

10
AÑOS



INAIGEM - 10 AÑOS DE PASIÓN POR LA CIENCIA EN LAS MONTAÑAS

Editado por:

© Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)
Sede central: Av. Centenario 2656 - Sector Palmira, Independencia, Huaraz - Áncash - Perú
Teléfono: (043) 64 3460

Elaboración:

Dirección de Información y Gestión del Conocimiento INAIGEM

Autor:

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)
Mariluz Romero Castillo

Diseño y diagramación:

Joan Ramírez Romero
Leslie Arestegui Saldaña

Ilustraciones:

Jaime Cerna Mendoza

Fotografías:

Archivo INAIGEM

1ra edición
Diciembre 2024

Tiraje 1000 ejemplares

Depósito legal del libro N° 2024-12458

Consulta la publicación digital en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12748/610>

Se terminó de imprimir en:

Mega Trazo S.A.C. – RUC: 20514200808
JR. MARISCAL ANDRES DE SANTA CRUZ NRO. 136 URB. EL PINO LIMA - LIMA - SAN LUIS



CONTENIDO

NACIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN:
CRECIENDO CON EL TIEMPO

INVESTIGACIÓN DE ALTURA:
ENTENDIENDO LOS CAMBIOS EN EL HIELO

CIENCIA QUE RETA: ESTUDIANDO LOS
PELIGROS ASOCIADOS A LOS GLACIARES

ESTUDIANDO LA PROVISIÓN DE VIDA:
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN:
ACERCANDO LA CIENCIA A LA SOCIEDAD

PROYECTÁNDONOS: EL MAÑANA QUE YA
ESTAMOS CONSTRUYENDO

LAS MONTAÑAS: NUESTRO PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Las montañas han marcado el desarrollo de la cultura andina. Sus cambios de altura, relieve y topografía accidentada han favorecido la existencia de una asombrosa diversidad de flora, fauna, cultivos y culturas, que hoy buscamos conservar y mantener.

Hoy en día, las montañas están cambiando significativamente debido a los impactos de las actividades humanas y al calentamiento global. Estos fenómenos alteran el clima, modifican las estaciones de lluvia y estiaje, aceleran el derretimiento de los glaciares y deterioran los ecosistemas. Todo ello en perjuicio de los pobladores andinos, pero también se pone en riesgo la provisión de agua para la costa peruana.

En este escenario, la ciencia tiene una misión fundamental: explicar qué está ocurriendo en las montañas, cómo nos afectan estos cambios y cómo nos afectarán en el futuro, y qué podemos hacer para adaptarnos y reducir los impactos previstos.

Entonces, es importante promover políticas y estrategias basadas en evidencias científicas. Para generar esas evidencias, hace 10 años se creó el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM).

En las siguientes páginas, compartimos nuestra historia de los primeros 10 años de trabajo y nuestro compromiso de seguir contribuyendo a la construcción de un futuro mejor, no solo para las montañas, sino también para todo el Perú.

Dra. Beatriz Fuentealba Durand

Presidenta ejecutiva

Instituto Nacional de Investigación en
Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM

10 AÑOS DE
PASIÓN POR LA
CIENCIA EN LAS
MONTAÑAS

«Empecé sin un centavo institucional, ni local ni nada; solo con un escritorio y una mesita en un ambiente del MINAM. Después, me asignaron un apoyo administrativo y un profesional técnico.

Con ellos inicié la tarea de formar la institución, que fue creciendo poco a poco, con mucha dedicación.

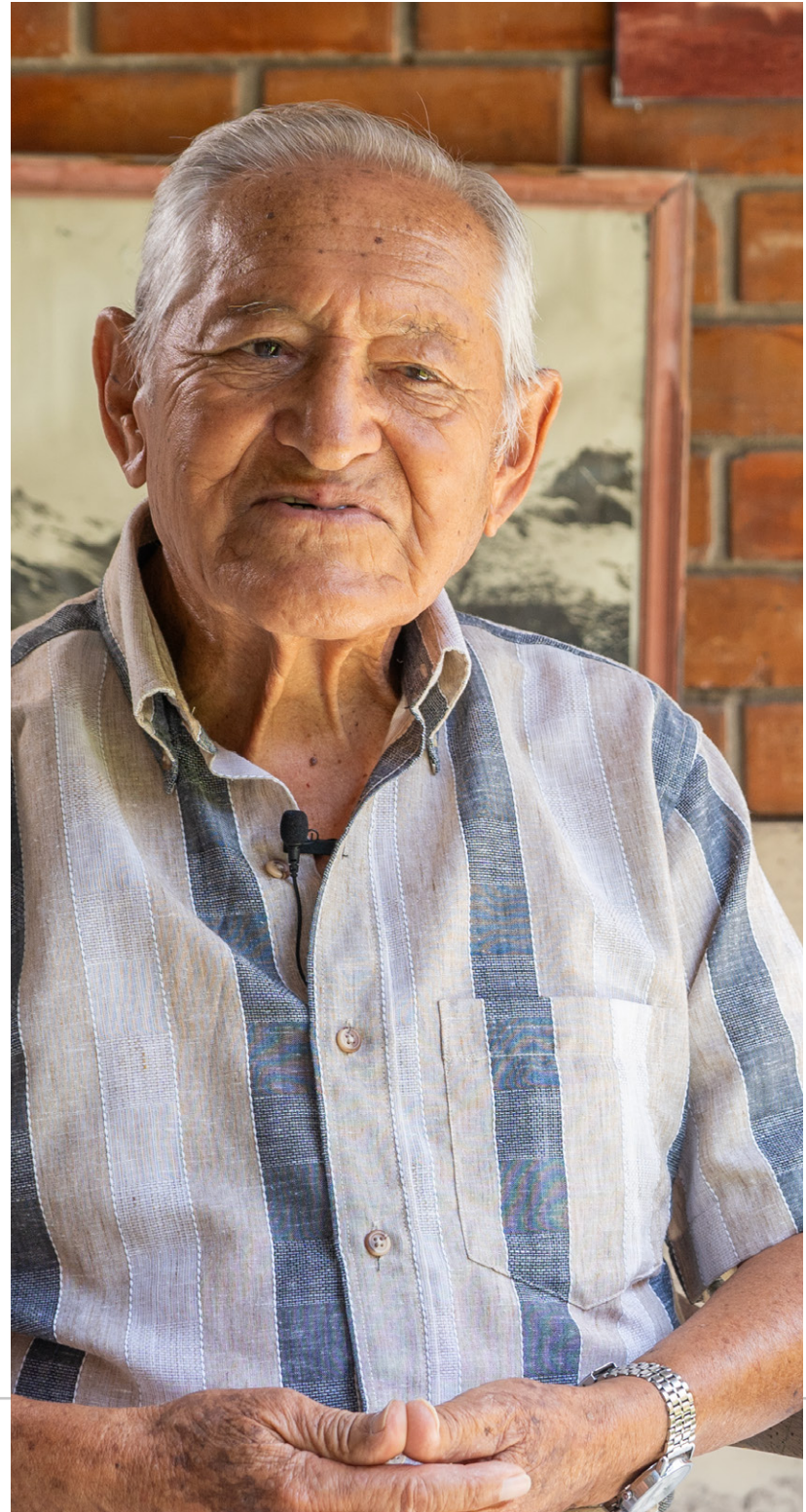
Desde el inicio, busqué contar con profesionales que tuvieran experiencia, ya que lo más importante en una persona es su experiencia práctica y objetiva en todo lo que hace. Por eso, logramos avanzar y tener importantes logros institucionales.

El INAIGEM comenzó con un grupo que tenía mucha entrega y experiencia, especialmente en el trabajo de campo.

Esa fue nuestra fortaleza».

«Convoqué a profesionales con amplia experiencia»

Benjamín Morales Arnao
Presidente ejecutivo
2015 – 2018





«La mejora del nivel científico siempre pasa por las personas; por eso, se eligieron los mejores perfiles científicos para que lideraran las direcciones, y luego convocamos a jóvenes brillantes con ganas de hacer investigación a través de sus tesis de pregrado o posgrado. Su aporte fue valiosísimo.»

Los proyectos de investigación fueron otra gran oportunidad para fortalecer las capacidades de los profesionales, generar nueva información, elaborar artículos científicos y, por supuesto, mejorar la institución.

Espero haber dejado la idea de que la función del INAIGEM es generar evidencia científica para influir en las políticas públicas, y que estas políticas son las que van a cambiar la vida de las personas».

«Llegué con el mandato claro de fortalecer el nivel científico de la institución»

Gisella Orjeda Fernandez
 Presidenta ejecutiva
 2018 - 2020

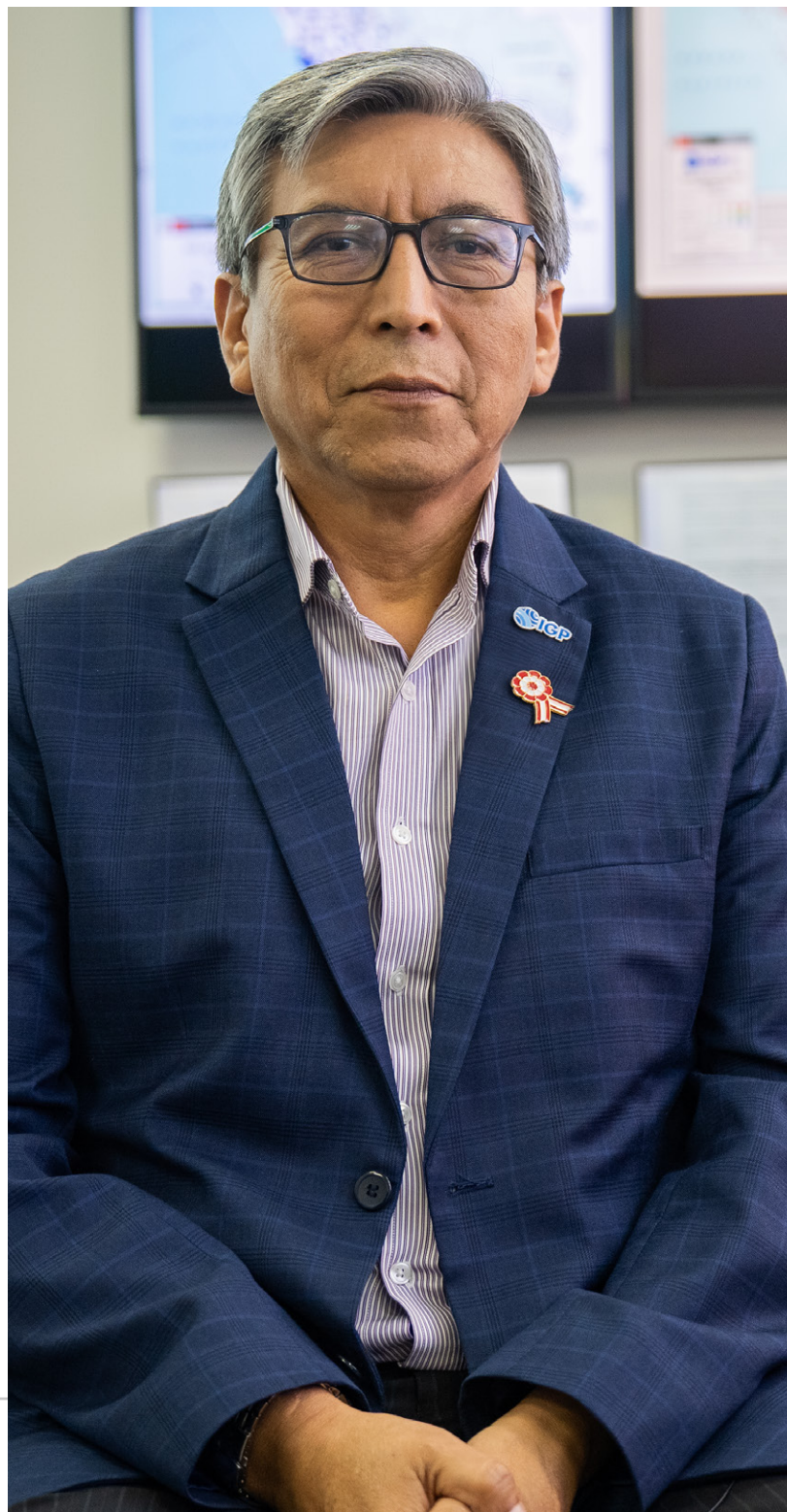
«Se me encargó la Presidencia Ejecutiva del INAIGEM, en adición a mis funciones en el IGP. Apenas asumí el cargo, la pandemia llegó a nuestro país, y con ella una etapa difícil, marcada por la distancia, la incertidumbre y la prioridad de proteger la salud de todo el personal. Esa fue nuestra primera tarea, y se cumplió.

