

IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS TEMÁTICAS EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Entregable del Objetivo Específico 3

Plan Institucional de Ciencia, Investigación y Acción Ambiental – PICIA 2023-
2026

Elaborado por:

Jorge Giovanni Jiménez Sánchez
Asesor – Dirección General

Julio César León Luquez
Asesor – Dirección General

Bogotá D.C., marzo de 2026

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido.....	2
1. Introducción	3
2. Marco de referencia	3
2.1 Política Nacional de Investigación Ambiental – PENIA 2021-2030	3
2.2 Plan Institucional de Ciencia, Investigación y Acción Ambiental – PICIA 2023-2026	3
2.3 Articulación con el PICIA	4
3. Metodología del proceso participativo	4
3.1 Descripción del ejercicio.....	4
3.2 Áreas participantes	4
3.3 Estructura de la información recopilada	5
3.4 Criterios para la identificación de brechas temáticas	5
4. Resultados: Necesidades de investigación e innovación por área temática	6
4.1 Subdirección de Hidrología	6
4.2 Subdirección de Meteorología	8
4.4 Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental (SEIA)	10
4.5 Subdirección de Estudios Ambientales	12
4.3 Oficina del Servicio de Pronósticos y Avisos (OSPA)	13
4.6 Resumen consolidado por nivel en la cadena de valor	14
5. Identificación de brechas temáticas	15
5.1 Tabla de brechas temáticas identificadas.....	15
5.2 Descripción analítica de las brechas temáticas	18
BT-01 — Monitoreo, teledetección e instrumentación.....	18
BT-02 — Modelación hidrológica y pronóstico operacional	18
BT-03 — Inteligencia artificial y tecnologías computacionales emergentes.....	18
BT-04 — Variabilidad climática y cambio climático	19
BT-05 — Pronóstico meteorológico y <i>nowcasting</i>	19
BT-06 — Gestión del riesgo y sistemas de alertas tempranas	19
BT-07 — Ecosistemas, coberturas de la tierra y carbono	19
BT-08 — Calidad ambiental (aire, agua y suelo)	19
BT-09 — Gestión integrada de recursos naturales y ordenamiento territorial	20
6. Conclusiones y recomendaciones	21
6.1 Principales hallazgos	21
6.2 Recomendaciones	21
7. Referencias.....	22

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

1. Introducción

El presente informe técnico constituye un entregable del Objetivo Específico 3 (OE3) del Plan Institucional de Ciencia, Investigación y Acción Ambiental –PICIA 2023-2026– del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En el marco del fortalecimiento de las capacidades científicas institucionales, el OE3 tiene como propósito la identificación de las necesidades de investigación e innovación del Instituto, a partir de un proceso participativo que involucra a las áreas misionales.

Este documento presenta: (i) la metodología empleada en el proceso de levantamiento de información; (ii) los resultados sistematizados de las necesidades identificadas por cada subdirección y dependencia técnica; y (iii) el análisis de brechas temáticas, entendidas como los vacíos de conocimiento, capacidad metodológica o infraestructura tecnológica que limitan el cumplimiento de la misión institucional.

Las brechas identificadas orientarán la hoja de ruta de articulación con Instituciones de Educación Superior (IES), Minciencias y otros actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), en coherencia con la Política Nacional de Investigación Ambiental (PENIA 2021-2030).

2. Marco de referencia

2.1 Política Nacional de Investigación Ambiental – PENIA 2021-2030

El PENIA 2021-2030 establece el marco estratégico para la investigación ambiental en Colombia, articulada en 8 programas que orientan la generación, gestión y comunicación del conocimiento ambiental. El IDEAM, como entidad científica adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es un actor central en la implementación de esta política.

2.2 Plan Institucional de Ciencia, Investigación y Acción Ambiental – PICIA 2023-2026

El PICIA 2023-2026 es el instrumento de planeación científica del IDEAM, estructurado en cuatro líneas estratégicas y cuatro objetivos específicos. El OE3 –"Fortalecimiento de capacidades científicas"– comprende la identificación y gestión de brechas temáticas como actividad ancla para articular la agenda científica institucional con el sistema de ciencia y tecnología.

