghvaei, V. M. (2022). Sustainable concrete for circular economy: a review on use of waste glass. *Glass Structures & Engineering*, 7, 3-22. <https://doi.org/10.1007/s40940-021-00155-9>
- Yan, K., Lan, H., Li, Q., Ge, D., & Li, Y. (2022). Optimum utilization of recycled aggregate and rice husk ash stabilized base material. *Construction and Building Materials*, 348, 128627. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128627>

Rama 2: Implementación y habilitadores (digitalización + gestión del cambio)

Aquí los trabajos apuntan a factores de éxito, barreras, y adopción de tecnologías como *blockchain*, además de enfoques de gestión en economías emergentes. Las palabras clave incluyen *thermal insulation*, *aggregate*, *lightweight*, *bottom ash*, *foam concrete*, pero el listado de artículos hace visible un énfasis fuerte en gestión/tecnología y “*success factors*”.

- Islam, M., Lee, Y. S., Rahman, R. A., & Shahrudin, S. (2025). Barriers for implementing circular economy in the construction industry of Bangladesh: Engineer perspective. *Journal of Construction in Developing Countries*, 30(Supp. 2), 139–168. <https://doi.org/10.21315/jcdc.2025.30.s2.7>
- Singh, A. K., & Kumar, V. R. P. (2024). Integrating blockchain technology success factors in the supply chain of circular economy-driven construction materials: An environmentally sustainable paradigm. *Journal of Cleaner Production*, 460, 142577. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142577>
- Ramanayaka, C. E., Olatunji, O. A., Rahnamayiezekavat, P., Siriwardana, C. (2024), Guest editorial: Construction industry as net-zero enabler: driving circular economy and sustainability through innovation/change management. *Built Environment Project and Asset Management*, 14(5), 677-681. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2024-249>
- Prasittisopin, L. (2024). How 3D Printing Technology Makes Cities Smarter: A Review, Thematic Analysis, and Perspectives. *Smart Cities*, 7(6), 3458-3488. <https://doi.org/10.3390/smartcities7060135>

Rama 3: LCA/LCSA + madera/biobasados y fin de vida (end-of-life)

Los términos (LCA, *sustainability*, *demolished buildings*, *energy*, *wood*) de esta rama se enfoca en evaluación de sostenibilidad en el ciclo de vida (LCA/LCSA) y en estrategias de economía circular para construcción en madera (*mass timber*/híbridos) y su etapa de fin de vida (reutilización, 4R). Esta rama se alinea con la narrativa contemporánea de descarbonización y materiales biobasados y ofrece un puente directo hacia “economía regenerativa” (no solo circularidad: también captura de carbono, bioeconomía, sustitución de materiales intensivos).

- Tighnavard Balasbaneh, A., Sher, W., & Ashour, A. (2025). Combining the circular economy and bio-based materials for alternative waste wood applications for the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2024-0033>
- Abdolmaleki, H., Ahmadi, Z., Hashemi, E., & Talebi, S. (2025). A review of the circular economy approach to the construction and demolition wood waste: A 4 R principle perspective. *Cleaner Waste Systems*, 11, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2025.100248>
- Hosseini, Z., Blanchet, P., Laratte, B., & Cogulet, A. (2025). Evaluating circular economy strategies at the end-of-life stage of a mass timber building: pathways for sustainable construction. *Architectural Engineering and Design Management*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/17452007.2025.2482676>

- *Hojas: La Frontera de la Investigación (artículos recientes)*

Las hojas (artículos recientes) muestran con claridad hacia dónde se está moviendo el campo:

- Construcción 4.0 / digitalización para circularidad: aparecen marcos de “*smart circular construction*”, integración de *Construction 4.0*, y uso de *Digital Twin*, BIM y *cloud-based BIM* para datos, colaboración y trazabilidad.
- Gobernanza y modelación de transición: se incluyen enfoques de *network governance*, *game theory*, y análisis cuantitativo de reducción de carbono en cadenas de suministro bajo prácticas de economía circular.
- Métricas y medición de circularidad: por ejemplo, marcos multinivel para medir circularidad (*meso-level*, *material-centred*, *life-cycle perspective*), lo cual evidencia madurez: pasar de “adoptar la economía circular” a “medir desempeño de la economía circular”.
- Innovación material específica: aparecen casos como ladrillos de arcilla impresos 3D con residuos (por ejemplo, *coffee waste*) y estrategias de economía circular para materiales únicos.

Ejemplos de estos temas son:

- Abiodun, O. (2026). Transitioning to smart circular construction: A conceptual framework for circular economy implementation through Construction 4.0 technologies *Environ Impact Asses*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.108260>
- Shen, SF. (2026). Developing a three-level circular economy framework to measure circularity for meso-level assessment in pavement construction *J Clean Prod*, 542. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.147557>
- Eissa, R. (2026). Managing and Accelerating the Circular Economy Transitions within the Construction Value Chain Using Network Governance and Game Theory Systems Perspectives *J Manage Eng*, 42(1). <https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-6985>
- Liu, QH. (2026). Assessing the carbon emission reduction impact of circular economy practices in construction supply chain: a ridge regression approach *Int J Logist-res App*. <https://doi.org/10.1080/13675567.2026.2623071>
- El Aabbas, M. (2026). Sustainable 3D printed clay bricks incorporating coffee waste: Toward circular economy in construction *Constr Build Mater*, 506. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.145010>
- Hamedani, SS. (2025). Advancing the circular economy in construction through circular business models *Front Built Environ*, 11, 1080. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1629769>
- Nourjalili, S. (2025). The Role of BIM in Sustainable Construction Project Delivery Methods With Focus on Circular Economy *Eng Rep*, 7(4). <https://doi.org/10.1002/eng2.70146>
- Awodele, IA. (2025). Advancing circular economy transition in the Nigeria construction industry through digital twin technology adoption *Green Technol Sust*, 3(3). <https://doi.org/10.1016/j.grets.2025.100201>
- Maqsoom, A. (2025). Integrating circular economy into sustainable construction: research trends and gaps identified *Archit Eng Des Manag*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2025.2501623>

- Witt, E. (2025). Risks in Transitioning to a Circular Economy in the Construction Sector Digital Innovations, 411. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87224-2_33
- Prasittisopin L. (2024). Power plant waste (fly ash, bottom ash, biomass ash) management for promoting circular economy in sustainable construction: emerging economy context Smart Cities-basel, 7, 3458. <https://doi.org/10.3390/smartcities7060135>

La creación de programas académicos en áreas emergentes requiere análisis sistemáticos que permitan identificar la evolución del conocimiento, las tendencias tecnológicas y las oportunidades estratégicas del campo. En este contexto, la vigilancia científica y tecnológica son herramientas clave para comprender la producción académica, las comunidades de investigación, los temas emergentes y las innovaciones aplicadas. En el caso de la economía circular y regenerativa en arquitectura y construcción, estos análisis permiten reconocer tanto la base conceptual del campo como las tecnologías y soluciones que están transformando el sector. Por ello, este capítulo presenta una revisión de la evolución científica y tecnológica del área, con el fin de identificar tendencias, vacíos y oportunidades que fortalezcan la propuesta académica de la Especialización en Economía Circular Regenerativa.