En ese escenario complejo, otro gran desafío fue impulsar y lograr la aprobación del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del INAIGEM. Sustentarlo ante diversos ministerios no fue sencillo; hubo momentos difíciles, pero finalmente se consiguió. Este avance fue clave para ordenarnos internamente y fortalecer la capacidad de acción institucional. Fue un logro de todos, fruto del compromiso y esfuerzo.

Sigamos investigando en beneficio de la población, sembrando conocimiento y recordando siempre que las instituciones son lo que las personas desean que sean».

«Lograr el ROF en plena pandemia fue vital para la institución»

Hernando Tavera Huarache
 Presidente ejecutivo (e)
 2020 – 2021





«Llegué al INAI GEM en un contexto bastante particular: la pandemia. En medio de las limitaciones por la virtualidad conocí a todo el equipo y me di cuenta del gran talento que hay. Juntos planteamos una propuesta de gestión institucional para optimizar procesos y generar valor desde cada puesto; analizamos cómo generar valor conjunto con la comunidad, teniendo a un Estado que facilite y una comunidad que no solo reciba sino sea constructora de sus propias soluciones. Discutimos mucho, pero no logramos cerrarlo porque mi paso por la institución fue corto.

A pesar del poco tiempo, logramos establecer una actividad presupuestal con nombre propio dedicada a generar información y monitorear peligros de origen glaciar en el marco del Programa Presupuestal 0068, actividad que ya se está implementando».

«El tema social debe ser intrínseco en toda institución»

Bram Leo Willems
 Presidente ejecutivo
 2021 – 2022

NACIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN: CRECIENDO CON EL TIEMPO



El 13 de diciembre de 2014, el gobierno peruano hizo realidad un gran anhelo de muchos años: la creación del INAIGEM. Desde entonces, con mucho compromiso y dedicación, estamos consolidando nuestro liderazgo científico en la investigación de glaciares y ecosistemas de montaña en un contexto desafiante de cambio climático.



UN ANHELO DE AÑOS ENCUENTRA ECO EN EL GOBIERNO

Por mucho tiempo se escucharon voces que coincidían en la necesidad imperante de establecer una institución dedicada al estudio de las montañas; más aún, en un contexto de cambio climático que exige examinar con rigurosidad lo que está sucediendo y tomar medidas urgentes a favor de los ecosistemas andinos, la población y los medios de vida.



«Desde mucho antes, a nivel global, ya se hablaba de cómo mejorar la gestión de las montañas. Se realizaban eventos internacionales, incluso en el Perú, que congregaban a científicos de todo el mundo. Pero, algo estaba faltando en nuestro país y en la región Andina para lograr un trabajo cooperativo en torno a las montañas.

Luego conocí la iniciativa de profesionales con larga experiencia relacionados a glaciares y montañas y también del Ministerio del Ambiente, quienes pensaban y repensaban en la manera más idónea de cubrir el vacío de investigación en glaciares. Ese intercambio y discusión abrió espacio para la integración de los ecosistemas de montaña».

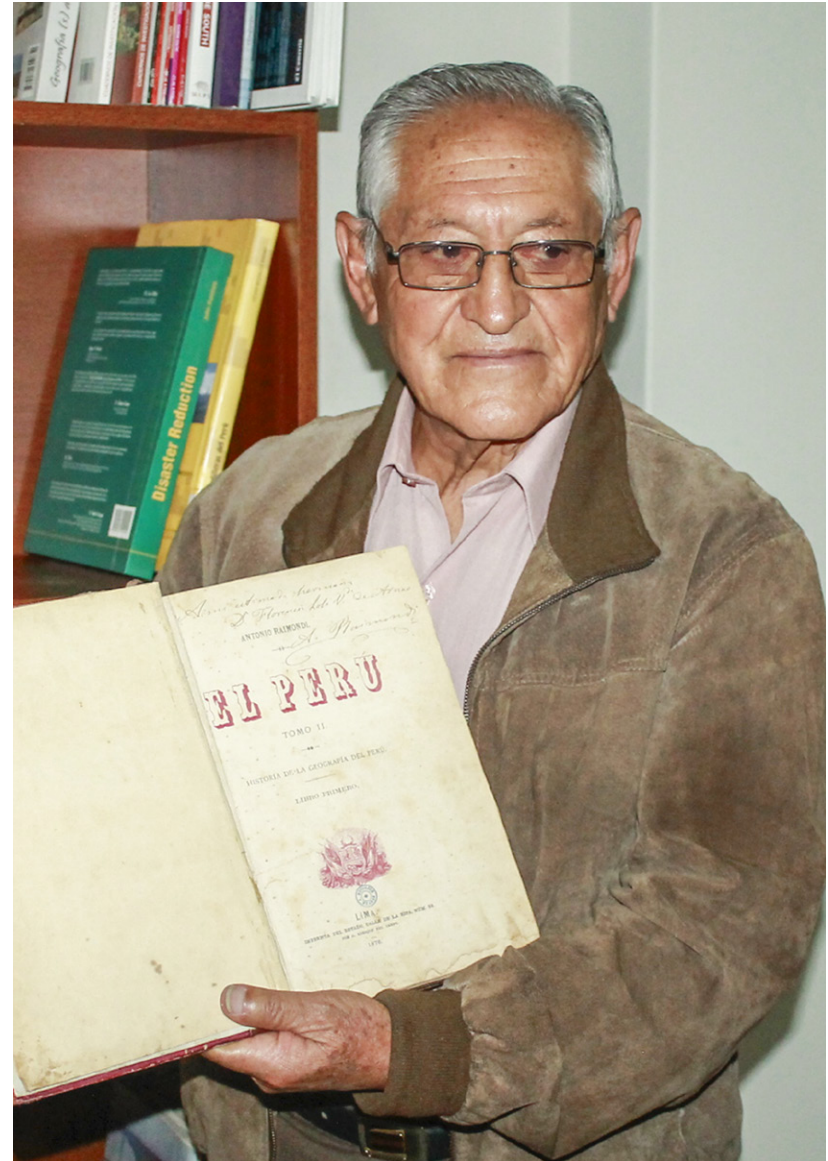
Karen Price Ríos

Responsable de la Secretaría Técnica de la
Iniciativa Andina de Montañas – CONDESAN

«He vivido la inestabilidad en los estudios de glaciares por más de 70 años. Han funcionado más de diez organismos públicos distintos dedicados a la glaciología, eso generaba discontinuidad e inestabilidad institucional.

Teniendo esta realidad, se plantea el reto de gestionar una institución con la capacidad y calidad suficientes para encargarse del estudio de los glaciares. Así empieza la gestión ante el gobierno central. Incluso, sustenté esta necesidad ante el propio presidente de la República y él entendió su importancia. Después, el Ministerio del Ambiente tomó en serio la creación de esta institución, incorporando ecosistemas de montaña».

Benjamín Morales Arnao
Expresidente ejecutivo del
INAIGEM



EL MINISTERIO DEL AMBIENTE ASUME EL RETO

El Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, asumió la responsabilidad técnica para elaborar la propuesta legislativa que concrete la creación de una nueva institución.



Las voces se hicieron escuchar y, desde el principio, el Ministerio del Ambiente evidenció un sólido compromiso con la iniciativa, generando espacios de discusión y análisis técnico. Su liderazgo fue fundamental para afianzar la apuesta del gobierno y obtener el respaldo del legislativo.

«Se conformó un equipo integrado por profesionales de las direcciones generales de Cambio Climático y Diversidad Biológica del MINAM, un asesor externo y profesionales del Sernanp. La idea era tener una perspectiva más amplia que no se limitara a los glaciares, sino incluir también el tema de ecosistemas de montaña.»

Este equipo inició una serie de revisiones sobre el funcionamiento de la gestión de glaciares en otros países a nivel mundial. Además, llevó a cabo una etapa de diálogo dentro de varias instituciones gubernamentales, ya que existía cierta resistencia y dudas respecto a esta creación.

A nivel internacional, encontramos que el enfoque predominante era más hacia la producción del conocimiento, mientras que la gestión recaía en actores más territoriales. Tomando como referencia esos modelos y en consonancia con la línea de nuestras instituciones adscritas, optamos por una institución con funciones claramente definidas: la investigación y generación de información sobre glaciares y ecosistemas de montaña.»

Gabriel Quijandría Acosta

Viceministro de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales
Ministerio del Ambiente
2011 – 2016

Escenario internacional propicio

Crecía un interés internacional por atender las montañas, motivado por los visibles efectos del cambio climático. Las iniciativas más importantes en ese momento fueron:

2010. Se aprueba la Ley Nacional de Glaciares en Argentina. Se retoma la agenda de un proyecto de ley sobre glaciares en Chile.

2012. En la Cumbre Río+20, celebrada en Brasil, Perú lideró el Pabellón de Montañas. En el evento se instó a los países a implementar políticas para la conservación de las montañas.

Análisis técnico y propuesta de ley

Especialistas del Ministerio del Ambiente y otras entidades con experiencia en el tema evaluaron modelos nacionales e internacionales y plantearon los fundamentos para la creación de una institución dedicada a generar conocimientos sobre glaciares y ecosistemas de montaña que contribuyan a mejorar la gestión de los territorios.

Esta propuesta fue bien recibida por el Congreso de la República, lo que demostraba la coherencia del país con sus compromisos climáticos. Era el año 2014 y el Perú estaba a cargo de la organización de la COP 20, en Lima.



«Existían suficientes motivos para esta creación, pero tres eran fundamentales: Uno, los ecosistemas de montaña habían sido desatendidos, ya que nunca contaron con una entidad dedicada a su estudio, a diferencia de la glaciología que sí tuvo organismos responsables. Nos olvidamos de que aquellas características que permiten la vida, por ejemplo, en la Amazonía, se sustentan en la salud del ecosistema de montaña. Es en las montañas donde se produce o puede interrumpirse el ciclo de la lluvia, donde se mantienen muchas prácticas tradicionales.