2.3 Articulación con el PICIA

Elemento	Descripción	Relación con este documento
L1	Estado y sostenibilidad de los sistemas ambientales	Brechas en monitoreo, ecosistemas y calidad ambiental
L2	Modelación de dinámicas ambientales	Brechas en modelación hidrológica, IA y variabilidad climática
L3	Gestión de datos e información ambiental	Brechas en instrumentación, teledetección y datos
OE3	Fortalecimiento de capacidades científicas	Entregable ancla: identificación de brechas temáticas

3. Metodología del proceso participativo

3.1 Descripción del ejercicio

Entre el segundo semestre de 2024 y el primer trimestre de 2025, el IDEAM desarrolló un proceso participativo de identificación de necesidades de investigación e innovación. El mecanismo empleado consistió en la convocatoria a las subdirecciones y dependencias técnicas para que cada área presentara, de manera estructurada, los retos de investigación o innovación prioritarios para el cumplimiento de sus funciones misionales.

El proceso se desarrolló en tres momentos:

- Sensibilización y convocatoria: socialización **del PICIA** y del objetivo del ejercicio con los líderes de cada área técnica.
- Levantamiento de información: cada subdirección y la OSPA presentó en mesa de trabajo sus temas de investigación prioritarios, indicando el nivel en la cadena de valor del conocimiento (Entrada, Procesamiento o Salida) y los recursos adicionales requeridos.
- Consolidación y sistematización: la Dirección General consolidó las respuestas en una matriz de necesidades de investigación, que constituye el insumo principal de este informe.

3.2 Áreas participantes

Las siguientes dependencias técnicas participaron en el ejercicio:

- Subdirección de Hidrología

- Subdirección de Meteorología
- Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental (SEIA)
- Subdirección de Estudios Ambientales (SEA)
- Oficina del Servicio de Pronósticos y Avisos (OSPA)

3.3 Estructura de la información recopilada

Para cada necesidad de investigación o innovación se recopiló la siguiente información:

Campo	Descripción
Tema	Descripción de la necesidad o reto de investigación e innovación
Numeración	Código único asignado por área (p.ej. Hidro1, Met3, OSPA2)
Nivel en la cadena de valor	Posición en proceso de monitoreo ambiental: Entrada (datos/monitoreo), Procesamiento (análisis/modelación) o Salida (productos/servicios)
Recursos adicionales	Capacidades, infraestructura o apoyos externos requeridos para atender la necesidad

3.4 Criterios para la identificación de brechas temáticas

Las brechas temáticas se identificaron mediante análisis cruzado de las necesidades reportadas, aplicando los siguientes criterios:

- Recurrencia temática: convergencia de necesidades de distintas áreas en torno a un mismo campo de conocimiento.
- Posición en la cadena de valor: identificación de eslabones débiles (Entrada, Procesamiento o Salida) con mayor concentración de vacíos.
- Alineación con el PENIA: correspondencia de las brechas con los programas de la Política Nacional de Investigación Ambiental.
- Recursos adicionales requeridos: naturaleza de los apoyos señalados como necesarios (capacidad computacional, trabajo de campo, personal experto, entre otros).

4. Resultados: Necesidades de investigación e innovación por área temática

A continuación, se presentan las necesidades de investigación e innovación reportadas por cada dependencia técnica del IDEAM. Se identificaron un total de 58 necesidades distribuidas en cinco áreas, organizadas según su nivel en la cadena de valor del conocimiento.

4.1 Subdirección de Hidrología

Esta subdirección presenta un total de 19 retos, concentra el mayor número institucionalmente, con especial énfasis en el procesamiento de datos hidrológicos, la modelación de caudales, sedimentos y pronóstico operacional, así como la integración de tecnologías de teledetección (radar, satélite).

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Ideam 1	Mejoramiento de campos de precipitación (aplicación de técnicas de random forest)	N/E	Capacidad de procesamiento - almacenamiento
Hidro1	Determinar las mejores técnicas de validación de estimaciones globales de caracterización de inundaciones	Procesamiento	Trabajo de campo y acceso a imágenes satelitales
Hidro2	Estimación de variables hidrológicas con información satelital (niveles, caudales de flujo)	Entrada	Comprobaciones en campo
Hidro3	Análisis de la variación de los patrones hidrológicos bajo escenarios de clima cambiante	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento
Hidro4	Evaluación de técnicas de regionalización del régimen hidrológico	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento
Hidro5	Estimación de transporte de sedimentos a partir de información de equipos doppler (ADCP)	Entrada	Trabajo en campo y personal

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Hidro6	Establecer la metodología para el monitoreo de calidad del agua y concentración de sedimentos con información satelital	Entrada	Trabajo de campo, espectrómetro manual, adquirir imágenes satelitales (Compromiso CONPES)
Hidro7	Validación iniciativas GRACE para estimar aguas subterráneas a partir de imágenes satelitales	Entrada	Trabajo de campo y monitoreo in-situ
Hidro8	Mejorar las metodologías de cálculo del pronóstico hidrológico estacional	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, software
Hidro9	Establecer las metodologías para los modelos de pronóstico hidrológico operacional	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal experto
Hidro10	Fortalecer la metodología para definición de umbrales hidrológicos para alertas tempranas	Entrada	Trabajo en campo y personal experto
Hidro11	Modelos distribuidos de producción de sedimentos	Procesamiento	Datos de monitoreo, capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal experto
Hidro12	Correlación de precipitación y respuesta hidrológica con indicadores océano-atmosféricos (enfoque multivariado)	Salida	Capacidad de procesamiento
Hidro13	Establecer los criterios para caracterización de sequía hidrológica	Salida	Personal
Hidro14	Desarrollo de instrumentos de bajo costo	Entrada	N/E

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Hidro15	Establecer metodologías para estimación cuantitativa de precipitación en superficie a partir del radar meteorológico	Entrada	Capacidad de procesamiento
Hidro16	Establecer las mejores prácticas para la operación integrada de los radares meteorológicos	Entrada	N/E
Hidro17	Definición del efecto en el volumen de las lluvias máximas en 24 horas bajo escenarios de cambio climático	Procesamiento	Capacidad de procesamiento
Hidro18	Definición de metodologías para estimación de curvas IDF bajo escenarios de cambio climático	Procesamiento	Capacidad de procesamiento

4.2 Subdirección de Meteorología

La subdirección presenta un total de 14 necesidades. Se destacan retos en variabilidad climática, predicción meteorológica a múltiples escalas temporales, e incorporación de inteligencia artificial en modelos de pronóstico.

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Met1	Establecer metodologías para mejorar la validación, homogenización y complementación de datos hidrometeorológicos	Entrada	Capacidad de procesamiento, personal
Met2	Uso de inteligencia artificial en pronóstico meteorológico y predicción climática	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal
Met3	Definición de índices de afectación hídrica a nivel municipal por fenómenos de variabilidad climática	Procesamiento	—

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Met4	Análisis multivariado de indicadores océano-atmosférico y su correlación con variables de precipitación, temperatura y caudal	Procesamiento	—
Met5	Integración de evaluaciones de riesgo por sectores climáticos, partiendo de predicciones meteorológicas	Procesamiento	Personal
Met6	Desarrollar nuevas metodologías para incrementar la resolución espacial y temporal de la climatología de las diferentes variables meteorológicas	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
Met7	Establecer el impacto de la variabilidad interanual de los diferentes fenómenos de la variabilidad climática (ENSO, NAO, etc.) en el comportamiento de las variables meteorológicas	Salida	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
Met8	Determinar el impacto de la variabilidad intraestacional y subestacional (MJO, ondas ecuatoriales, etc.) en las variables meteorológicas en Colombia para predicciones semanales de alta resolución espacial	Salida	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
Met9	Determinar el impacto de la variabilidad interdecadal (PDO, etc.) en el comportamiento de las variables meteorológicas en Colombia	Salida	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
Met10	Determinar las evidencias de cambio climático en Colombia	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal
Met11	Fortalecer el análisis de análogos climatológicos para mejorar la predicción climática en Colombia	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal
Met12	Evaluación de metodologías alternativas para predicción climática (ML, IA, etc.) distintas a las usadas actualmente con CPT	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
Met13	Evaluar la confiabilidad de los modelos de pronósticos al asimilar datos de radar y de satélite	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal
Met14	Evaluar la calidad de los pronósticos del tiempo y predicciones climáticas a partir de nuevos modelos de predicción numérica	N/E	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal

4.4 Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental (SEIA)

En las 10 necesidades identificadas por la subdirección predominan los retos en modelamiento de coberturas de la tierra, detección de cambios en bosques, amenazas por deslizamientos e incendios forestales.