Dos, los glaciares tropicales son reservas de agua extremadamente vulnerables al cambio climático. Era esencial contar con una entidad capaz de estudiarlos y monitorearlos para implementar medidas preventivas y de adaptación.

Tres, el Perú lideraba un debate internacional sobre la protección de los ecosistemas de montaña, enfatizando su rol como fuente de agua en un contexto de escasez hídrica global.

Crear esta institución representaba para el Perú un salto cualitativo en su responsabilidad de proteger ecosistemas claves para el desarrollo, con la investigación como elemento central».

Manuel Pulgar-Vidal
Ministro del Ambiente
2011 – 2016

SE CONCRETA LA CREACIÓN DEL INAIGEM

La Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP 20) fue el espacio propicio para un anuncio muy esperado: la creación de una institución dedicada a la investigación de los glaciares y los ecosistemas de montaña en el Perú, ya que estos representan una extensión importante del país y requieren una atención particular.

En la Sesión de Apertura del Segmento Presidencial COP 20, el Presidente de la República, Ollanta Humala Tasso, hizo un primer anuncio:

«Contamos con metas para ahondar en la investigación científica sobre los glaciares y los ecosistemas de montaña. En este sentido, quiero resaltar la aprobación por parte del pleno del Congreso de la República del proyecto que enviamos para la creación del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña».

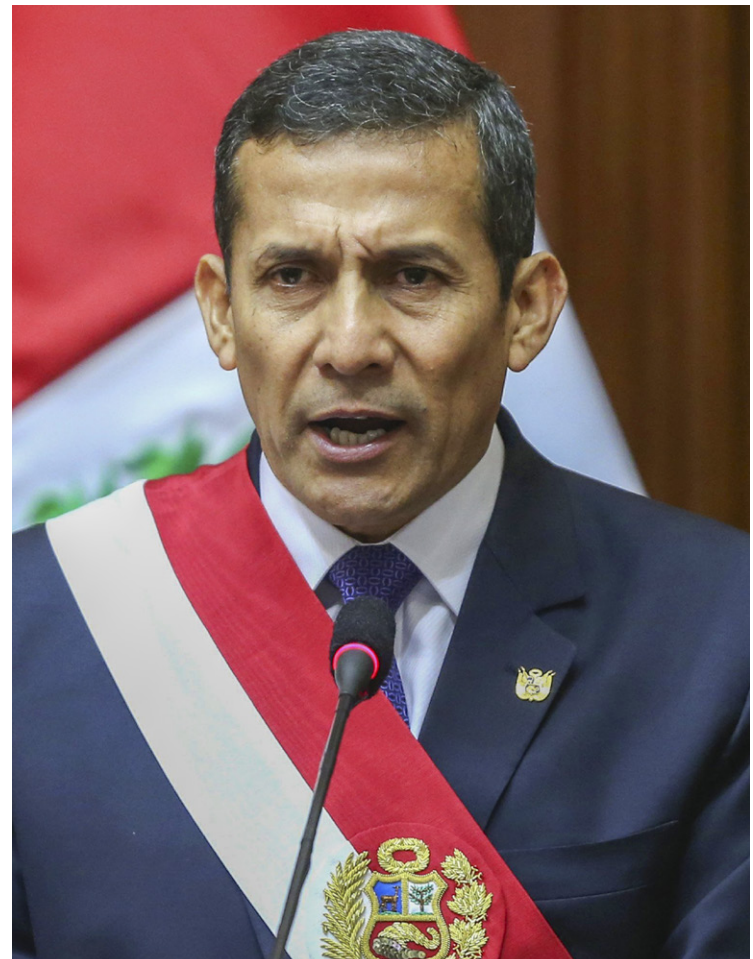
10 de diciembre de 2014

Dos días después, en Palacio de Gobierno:

«Con esta iniciativa del Ejecutivo y gracias a la colaboración del Congreso, hoy tengo el honor de promulgar la Ley de Creación del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, para luchar contra este golpe en la reducción de las reservas de agua dulce y, además, que permita la participación de otros países de la región que tienen el mismo problema».

12 de diciembre de 2014





Ollanta Humala Tasso
Presidente de la República
2011 – 2016



13 DE DICIEMBRE

El 13 de diciembre de 2014 se registró en las páginas del Diario Oficial El Peruano el nacimiento del INAIGEM, un hito que marcó el inicio de una nueva etapa en la investigación de las montañas en el Perú.







- 
Organismo técnico especializado adscrito al Ministerio del Ambiente
- 
Máxima autoridad en investigación científica de los glaciares y ecosistemas de montaña en el Perú
- 
Estudia y monitorea la evolución de los glaciares y ecosistemas de montaña y el efecto del cambio climático y otros factores de presión en los mismos y formula las medidas de prevención necesarias; entre otras funciones
- 
Sede principal en la ciudad de Huaraz, en el departamento de Áncash

Instituto Público de Investigación (IPI) que tiene por finalidad fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en el ámbito de los glaciares y los ecosistemas de montaña, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven en o se benefician de dichos ecosistemas.

PRIMER PRESIDENTE EJECUTIVO E INSTALACIÓN EN HUARAZ

Sus primeras acciones se centraron en:

-  **Establecer la sede central de la institución en la ciudad de Huaraz**
-  **Conformar un primer equipo de trabajo**
-  **Elaborar los documentos de gestión institucional esenciales**
-  **Iniciar acciones planificadas en los glaciares y ecosistemas de montaña**

Para concretar la instalación y funcionamiento del INAIGEM, en abril de 2015 se designó como primer presidente ejecutivo al destacado geólogo peruano Benjamín Morales Arnao, quien asumió la importante tarea de liderar la institución en su fase inicial.

«Después de la designación del presidente ejecutivo, fui la primera profesional contratada. Poco tiempo después, contrataron a un especialista técnico. Los tres, sin local y sin presupuesto, comenzamos a diseñar la estructura institucional y todo lo que exige una nueva entidad. Fue un gran desafío.

En paralelo, gestionamos el presupuesto ante el Ministerio de Economía y Finanzas. En octubre de 2015, logramos ser incluidos como pliego presupuestal. Esto era importantísimo porque nos otorgaba autonomía financiera, y con esa autonomía pudimos buscar un local en Huaraz, instalarnos y contratar personal. Esta etapa también fue muy retadora, ya que no contábamos con equipamiento ni logística; cada uno llevaba sus propios equipos y hasta mobiliario, y compartíamos un mismo ambiente. Sin embargo, la colaboración y el compromiso fueron piezas fundamentales para avanzar».

Marina Ruíz Díaz
Asistente administrativa
Presidencia Ejecutiva

En julio de 2015, bajo la majestuosidad de la Cordillera Blanca y en medio de una gran expectativa, se instaló el INAIGEM en la ciudad de Huaraz. Una ceremonia pública donde los líderes locales dieron una cálida acogida a esta nueva institución, y las personalidades nacionales e internacionales expresaron su apoyo y auguraron éxitos.



Durante este evento, en Huaraz se suscribió el primer Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional con la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (Unasam) con el propósito de establecer una colaboración estratégica destinada a impulsar la calidad de la educación y la investigación científica.

En Lima hubo una presentación similar a la de Huaraz. En ambos lugares los invitados abarrotaron los auditorios. Se superaron las expectativas de participación de autoridades nacionales y locales, representantes de organizaciones y la misma población.

A UN AÑO DE CREACIÓN SE VAN SENTANDO LAS BASES

En conmemoración del primer aniversario institucional, en diciembre de 2015, se marcó un hito significativo al inaugurar las instalaciones de nuestra sede central en la ciudad de Huaraz, ubicada en la Calle Juan Bautista 887.

El funcionamiento institucional inició con un presupuesto mínimo, recursos logísticos limitados y un equipo base de profesionales para llevar a cabo las acciones en campo y los asuntos administrativos. No obstante, el compromiso permanecía intacto junto con el desafío de crecer.

La estructura organizativa se estableció conforme a lo dispuesto en la ley de creación:



Dirección de Investigación en Glaciares



Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña



Dirección de Información y Gestión del Conocimiento

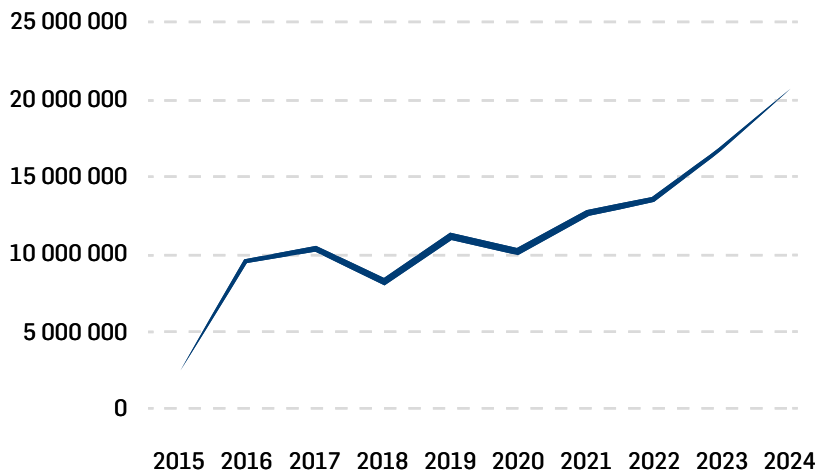


Además, un equipo de apoyo administrativo

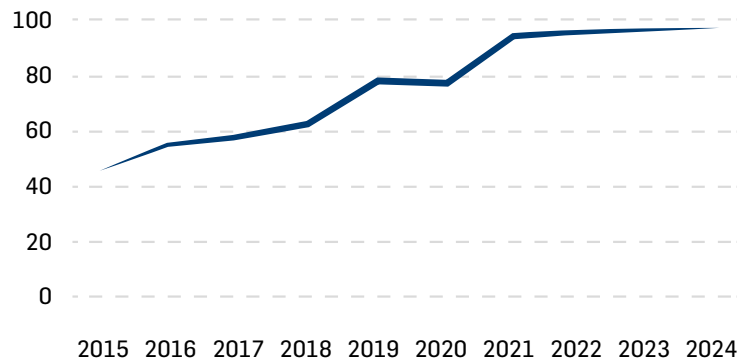


A pesar de las limitaciones propias de una institución nueva, el entusiasmo y la dedicación de la alta dirección, los equipos técnico-científicos y del personal administrativo no se vieron disminuidos. Con determinación y energía se trabajó arduamente para potenciar el INAIGEM.

Evolución del presupuesto anual



Cantidad de colaboradores CAS



«A finales de 2015 recibimos el primer presupuesto institucional, básicamente para adquirir mobiliario, equipos y contratar a diversos profesionales. Luego, cada año, hemos tenido que sustentar ante el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) la necesidad de un mayor presupuesto. Por ello, el área administrativa y el área científica decidimos trabajar en conjunto, demostrando al MEF los avances e impactos positivos de nuestra labor. Gracias a este esfuerzo colaborativo, logramos incrementar gradualmente la asignación de recursos financieros.