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
SEIA1	Modelamiento del cambio multitemporal de las series históricas de coberturas de la tierra	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
SEIA2	Desarrollar metodologías para la generación de mapas de cobertura a escala 1:25000 usando tecnologías emergentes	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
SEIA3	Análisis de correlación de variables ambientales	Procesamiento	Capacidad de procesamiento
SEIA4	Mejorar el horizonte de pronóstico del modelo de deslizamientos, incluyendo los agravantes antrópicos	Procesamiento	Personal experto
SEIA5	Mejorar el modelo de predicción de deslizamientos	Procesamiento	—

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
---	---------------------------------	---

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
SEIA6	Optimizar la metodología para agilizar la generación del mapa de Ecosistemas	Procesamiento	Capacidad de procesamiento
SEIA7	Mejorar la precisión, resolución espacio-temporal y horizonte de pronóstico del modelo para amenazas de incendio de cobertura vegetal	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal
SEIA8	Determinar el coeficiente de combustibilidad de las coberturas vegetales del territorio nacional en alta resolución espacial	Entrada	Trabajo en campo, laboratorio, personal
SEIA9	Desarrollar un modelo de pronóstico para la propagación de incendios de la cobertura vegetal	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento
SEIA10	Automatizar la detección de cambios en la cobertura de bosque natural mediante IA (monitoreo bosque y carbono)	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento

4.5 Subdirección de Estudios Ambientales

Se identifican 9 retos distribuidos en calidad del aire, inventarios de GEI, uso del recurso hídrico y determinantes ambientales del ordenamiento territorial.

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
SEA1	Estudio comparativo de concentración de contaminantes atmosféricos, a través de imágenes satelitales y estaciones en tierra, para caracterizar el territorio nacional	Procesamiento	Personal
SEA2	Desarrollar un modelo de pronóstico de la calidad del aire a nivel nacional	Procesamiento	Capacidad de procesamiento - almacenamiento, personal
SEA3	Estudio comparativo regional del estado de avance en el cumplimiento de la normatividad sobre PCB's para la toma de decisiones gubernamentales	Entrada	—
SEA4	Fortalecer metodológicamente el Registro Único Ambiental para el conocimiento del uso del agua en el sector manufacturero	Salida	Personal
SEA5	Fortalecer metodológicamente el Registro Único Ambiental para el conocimiento del ciclo del carbono en el territorio colombiano	Salida	Personal
SEA6	Evaluación de la dinámica nacional urbana y su relación con la demanda del uso del recurso (aire, agua, suelo) y la degradación de la naturaleza	Salida	Personal
SEA7	Determinar la correlación entre los métodos de estimación y métodos de medición de GEI en Colombia	Salida	Personal
SEA8	Establecer la relación de los determinantes ambientales en el ordenamiento territorial	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal, trabajo en campo

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
SEA9	Generar nuevo conocimiento en el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones (INGEI) de acuerdo con las categorías del IPCC	Entrada	Capacidad de procesamiento, personal

4.3 Oficina del Servicio de Pronósticos y Avisos (OSPA)

La OSPA concentra sus 6 necesidades en la validación de sistemas de alerta temprana mediante IA, el *nowcasting* basado en radar y el pronóstico de amenazas por impacto.

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
OSPA1	Validación de la confiabilidad de los pronósticos publicados por la OSPA, discriminados por regiones del país, por medio de inteligencia artificial	Salida	Capacidad de procesamiento, personal
OSPA2	Validación de la confiabilidad del sistema de alertas ambientales (deslizamientos, meteorología, hidrología, incendios forestales, ciclones tropicales) por medio de métodos de inteligencia artificial	Salida	Capacidad de procesamiento, personal
OSPA3	Establecer índices de niveles de alertas por temáticas ajustado a la vulnerabilidad territorial para pronóstico de alertas basadas en impacto	Salida	Capacidad de procesamiento, personal
OSPA4	Determinar la metodología para el pronóstico de amenaza por incendios de cobertura vegetal que mejor se ajusta a las condiciones particulares a nivel territorial	Procesamiento	—
OSPA5	Análisis estadístico sobre los impactos hidrometeorológicos de los ciclones tropicales que han pasado por territorio colombiano	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