Incrementar el presupuesto institucional es un reto constante; todavía necesitamos más profesionales, la instalación de la oficina en Cajamarca, equipos de investigación y más. Estoy seguro de que, trabajando en equipo como lo estamos haciendo, lograremos nuestros objetivos».

Jesús Chacalcaje Elías
Especialista en Presupuesto
Oficina de Planeamiento,
Presupuesto y Modernización

INSTALACIÓN DE OFICINAS DESCONCENTRADAS EN EL SUR Y EL CENTRO DEL PERÚ

En octubre de 2017, dimos un paso decisivo al poner en funcionamiento la Oficina Desconcentrada Macrorregión Sur con sede en La Ciudad Imperial del Cusco.

Esta iniciativa representó nuestro compromiso de ampliar los estudios en glaciares y ecosistemas de montaña en el Perú.





Desde nuestra creación se contó con una oficina de coordinación en la ciudad de Lima.

Sin embargo, en el 2019, establecimos la Oficina Desconcentrada Macrorregión Centro en el mismo lugar, ampliando así la cobertura en los estudios de glaciares y ecosistemas de montaña a la sierra central del país.

«Ser parte de la instalación de la oficina del Centro fue una experiencia muy satisfactoria porque significó ampliar nuestro alcance a nuevos lugares y conectar con más personas. Si bien los principales actores locales ya nos conocían gracias a los acercamientos previos, ingresar a nuevos territorios siempre es un reto, más si eres una institución relativamente nueva.

La transparencia y la construcción de buenas relaciones han sido claves para que la población no solo observe, sino acompañe nuestros avances científicos y tecnológicos; incluso se están apropiando de los mensajes y el valor de cada iniciativa, lo cual es sumamente motivador. Me complace ser parte de esta experiencia enriquecedora».

Roque Vargas Huamán
Especialista en Gestión Institucional
Oficina Desconcentrada
Macrorregión Centro

FORTALECIENDO LA INFRAESTRUCTURA

A partir de diciembre de 2019, y gracias a las Inversiones de Optimización, de Ampliación Marginal, de Rehabilitación y de Reposición (IOARR), se han implementado laboratorios especializados que desempeñan un papel fundamental en los procesos de investigación científica en glaciares y ecosistemas de montaña.

Nuestros laboratorios



Glaciología



Geotecnia



Ecofisiología vegetal



Biología, microscopía y herbario



Ecología molecular y genómica



Innovación tecnológica aplicada

Analizan y procesan

Carbono negro | Sedimentos glaciolacustres | Ecología glaciaria

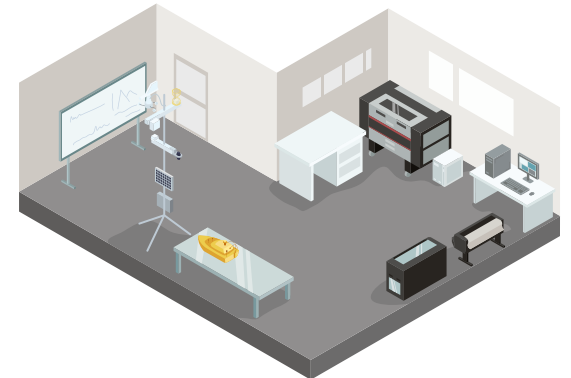
Suelos y rocas

Vegetación y suelos | Germinación de plantas

Organismos microscópicos | Identificación de especies de flora
Herbario con muestras botánicas

Taxonomía molecular de la biodiversidad | Ecología microbiana

Estaciones meteorológicas y sensores de bajo costo



EL HITO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

El 2020 fue un año de retos debido a la pandemia por covid-19. Institucionalmente, nos enfrentamos a la urgencia de adaptarnos a un mundo digitalizado, lo que nos impulsó a evolucionar para garantizar una interacción de calidad. Ese año, marcamos un hito al consolidar la transformación digital, convirtiéndonos en la primera institución gubernamental del Perú en migrar toda su información a la nube.



Política Cero papel

El Sistema de Gestión Documental (SGD) permitió reemplazar los documentos en físico por documentos digitales a través de la firma digital; también fortaleció el control y seguridad de la información documental de la institución.



Se reemplazó hasta en 80 % el uso de servicios, mensajería, material de oficina e impresoras



Almacenamiento de información en la red virtual o nube

Se ha almacenado, a gran escala, información de los sistemas administrativos, de investigación y el repositorio, garantizando la seguridad de la información, un mejor funcionamiento, disponibilidad durante las 24 horas y una gestión más eficiente.

Este avance ha generado dos importantes impactos: económico, mediante la reducción de costos, y ambiental, con la reducción de emisiones de CO₂.





«Mi experiencia en la Oficina de Tecnologías de la Información ha sido transformadora en todos los aspectos. Cuando me integré al INAIGEM, la infraestructura tecnológica aún era ineficiente y fue un desafío constante mantener la disponibilidad y seguridad de los sistemas y servicios informáticos. Con mucha dedicación y espíritu colaborativo, logramos dar pasos significativos, incluso diría "saltos tecnológicos" que nos posicionan a nivel nacional. Ahora ya estamos planificando la incorporación de la inteligencia artificial.

En el ámbito profesional y personal, adquirí nuevas habilidades, amplié mis conocimientos técnicos y me adapté con celeridad a la evolución tecnológica. Me llena de profunda satisfacción sentir que he contribuido a la transformación digital del INAIGEM y, por tanto, a la mejora de los servicios».

Dean Padilla Herrera

Especialista en Desarrollo Web
Oficina de Tecnologías de Información

FORTALECIENDO LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN

En el 2019 iniciamos la implementación de los primeros cuatro proyectos de investigación con financiamiento de ProCiencia (antes Fondecyt), el Banco Mundial, Concytec, el fondo Newton-Paulet del Reino Unido y el Consejo de investigación de Medio Ambiente Natural (NERC), integrándolos como un componente fundamental para el crecimiento científico de la institución.

Primer paquete de proyectos de investigación científica

PERÚ GROWS

Retroceso Glaciar y su Impacto en la Seguridad Hídrica en el Perú

Desarrolló estudios sobre escenarios climáticos en zonas glaciares y seguridad hídrica



PERMAFROST

Evaluación y Estimación de la Distribución Espacio Temporal de Permafrost a Nivel Nacional como Potencial de Reserva Hídrica

Aportó en la identificación y estudios de glaciares rocosos y zonas con posible presencia de Permafrost

Aportó con el primer prototipo de estación meteorológica de bajo costo y patente

Todos los proyectos de investigación implementados hasta ahora han impulsado tesis de pregrado y posgrado, la publicación de artículos científicos y han potenciado las capacidades de los investigadores.

PANT-BIOGLACIAR

Aporte Social, Económico y Ambiental en la Conservación y Pérdida de la Biodiversidad Marina Lacustre por el Retroceso Glaciar

Promovió estudios de sedimentología glaciar y contribuyó a las investigaciones científicas en la Antártida



GLOP

Lagunas de Origen Glaciar en el Perú: Evolución, Peligros e Impactos del Cambio Climático

Determinó la variación de la superficie de las lagunas de origen glaciar como indicador de susceptibilidad al desborde

Generó información de lagunas de origen glaciar con riesgo de desborde

PRIORIZANDO LAS ÁREAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Evaluación de peligros de origen glaciar

Para identificar y evaluar los peligros y riesgos asociados a los glaciares, además de proponer medidas de mitigación que brinden seguridad a las poblaciones vulnerables.



En el 2024 se han identificado algunas áreas temáticas en las que el INAI GEM desarrolla investigación científica, las cuales constituyen la base para establecer el primer Plan Institucional de Investigación 2025 -2027. Este plan permitirá definir un rumbo científico claro para la institución, focalizar los esfuerzos en la generación de nuevos conocimientos y fortalecer las redes de colaboración tanto a nivel nacional como internacional. Hasta el momento las áreas temáticas identificadas son:



Dinámica glaciar y cambio climático

Para comprender la evolución y los cambios que ocurren en los glaciares, los factores que contribuyen al derretimiento glaciar y los impactos que esto genera cuencas abajo.

Evaluación y recuperación de socioecosistemas de montaña

Para caracterizar el funcionamiento de los principales ecosistemas de montaña, incluyendo el componente humano, e identificar las mejores estrategias de recuperación mediante el análisis de los diversos factores de degradación.



Evaluación de servicios ecosistémicos hídricos

Para evaluar y valorar el aporte hídrico que brindan los glaciares y los ecosistemas andinos y plantear estrategias que contribuyan a fortalecer la seguridad hídrica.

CREACIÓN DE LA UNIDAD FUNCIONAL I+D+i

En el 2024 también se creó la Unidad Funcional de Gestión de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) con la finalidad de fortalecer e impulsar la generación del conocimiento científico y la creación de soluciones innovadoras de gran impacto en la sociedad.

«Estar a cargo de esta Unidad representa un gran reto porque nuestras aspiraciones son altas y tenemos la convicción de que lograrlo fortalecerá la perspectiva estratégica de la institución relacionada a la gestión de la investigación, el desarrollo y la innovación. Además, el INAIGEM está demostrando ser una institución proactiva, con gran apertura y predispuesta a asumir desafíos enfocados en el impulso de la investigación.»

El proceso de la I+D+i es un aprendizaje continuo y de interacción entre todos. Lo primero que necesitamos, y ya estamos trabajando en ello, es conocer a fondo las condiciones de la institución para establecer una planificación visionaria y crear oportunidades de mejora que articulen la investigación, desarrollo e innovación».

Tatiana Boza Espinoza
 Coordinadora
 Unidad Funcional
 de Gestión de la I+D+i

Unidad Funcional de Gestión de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

R.G.G. 030-2024 - INAIGEM

Esta decisión institucional representa un avance fundamental en nuestra misión de generar y promover la investigación científica y tecnológica en glaciares y ecosistemas de montaña; más aún, cuando el cambio climático es cada vez más desafiante y exige intervenciones de alta calidad, creativas y sostenibles.



Una iniciativa que contó con el apoyo del proyecto: Generación de Condiciones Internas para Implementar una Unidad y Sistema de Gestión de Investigación, Desarrollo e Innovación, con un Enfoque de Mejora Continua - Proyecto Autoevaluación financiado por ProCiencia.

15

Proyectos de investigación con financiamiento externo en glaciares y ecosistemas de montaña implementados en el país, en condición de entidad ejecutora

35

Artículos científicos publicados en revistas especializadas

LO QUE HEMOS AVANZADO EN PRODUCCIÓN CIENTÍFICA INSTITUCIONAL

6

Laboratorios especializados implementados

36

Tesis de investigación de pregrado y posgrado aprobadas por las universidades de origen

1

Patente lograda por invención

INVESTIGACIÓN DE ALTURA: ENTENDIENDO LOS CAMBIOS EN EL HIELO



Los glaciares son altamente sensibles al cambio climático. Mediante el monitoreo del retroceso glaciar, los estudios de carbono negro y la actualización de información sobre la dinámica glaciar, buscamos comprender su comportamiento y proyectar escenarios de disponibilidad hídrica en las cuencas.



MONITOREO DEL RETROCESO GLACIAR EN EL PERÚ

La desaparición de los glaciares es cada vez más evidente, lo que trae consigo una serie de impactos, principalmente, ambientales, sociales, culturales y turísticos. En este escenario y con el objetivo de generar información sobre el retroceso glaciar y sus consecuencias, especialmente en el recurso hídrico, en el 2016 iniciamos el monitoreo de los glaciares Huillca y Sullcón.



Glaciar Sullcón

5600 m s. n. m.
Cordillera Central
(Lima)

La metodología inicial se basó en la aplicación del método directo, que consiste en la instalación de balizas y pozos de acumulación, así como mediciones topográficas.



Glaciar Huillca

6046 m s. n. m.
Cordillera Blanca
(Áncash)

Al 2024, implementamos un sistema de monitoreo nacional para integrar la información del retroceso glaciar a sitios prioritizados del país. Este seguimiento permite cuantificar la pérdida de importantes reservas hídricas, información que aporta a la gestión del recurso hídrico en determinadas cuencas glaciares.



Se proyecta el monitoreo a nivel de cordilleras glaciares.

Hemos fortalecido la metodología de monitoreo glaciológico con la incorporación del método geodésico, que emplea observación remota mediante tecnologías como el vuelo de drones para estimar con mayor precisión la pérdida glaciar, y mediciones de GPR para estimar el espesor del hielo, el volumen y la profundidad de los glaciares.



La implementación del Proyecto Perú Grows, financiado por Concytec y el fondo Newton-Paulet, aportó con estudios sobre escenarios climáticos en zonas glaciares y seguridad hídrica.




ESTUDIOS DE CARBONO NEGRO EN GLACIARES



Sobre la superficie de los glaciares se observa la presencia de un manto oscuro que es objeto de estudio debido a su impacto en el proceso de derretimiento. En el 2016, realizamos los primeros análisis de carbono negro en los glaciares Yanapaccha y Shallap en la Cordillera Blanca.

Un año después, se publicaron los primeros resultados.

Principales resultados

- 
Mayor presencia de carbono negro en la zona de ablación (el área más baja del glaciar)
- 
La concentración de carbono negro es mayor en la época de estiaje
- 
Se halló mayor concentración de carbono negro sobre la superficie del glaciar Shallap (Huaraz) en comparación con el glaciar Yanapaccha (Yungay). Esto podría estar relacionado con una mayor concentración de población cerca del glaciar

El carbono negro, también conocido como «hollín», está compuesto por partículas oscuras y muy finas que se generan por incendios forestales, la emisión de la combustión incompleta de los vehículos y otras fuentes. Estas partículas, al ser transportadas por el viento, se depositan sobre la superficie de los glaciares, donde absorben mayor energía solar y, por tanto, aceleran el derretimiento.

En la cordillera Huaytapallana, a 4607 m s. n. m., hemos implementado el Centro de Monitoreo de Glaciares y Ecosistemas de Montaña (CEMGEM), que registra datos glacioclimatológicos para contribuir a diversos estudios.



Al 2024, los estudios en este tema se fortalecieron en el glaciar Huaytapallana, donde se han identificado las principales fuentes de carbono negro atmosférico y los niveles de concentración a escala horaria, diaria y mensual. Se evidencia la contribución de las actividades humanas, tanto locales como regionales, en la generación de estas partículas contaminantes.

En el entorno del glaciar Huaytapallana, a 4709 m s. n. m., hemos instalado un etalómetro, equipo de alta precisión que mide el carbono negro y distingue las partículas provenientes de los incendios forestales, parque automotor, quema de residuos agrícolas y otros contaminantes generados en las ciudades cercanas y la Amazonía.

También realizamos las mediciones de carbono negro depositado sobre la superficie de los glaciares Yanaucsha (cordillera Huaytapallana) y Raimondi (Cordillera Blanca). En ambos glaciares se monitorea la cantidad de carbono negro equivalente, sin precisar el tipo de partículas contaminantes.

Se está estudiando cómo el carbono negro afecta el envejecimiento de la nieve en los glaciares y cómo esto influye en la energía y la masa de los glaciares, utilizando datos de observaciones y modelos computacionales.

Estos estudios han tenido un importante aporte científico de los proyectos de investigación:

Aliado científico



IMELS


Proyecto de Cooperación entre Perú e Italia para la Adaptación y Mitigación al Cambio Climático.


CARBONO NEGRO


Impactos del Carbono Negro en el Retroceso Glaciar y en el Recurso Hídrico de Alta Montaña: Caso de Estudio en la Cordillera Huaytapallana, Junín; financiado por ProCiencia.


INVENTARIO NACIONAL DE GLACIARES Y LAGUNAS DE ORIGEN GLACIAR

La ley de creación del INAIGEM establece como una de las principales funciones y atribuciones «Realizar cada cinco años el *Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas, determinando su cantidad, estado y superficie*». En el 2018, presentamos el primer Inventario Nacional de Glaciares, que reveló una pérdida del 54 % de la superficie glaciar del Perú, entre 1962 y 2016.

- 

Información actualizada de la situación de todas las cordilleras glaciares del Perú, al 2016
- 

Identifica una superficie glaciar de 1118 km²
- 

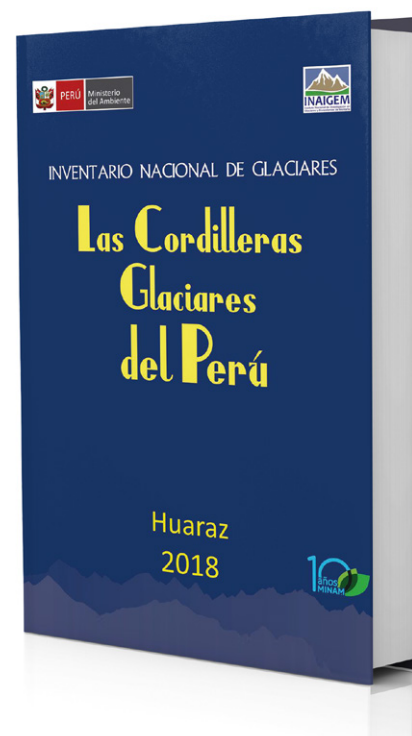
Aborda la disminución de la superficie glaciar y las tendencias de reducción
- 

Presenta propuestas de medidas de adaptación a fin de minimizar los impactos del cambio climático y los peligros de origen glaciar







Conoce más

La metodología empleada se basó en los criterios establecidos por GLIMS: Mediciones Globales del Hielo Terrestre desde el Espacio (GLIMS, por sus siglas en inglés).



En el 2023, pusimos a disposición del país el segundo Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas de Origen Glaciar que evidencia la pérdida del 56 % de la superficie glaciar del Perú en las últimas seis décadas.



-  **Información de las 20 cordilleras glaciares del Perú, presentada también por departamentos**
-  **Se han identificado 2084 glaciares libres y cubiertos por detritos, con una superficie de 1050 km² y 8466 lagunas de origen glaciar**
-  **Aborda la disminución de la superficie glaciar y las tendencias de reducción**
-  **Incluye, por primera vez, el registro y caracterización de glaciares rocosos, registrando 2147 unidades**



Conoce más

La metodología GLIMS se fortaleció con la automatización del proceso, que empleó procesamiento en la nube y lenguaje de programación, lo cual permitió optimizar y sistematizar los procedimientos y mejorar la gestión de los datos.



El estudio de glaciares rocosos recibió valiosos aportes del Proyecto Permafrost, financiado por ProCiencia y el Banco Mundial.

«Generar información nacional para el INGLOG implica un trabajo arduo y meticuloso, ya que nuestra misión es entregar información confiable, lo más precisa posible y de manera oportuna a la población y a los decisores, porque el retroceso glaciar avanza implacablemente.»

Conscientes de esto, siempre estamos buscando innovar en la metodología para seguir optimizando los procesos y reducir los tiempos. No es una tarea sencilla: en varias ocasiones nos hemos quedado hasta altas horas de la noche discutiendo opciones de mejora y planificando las actividades con el fin de lograr nuestra meta.

Para mí, hay tres valores determinantes en esta labor: compromiso, trabajo en equipo y comunicación permanente. El resultado es la satisfacción de dar vida a una herramienta poderosa para el país.»

Mayra Mejía Camones
Especialista en Glaciología – Inventario
Dirección de Investigación en Glaciares

EXPEDICIONES CIENTÍFICAS A NEVADOS DEL PERÚ Y A LA ANTÁRTIDA

Las expediciones científicas a cumbres glaciares emblemáticas del país permitieron evidenciar los cambios en lo más alto de las montañas. Recopilamos información respecto al deshielo de los glaciares y sus visibles impactos, se actualizaron los datos de altitud y se midió el volumen glaciar. Además, se marcó un hito en la historia de la glaciología nacional.



Expedición científica al nevado Huascarán Cordillera Blanca

Se llevó a cabo en el 2017 y se actualizó la información de la altitud del nevado: 6757 m s. n. m. Asimismo, se determinó una pérdida glaciar de 28,5 % entre 1962 y 2016, y se observaron indicios de posibles grietas en la cumbre.

En el 2019, acompañamos la expedición científica de la Universidad Estatal de Ohio de Estados Unidos, liderada por el reconocido glaciólogo Lonnie Thompson.



Expedición científica al volcán glaciar Coropuna Cordillera Ampato

Esta expedición realizada el 2018 permitió, principalmente, la actualización de la altitud del nevado: 6424 m s. n. m.; además, la identificación de glaciares cubiertos en un área total de 5,30 km². Por sus características, se identificó al glaciar Niño Orqo para futuros estudios.

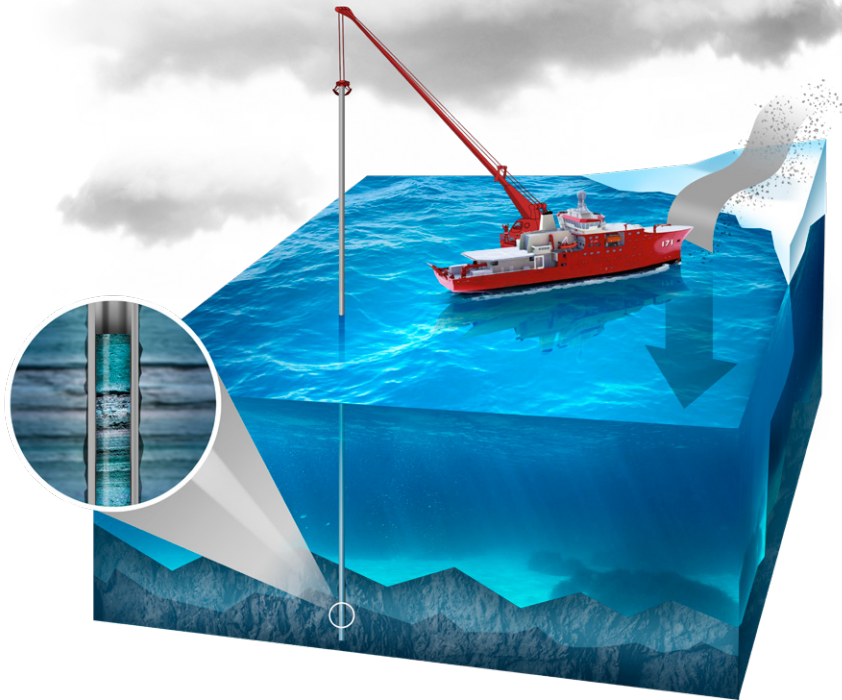


Expediciones científicas al glaciar Quelccaya Cordillera Vilcanota

Las primeras dos expediciones, en el 2018 y febrero de 2022, se realizaron en colaboración con la misión científica de la Universidad de Maine (Estados Unidos), donde estuvimos a cargo de las mediciones parciales del espesor del hielo.