No.	Necesidad de investigación o innovación	Nivel en la cadena de valor	Recursos adicionales requeridos
OSPA6	Estudio de técnicas de Nowcasting con base en datos de los radares meteorológicos, ajustados a nivel territorial	Procesamiento	Capacidad de procesamiento, personal experto

4.6 Resumen consolidado por nivel en la cadena de valor

La siguiente tabla presenta el consolidado de necesidades por dependencia y nivel en la cadena de valor. El análisis muestra una marcada concentración en el nivel de Procesamiento (análisis y modelación), lo que refleja una mayor madurez en la gestión de datos pero señala oportunidades de fortalecimiento en la generación de productos orientados a usuarios (Salida).

Subdirección / Dependencia	Entrada	Procesamiento	Salida	Total
Subdirección de Hidrología	8	8	2	19
Subdirección de Meteorología	1	9	3	14
Oficina OSPA	0	3	3	6
Subdirección de Ecosistemas (SEIA)	1	9	0	10
Subdirección de Estudios Ambientales	2	3	4	9
TOTAL	12	32	12	58

Nota: Las celdas de color verde claro corresponden a necesidades de Entrada (datos y monitoreo), azul claro a Procesamiento (análisis y modelación) y amarillo claro a Salida (productos y servicios finales).

5. Identificación de brechas temáticas

Con base en el análisis cruzado de las 58 necesidades de investigación e innovación reportadas, se identificaron nueve (9) brechas temáticas. Cada brecha agrupa un conjunto de necesidades que comparten campo disciplinario, naturaleza del vacío de conocimiento o tipo de capacidad requerida.

5.1 Tabla de brechas temáticas identificadas

Código	Brecha temática	Descripción	No. necesidades	Línea PICA	Programa PENIA	Necesidades asociadas
BT-01	Monitoreo, teledetección e instrumentación	Vacío en el desarrollo de metodologías para la adquisición de datos ambientales mediante sensores remotos, imágenes satelitales, radares y equipos de campo.	11	L1, L3	P1, P6	Hidro2, Hidro5, Hidro6, Hidro7, Hidro10, Hidro14, Hidro15, Hidro16, Met1, SEA3, SEIA8
BT-02	Modelación hidrológica y pronóstico operacional	Insuficiencia en el desarrollo y actualización de modelos hidrológicos para estimación de caudales, sedimentos, aguas subterráneas y pronóstico estacional-operacional.	8	L1, L2	P1, P2	Hidro1, Hidro3, Hidro4, Hidro8, Hidro9, Hidro11, Hidro17, Hidro18
BT-03	Inteligencia artificial y	Escasa incorporación de	7	L2	P2, P5	Ideam1, Met2,

Código	Brecha temática	Descripción	No. necesidades	Línea PICA	Programa PENIA	Necesidades asociadas
	tecnologías computacionales emergentes	IA, aprendizaje automático (ML) y técnicas de cómputo de alto rendimiento en los procesos de análisis, modelación y pronóstico ambiental.				Met12, OSPA1, OSPA2, SEIA2, SEIA10
BT-04	Variabilidad climática y cambio climático	Necesidad de profundizar el entendimiento de los patrones de variabilidad climática (ENSO, MJO, PDO, NAO) y sus efectos sobre las variables hidrometeorológicas del territorio colombiano.	12	L1, L2	P1, P2	Hidro3, Hidro12, Hidro13, Hidro17, Hidro18, Met3, Met4, Met7, Met8, Met9, Met10, Met11
BT-05	Pronóstico meteorológico y nowcasting	Debilidad en metodologías de pronóstico meteorológico a corto plazo, nowcasting basado en radar, y evaluación de modelos de predicción numérica.	6	L1, L2	P1, P2	Met5, Met6, Met13, Met14, OSPA5, OSPA6
BT-06	Gestión del riesgo y sistemas de alertas tempranas	Brecha en el desarrollo y validación de sistemas de alertas tempranas basados en	8	L1, L2	P1, P3	Hidro10, OSPA2, OSPA3, OSPA4, SEIA4, SEIA5,