En el 2023 y 2024, lideramos dos expediciones para completar el registro de datos que determinen el volumen glaciar.

Además, dimos un decidido salto científico al misterioso océano Antártico para realizar estudios relacionados con la dinámica glaciaria, la contaminación de ecosistemas y las especies biológicas marinas y terrestres.



Nuestra participación en estas campañas científicas formó parte del desarrollo del proyecto Pant-Bioglaciaria, financiado por ProCiencia y el Banco Mundial.

Un equipo de expertos del INAIGEM se unió a las Campañas Científicas ANTAR XXVI y ANTAR XXVII, en el 2019 y 2020, respectivamente.

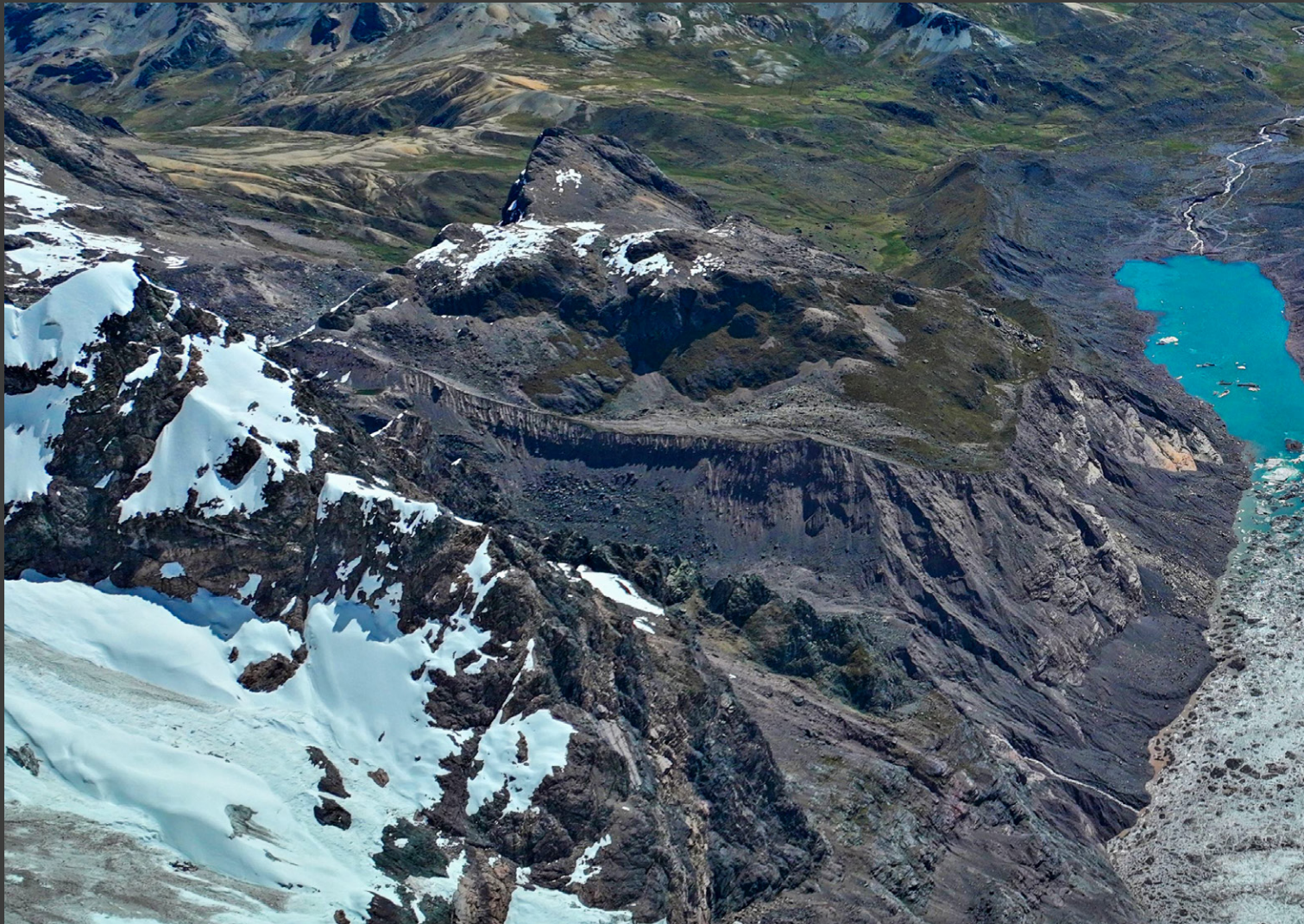
Destaca la investigación que determina la variación de la comunidad de fitoplancton según su proximidad a los glaciares en la bahía Almirantazgo; a mayor distancia del glaciar, menor es la diversidad. También se logró estandarizar una metodología basada en códigos de barras de ADN para la identificación de líquenes antárticos, con la que se alcanzó un alto porcentaje (98 %) de identificaciones correctas.

Además, en la Antártida se recogieron muestras de sedimentos del fondo marino, las que, junto a otras muestras de la laguna Shallap en la Cordillera Blanca, tuvieron un preprocesamiento en el laboratorio de Glaciología del INAIGEM y luego fueron enviadas al laboratorio de Sedimentología Glaciaria de la Universidad McMaster de Canadá para el análisis de la composición química (metales pesados como contaminantes) presente en las capas de los sedimentos. Este estudio tiene como finalidad reconstruir información respecto a los glaciares, clima, eventos naturales, biodiversidad y actividad humana, comparando ambos escenarios.

Aliado científico



CIENCIA QUE RETA: ESTUDIANDO LOS PELIGROS ASOCIADOS A LOS GLACIARES



Ante la creciente amenaza del desborde de lagunas y la contaminación del agua por drenaje ácido de roca (DAR), generamos conocimiento científico para la reducción del riesgo. Realizamos estudios y monitoreos de lagunas potencialmente peligrosas y de la calidad de fuentes de agua.



ESTUDIOS DE PELIGROS ASOCIADOS A LOS GLACIARES

Evaluación de obras de seguridad

Décadas atrás se ejecutaron obras de seguridad en 35 lagunas de la Cordillera Blanca que presentaban peligro de desborde. En el 2017, nuestro equipo especializado inició las inspecciones de las estructuras de estas lagunas para conocer sus condiciones actuales y, mediante la toma de muestras representativas de suelos y rocas, se analizaron las condiciones geológicas y geotécnicas del entorno.



El retroceso de los glaciares, la formación y crecimiento de lagunas, y la inestabilidad de zonas de montaña, generan peligros crecientes. Sumado a esto, la progresiva ocupación de la población en lugares expuestos a avalanchas y aluviones, crean condiciones propicias para el riesgo. Ante este escenario, en el 2016 iniciamos estudios para identificar las características de lagunas de origen glaciar potencialmente peligrosas.



Estudios especializados

En el 2017 iniciamos los estudios de cartografía geológica y geomorfológica a una escala detallada en cuatro subcuencas glaciares de Áncash: Río Blanco Santa Cruz y Llullán Parón, en la provincia de Huaylas; y Quillcay y Pariac Rajucolta, en la provincia de Huaraz. También, empezamos los estudios de geofísica en alta montaña.

Estudios batimétricos en lagunas

Estos estudios permiten conocer las características físicas de una laguna, como: volumen de agua, profundidad, ancho, largo, superficie, entre otros datos de valor que contribuyen al análisis para la caracterización de lagunas de origen glaciar potencialmente peligrosas.

En el 2022, adquirimos el bote robótico no tripulado para realizar estudios de batimetría en el sur del país; esta herramienta brinda mayor precisión en la recolección de datos y evita riesgos para los tripulantes, ya que puede ingresar a zonas de alto peligro.

2018	2020	2021	2022	2023	2024
PUNO	ÁNCASH	CUSCO HUÁNUCO PUNO	APURÍMAC JUNÍN HUÁNUCO CUSCO	ÁNCASH CUSCO	JUNÍN CUSCO



Estudios geocronológicos

En el 2023, iniciamos el estudio geocronológico de avalanchas y aluviones pasados en el departamento de Áncash, lo que generará información sobre la edad y el origen de estos eventos para su reconstrucción en los distritos de Ranrahirca, Yungay y Caraz. De esta manera, podremos entender mejor los eventos pasados para contribuir a la gestión del riesgo actual.

GLOF es un término muy utilizado para referirse al desborde violento de una laguna de origen glaciar, que puede generar un aluvión y afectar a la población, sus medios de vida y a los ecosistemas.

Aliados científicos



Universität
Zürich
UZH



Velvyslanectví České republiky
Embajada de la República Checa

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EN TIEMPO REAL

Ante la amenaza inminente de desborde de la laguna Palcacocha, tomamos acción. En el 2017, implementamos un sistema de vigilancia en tiempo real de la laguna Palcacocha, en Huaraz.

Actualmente, este sistema se ha convertido en una valiosa herramienta integrada al sistema de monitoreo del Centro de Operaciones de Emergencia Regional - COER Áncash.



Sistema de vigilancia en tiempo real de la laguna Palcacocha (Huaraz-Áncash)

Esta tecnología, pionera en el país, transmite datos hidrometeorológicos e imágenes de video en tiempo real, las 24 horas del día, los siete días de la semana, y contribuye significativamente al monitoreo continuo de la laguna ante posibles desbordes.

Este sistema representa un aporte esencial a la gestión del riesgo asociado a los glaciares y proporciona acceso inmediato a información crítica sobre el estado de la laguna.

Con el pasar de los años, el sistema ha evolucionado y afinado su funcionalidad. Actualmente está integrado al sistema de monitoreo del COER Áncash.

«Éramos profesionales con muchas ganas de aportar técnica y científicamente en una institución nueva, y había un tema latente en Huaraz: el peligro de desborde de la laguna Palcacocha. Esos fueron los elementos suficientes que nos motivaron a implementar una tecnología útil, de bajo costo, sostenible y adaptada a las montañas. Me enorgullece que, hasta hoy, siga siendo la principal herramienta que vigila en tiempo real esta laguna.»

El sistema de vigilancia es una muestra del ingenio y el talento peruano, un ejemplo palpable de lo mucho que podemos lograr desde la ingeniería y la ciencia.

Este avance debe constituir la base para establecer sistemas de monitoreo más sofisticados en diversos ecosistemas de montaña del país que respondan a las necesidades y desafíos de nuestro entorno».

Robert Alvarado Lugo

Especialista en Análisis de Información
Dirección de Información y Gestión del
Conocimiento



CONCRETANDO ESTUDIOS A NIVEL NACIONAL

Desde el 2020, hemos publicado seis Evaluaciones de Riesgo Asociados a Glaciares (ERAG), estudios que identifican el peligro, analizan la vulnerabilidad y estiman el riesgo en poblaciones situadas en la parte baja de la subcuenca. Además, incorporan recomendaciones para la planificación territorial y la gestión del riesgo, siendo un documento esencial para los tomadores de decisiones.