Código	Brecha temática	Descripción	No. necesidades	Línea PICA	Programa PENIA	Necesidades asociadas
		impacto para amenazas hidrometeorológicas, deslizamientos e incendios forestales.				SEIA7, SEIA9
BT-07	Ecosistemas, coberturas de la tierra y carbono	Insuficiencia metodológica en el monitoreo y modelamiento de coberturas vegetales, detección de cambios en bosques e inventarios de emisiones y absorciones de GEI.	8	L1	P3, P4	SEIA1, SEIA2, SEIA3, SEIA6, SEIA8, SEIA10, SEA5, SEA9
BT-08	Calidad ambiental (aire, agua y suelo)	Vacío en el conocimiento sobre la distribución y evolución de contaminantes atmosféricos y sustancias peligrosas (PCBs), así como en la modelación de la calidad del aire.	3	L1	P3	SEA1, SEA2, SEA3
BT-09	Gestión integrada de recursos naturales y ordenamiento territorial	Debilidad en el análisis del uso del recurso hídrico en sectores productivos, los determinantes ambientales del	3	L1, L3	P3, P4	SEA4, SEA6, SEA8

Código	Brecha temática	Descripción	No. necesidades	Línea PICA	Programa PENIA	Necesidades asociadas
		ordenamiento territorial y la dinámica urbana.				

5.2 Descripción analítica de las brechas temáticas

BT-01 — Monitoreo, teledetección e instrumentación

Esta es una de las brechas estructurales del Instituto. Once (11) necesidades de cuatro áreas señalan vacíos en la adquisición de datos ambientales mediante sensores remotos, imágenes satelitales y equipos de campo. La brecha incluye desde la validación de estimaciones satelitales de variables hidrológicas (niveles, caudales, calidad del agua) hasta el desarrollo de instrumentos de bajo costo para redes de monitoreo. La dependencia de imágenes satelitales de acceso pagado y la limitada infraestructura de monitoreo *in-situ* son factores que agravan esta brecha.

BT-02 — Modelación hidrológica y pronóstico operacional

Ocho (8) necesidades de la Subdirección de Hidrología configuran esta brecha, centrada en la insuficiencia metodológica para modelar caudales, sedimentos, aguas subterráneas y generar pronósticos hidrológicos operacionales. Se requiere transitar de modelos conceptuales a enfoques distribuidos y de alta resolución espacial, incorporando datos de múltiples fuentes. La capacidad de procesamiento y almacenamiento es un recurso crítico señalado de manera recurrente.

BT-03 — Inteligencia artificial y tecnologías computacionales emergentes

A pesar de la creciente disponibilidad de herramientas de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML), el IDEAM identifica una brecha significativa en su apropiación institucional. Siete (7) necesidades de cuatro áreas distintas coinciden en señalar este vacío, que abarca desde la aplicación de *random forest* en campos de precipitación hasta la automatización de detección de cambios en coberturas boscosas y la validación de sistemas de alerta mediante IA. Esta brecha es transversal a todas las líneas del PICA.

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

BT-04 — Variabilidad climática y cambio climático

Con doce (12) necesidades asociadas, esta es la brecha con mayor representación numérica. Refleja la necesidad de profundizar el entendimiento de los patrones de variabilidad climática a múltiples escalas temporales (interanual: ENSO, NAO; intraestacional: MJO, ondas ecuatoriales; interdecadal: PDO) y sus efectos sobre el territorio colombiano. También incluye la determinación de evidencias de cambio climático a nivel local y el análisis de eventos extremos bajo escenarios futuros.

BT-05 — Pronóstico meteorológico y *nowcasting*

Seis (6) necesidades de la Subdirección de Meteorología y la OSPA señalan vacíos en la calidad y resolución espacio-temporal de los pronósticos meteorológicos, el *nowcasting* basado en radar y la integración de nuevos modelos de predicción numérica. Esta brecha tiene alta relevancia operacional dada la función del IDEAM en la emisión de boletines y alertas.

BT-06 — Gestión del riesgo y sistemas de alertas tempranas

Ocho (8) necesidades de tres áreas confluyen en la necesidad de fortalecer los sistemas de alertas tempranas basados en impacto. Esta brecha incluye la definición de umbrales hidrológicos, índices territoriales de alerta, modelos de deslizamientos con agravantes antrópicos y pronóstico de propagación de incendios. Su resolución requiere articulación con entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD).