Las ERAG se elaboran mediante un proceso participativo, en el que hay una estrecha coordinación y participación de las autoridades y la población local.

Evaluación del riesgo asociado a glaciares (ERAG)

Áncash

- ERAG Caraz
- ERAG Huaraz
- ERAG Pariac
- ERAG Santa Cruz
- ERAG Ranrahirca

Cusco

- ERAG Yavero



Se ha tenido una importante contribución y compromiso de los gobiernos locales y del Proyecto GLOP, financiado por ProCiencia.

Aliado institucional



Aliados científicos





En el 2024, publicamos el estudio: *Evaluación nacional de lagunas glaciares con riesgo de desborde 2024*, que da cuenta de la identificación de 528 lagunas con riesgo de desborde en ocho departamentos del Perú. La publicación tiene una versión especial para tomadores de decisiones.

Al 2024, seguimos consolidando nuestros estudios y monitoreos en lagunas de origen glaciar potencialmente peligrosas. Estamos abarcando un territorio nacional importante, generando información.

«Desde hace 18 años soy testigo de la formación de nuevas lagunas y del crecimiento de muchas de ellas. También he presenciado el débil compromiso de las autoridades para priorizar la reducción del peligro en lagunas. Mientras no ocurra un evento, no está en la agenda política. Sin embargo, en Cusco estamos viviendo una experiencia que marca la diferencia en la toma de decisiones.

En el 2020, reportamos una laguna en formación con crecimiento acelerado en la cordillera Vilcanota. Las autoridades del gobierno regional de Cusco valoraron mucho los estudios técnicos que realizamos e hicieron posible la formulación de dos proyectos de inversión: el Sistema de Alerta Temprana en la cuenca Yavero, y los Servicios de protección en la ribera y quebradas frente a peligros de la laguna Upiscocha. Este último ya en ejecución y beneficia a más de 35 mil personas. Es una muestra de lo que pueden hacer juntos la ciencia y la política».

Oscar Vilca

Especialista en Hidrología y Glaciología
Oficina Desconcentrada Macrorregión Sur

ESTUDIOS DE OTRO PELIGRO CRECIENTE: AGUAS ÁCIDAS

Otro impacto preocupante del retroceso glaciar es la contaminación natural del agua o «aguas ácidas», causada por el drenaje ácido de roca (DAR) y la presencia de metales pesados, lo que pone en grave riesgo a los ecosistemas cercanos y a las comunidades locales. Ante esta situación, en el 2016 iniciamos el monitoreo de la calidad del agua en nueve zonas de Áncash para identificar la presencia de metales pesados. Con los resultados obtenidos, en el 2020 priorizamos cinco sitios para el estudio del DAR: Quillcay, Pachacoto, Río Negro, Pucavado y Pariac Rajucolta.



Estudio nacional para la identificación de sitios con DAR

Entre el 2021 y 2023, realizamos un estudio en las zonas de montaña del Perú para identificar cuerpos de agua contaminados por causas naturales y no naturales. Como resultado se obtuvieron indicios de contaminación por la presencia de drenaje ácido de roca en los departamentos de Áncash, Ayacucho, Huancavelica, Moquegua, Tacna y Puno.

Cuando un glaciar se derrite, deja al descubierto las rocas que hay debajo. Estas rocas con minerales de sulfuro, entran en contacto con el ambiente (aire, sol y agua), lo que provoca la liberación de ácidos y metales pesados. Estas sustancias tóxicas descienden y llegan a lagunas, ríos y quebradas, contaminándolos.

Este proceso natural y complejo, originado por las características geológicas y la exposición al retroceso glaciar, se conoce como «drenaje ácido de roca» (DAR) y puede tener serios impactos negativos en el agua, el suelo, la vegetación, la fauna y en los seres humanos.

A pesar de la complejidad del tema, al 2024 hemos avanzado en la construcción de una metodología integral que nos permite entender este proceso natural, desde sus inicios hasta sus impactos, incorporando una perspectiva científica con enfoque social.

Metodología técnico-científica

Se ha iniciado la construcción de una metodología basada en teledetección e indicadores geológicos para la identificación de sitios con drenaje ácido de roca.



Diseño metodológico social

Luego de construir un diseño metodológico para la identificación y evaluación de impactos socioeconómicos asociados al drenaje ácido de roca, ya se ha puesto en marcha un primer estudio en campo.

«Estudiar el drenaje ácido de roca (DAR) representa un gran desafío debido a la escasez de información disponible en el país sobre este tema. La mayoría de las referencias existentes se enfocan en el drenaje ácido de minas, y no hay suficientes datos locales que nos ayuden a comprender de manera integral el origen del DAR.»

A pesar del contexto, me enorgullece ser parte del equipo multidisciplinario que está generando los primeros hallazgos científicos que servirán como base para futuras investigaciones. Espero que los estudios sobre DAR adquieran relevancia y sean reconocidos como un tema urgente debido a sus implicancias para los sistemas sociales y naturales».

Yeidy Montano Chávez

Especialista en Asuntos Ambientales
Dirección de Investigación en
Ecosistemas de Montaña

Evaluación de metales en vegetación

En el 2024, iniciamos la evaluación de la concentración de metales pesados en la vegetación de dos quebradas de la subcuenca del río Quillcay, en Áncash.

PRIMEROS ESTUDIOS EN BIORREMEDIACIÓN PARA ENFRENTAR EL DAR

Considerando que la biorremediación es un proceso biotecnológico para la eliminación de contaminantes en el ambiente, se están estudiando alternativas que pueden contribuir a generar soluciones en la recuperación de áreas afectadas por drenaje ácido de roca (DAR). Por ello, en el 2020 iniciamos el primer estudio de biorremediación utilizando plantas altoandinas.

Se desarrolló una tesis de investigación sobre la capacidad fitorremediadora de tres plantas altoandinas, asistidas con biochar, en suelos contaminados por DAR en la microcuenca Quillcayhuanca, en Áncash.

Se determinó que las especies *Paranephelius ovatus*, *Werneria nubigena* y *Calamagrostis spp.* tienen potencial de bioacumulación de metales; es decir, poseen la capacidad de absorber y acumular metales pesados en sus raíces, tallos y hojas.



Hemos ampliado nuestros estudios de biorremediación a un bofedal impactado con DAR, incorporando nuevas técnicas. En paralelo, hemos iniciado los ensayos de germinación de especies nativas biorremediadoras.

Se impulsó una tesis para conocer el potencial de la especie típica de bofedal *Distichia muscoides* en la biorremediación de un bofedal impactado por DAR en el distrito de Cátac, departamento de Áncash. Se encontró acumulación de metales en el tejido aéreo y radicular de esta planta y se evidenció la presencia de bacterias sulfato-reductoras.

Posteriormente, en el mismo lugar de estudio, se desarrolló la identificación de bacterias biorremediadoras en sedimentos aeróbicos y anaeróbicos utilizando marcadores moleculares y *metabarcoding* 16S a partir de ADN ambiental. Los resultados se encuentran en proceso de análisis.



ESTUDIANDO LA PROVISIÓN DE VIDA: ECOSISTEMAS DE MONTAÑA





Los estudios en pastizales, bofedales, bosques de quenual y rodales de puya buscan conocer el impacto del cambio climático y las presiones humanas en estos ecosistemas para plantear medidas de conservación a través de un enfoque que integre ecosistema y sociedad.

EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN CONJUNTA

En el 2016, nos embarcamos en una serie de intervenciones científicas que involucraron la participación de la población local. Destaca la colaboración establecida con la comunidad campesina de Cátac, en Áncash, donde implementamos de manera conjunta el Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Ecosistemas de Montaña «Reynaldo Trinidad Ardiles» – CICTEM.

El CICTEM continúa siendo un referente importante de nuestras alianzas estratégicas, basadas en la colaboración, la participación activa y la sostenibilidad.



«Al principio, la comunidad pensaba que éramos un proyecto y la expectativa era diferente. Pero poco a poco, persona a persona y en reuniones, les explicábamos la importancia de cada acción técnico-científica, así logramos posicionar el valor de la investigación para el desarrollo de la comunidad. Ahora tienen mucho interés en acompañar y aprender sobre ciencia en los ecosistemas de montaña.»

Hay mucha apertura de los dirigentes y comuneros para seguir fortaleciendo la investigación, reciben a tesis y las visitas de otras comunidades. Estoy muy contento por lo que estamos haciendo, un trabajo con mucha colaboración y comprensión».

Abel Flores Milla

Técnico Agropecuario de Ecosistemas de Montaña
Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña



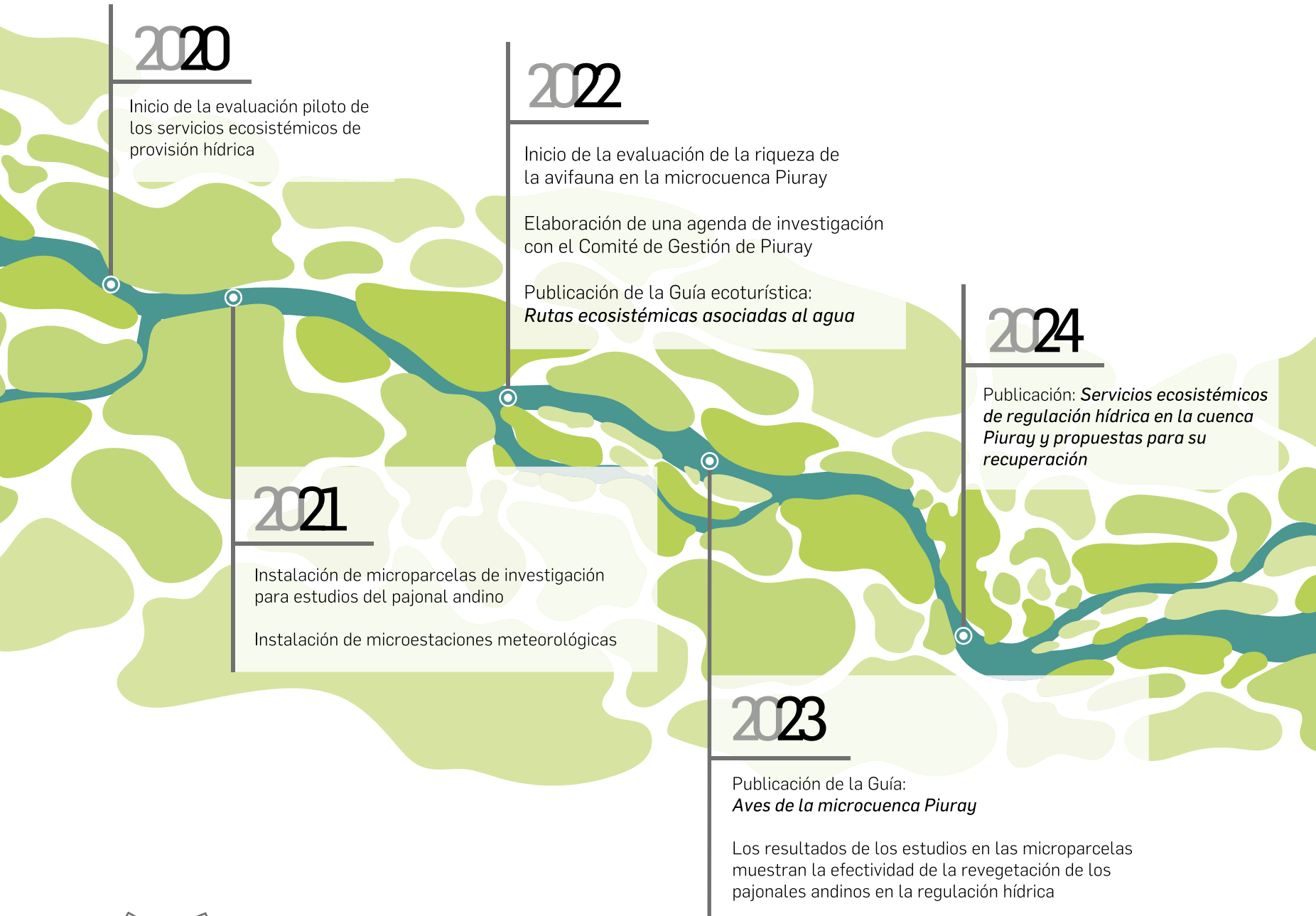
En el 2020, en el sur peruano surgió otra experiencia clave de intervención científica con alianza local. En el marco de un plan de investigación, se proyecta establecer un sistema de monitoreo de ecosistemas de montaña en la microcuenca Piuray, en Cusco, con la finalidad de contribuir a la conservación, la adaptación y la mitigación del cambio climático, y la seguridad hídrica.