BT-07 — Ecosistemas, coberturas de la tierra y carbono

Ocho (8) necesidades agrupan los vacíos relacionados con el monitoreo y análisis de ecosistemas. Se destacan la generación de mapas de cobertura a mayor resolución, la detección automatizada de cambios en bosques, el modelamiento del cambio multitemporal y la generación de conocimiento para el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones (INGEI). Esta brecha es estratégica en el contexto de los compromisos de Colombia ante el Acuerdo de París.

BT-08 — Calidad ambiental (aire, agua y suelo)

Tres (3) necesidades de la Subdirección de Estudios Ambientales identifican vacíos en la caracterización y seguimiento de contaminantes atmosféricos, el desarrollo de modelos de pronóstico de calidad del aire y el análisis del estado

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

de avance en la normatividad sobre sustancias peligrosas (PCBs). Aunque este grupo es el más pequeño en número, su relevancia en términos de salud pública y cumplimiento normativo es alta.

BT-09 — Gestión integrada de recursos naturales y ordenamiento territorial

Tres (3) necesidades señalan vacíos en la comprensión del uso del recurso hídrico en sectores productivos, la relación entre dinámica urbana y degradación ambiental, y los determinantes ambientales del ordenamiento territorial. Esta brecha conecta la función científica del IDEAM con las necesidades de los actores de la planificación territorial.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Principales hallazgos

El ejercicio participativo desarrollado en el IDEAM permitió identificar 58 necesidades de investigación e innovación, distribuidas en cinco áreas técnicas y agrupadas en nueve brechas temáticas. Los principales hallazgos son:

- La brecha BT-04 (variabilidad climática y cambio climático) concentra el mayor número de necesidades (12), evidenciando que este es el eje central de la agenda científica institucional.
- El nivel de Procesamiento (análisis y modelación) concentra la mayoría de las necesidades, lo que sugiere que el IDEAM tiene bases sólidas en adquisición de datos pero requiere fortalecer sus capacidades analíticas y de generación de productos orientados a usuarios.
- La brecha BT-03 (inteligencia artificial y tecnologías emergentes) es transversal a todas las áreas, lo que indica una oportunidad estratégica de articulación con IES y el sector tecnológico.
- La capacidad de procesamiento y almacenamiento computacional es el recurso adicional más frecuentemente señalado, presente en 38 de las 58 necesidades identificadas.
- Las brechas BT-06 (alertas tempranas) y BT-07 (ecosistemas y carbono) tienen alta relevancia estratégica dado su vínculo con compromisos internacionales de Colombia (Marco de Sendai, Acuerdo de París).

6.2 Recomendaciones

Con base en los resultados del análisis, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Priorizar la articulación con IES que cuenten con grupos de investigación en IA aplicada a ciencias atmosféricas, hidrología y teledetección, en respuesta a las brechas BT-01, BT-02 y BT-03.
- Gestionar ante Minciencias la financiación de proyectos de investigación orientados a las brechas BT-04 y BT-06, dada su relevancia para la política pública de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Incorporar las brechas identificadas como criterios de priorización en la convocatoria de colaboradores y en los Términos de Referencia para alianzas científicas.
- Desarrollar un plan de fortalecimiento de infraestructura computacional institucional que responda a la demanda recurrente de capacidad de procesamiento y almacenamiento.
- Actualizar periódicamente (con una frecuencia mínima bienal) el mapa de necesidades de investigación, incorporando nuevas áreas técnicas y ajustando las brechas en función del avance de los proyectos en curso.

	Gestión del conocimiento	Código: I-GC-001 Versión 1 Fecha 16/03/2026
--	---------------------------------	---

7. Referencias

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Política Nacional de Investigación Ambiental 2021-2030 (PENIA). Bogotá: MinAmbiente.
- IDEAM. (2023). Plan Institucional de Ciencia, Investigación y Acción Ambiental 2023-2026 (PICIA). Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2025). Necesidades de investigación e innovación por área técnica – Matriz consolidada [Archivo de datos internos]. Bogotá: IDEAM.