Piuray es una microcuenca ubicada en la provincia de Urubamba, en el departamento de Cusco. Destaca por ser un importante proveedor de agua y por su diversidad de ecosistemas.



Esta iniciativa ha tenido un importante aporte del Proyecto IMELS.



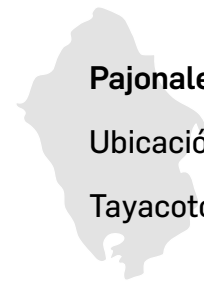
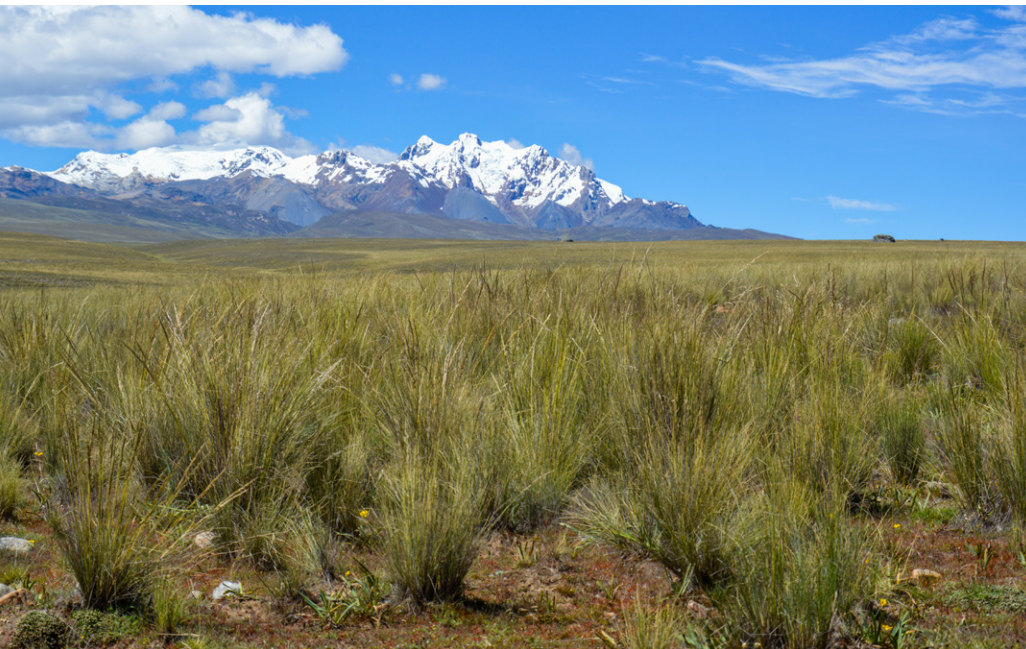


Esta iniciativa ha tenido un importante aporte del Proyecto IMELS.

EVIDENCIANDO EL BENEFICIO HÍDRICO DE LOS PAJONALES

Los pastizales andinos brindan una serie de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica, conservación del suelo, el hábitat para una gran biodiversidad y son la principal fuente de forraje para el ganado.

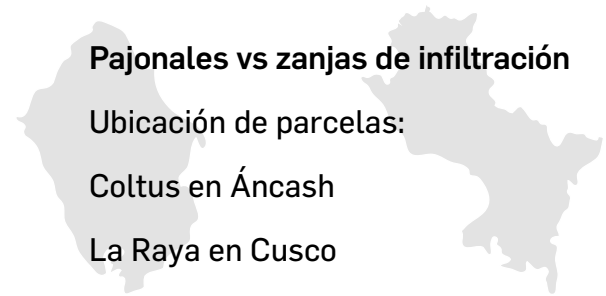
Es el ecosistema más importante y extenso en las zonas montañosas del país; sin embargo, la pérdida de su cobertura vegetal es creciente. En este contexto, en el 2017 se priorizó la instalación de parcelas de investigación piloto en pastizales tipo pajonal para estudiar su relación con la regulación hídrica.



Pajonales vs plantaciones de pino

Ubicación de parcela:

Tayacoto en Áncash



Pajonales vs zanjas de infiltración

Ubicación de parcelas:

Coltus en Áncash

La Raya en Cusco

Documento para tomadores de decisiones

A partir del estudio, en el 2024 se publicó el documento: *Lineamientos técnicos para la elaboración previa de zonas de pajonal a ser intervenidas con forestación y/o zanjas de infiltración con fines de regulación hídrica*, dirigido, principalmente, a autoridades y equipos técnicos de gobiernos locales y regionales para orientar la planificación y ejecución de proyectos hídricos en pajonales altoandinos.



Conoce más

Resultados del estudio

El principal resultado del estudio determinó que el almacenamiento del agua es mayor en el suelo del pajonal andino que en las zanjas de infiltración y que en las plantaciones de pino.

INTERVENCIONES EN SEGURIDAD HÍDRICA

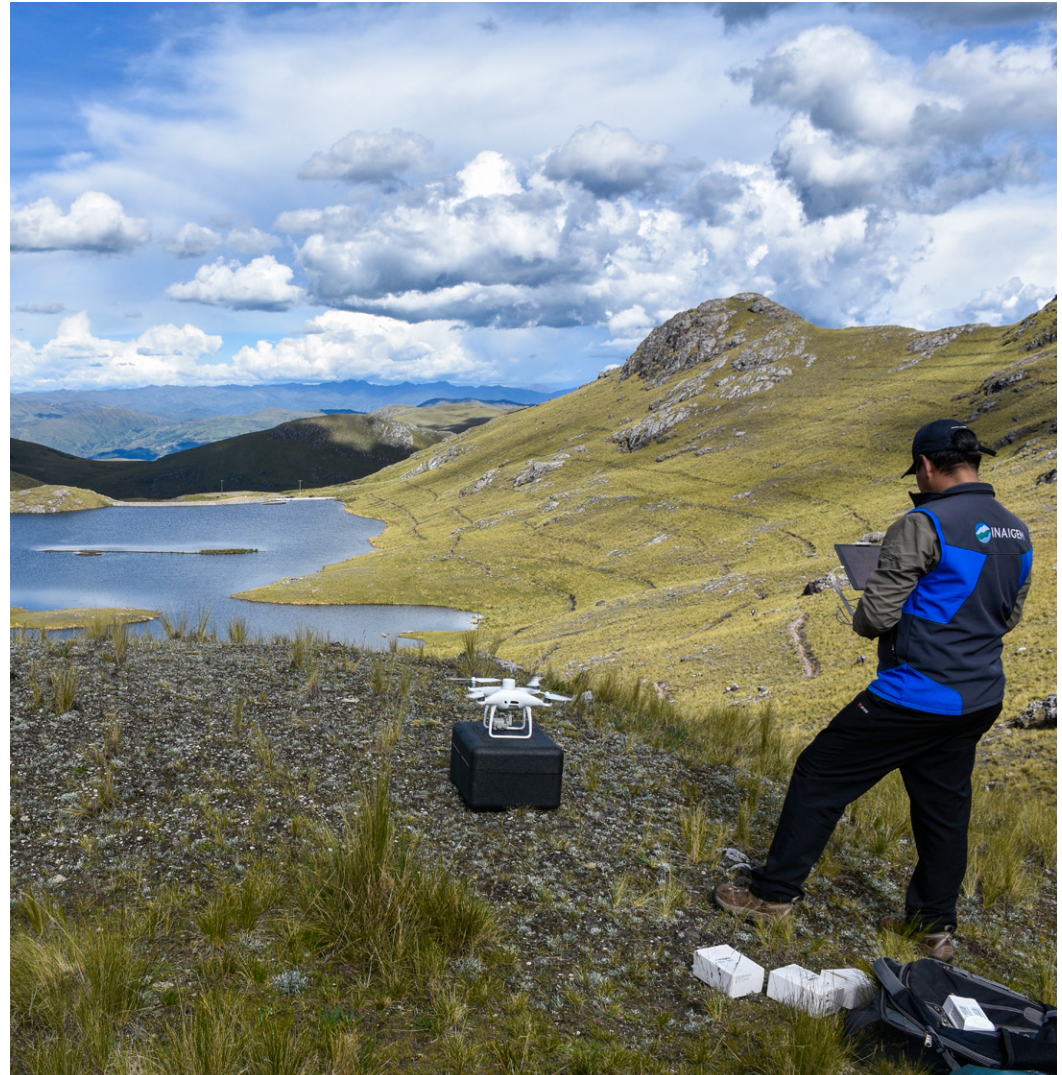
En el 2021 se realizó un estudio que describió el estado de la inversión en infraestructura natural, en el cual se identificaron 147 proyectos, siendo Cusco el departamento que lideraba la inversión a nivel nacional. A partir de estos resultados, en Cusco se está propiciando una metodología para evaluar la efectividad de los beneficios ecohidrológicos y sociales que generan las intervenciones de infraestructura natural.

Evidencia científica para la seguridad hídrica

En el 2024, en la microcuenca Qquenconay, provincia de Paruro, departamento de Cusco, iniciamos la evaluación integral de la efectividad de prácticas en infraestructura natural para la seguridad hídrica con la implementación de un sistema de monitoreo piloto que incorpora las variables ecohidrológicas y sociales.

Se han instalado equipos hidrometeorológicos en zonas estratégicas para la recopilación de datos de diversas variables. Además, ya se cuenta con un diagnóstico social que recoge la percepción de la población sobre los beneficios hídricos.

La finalidad de este estudio es generar información completa para fortalecer la formulación de proyectos de inversión asociados a la recuperación de servicios ecosistémicos hídricos.



ESTUDIOS E INVENTARIO NACIONAL DE BOFEDALES

Los bofedales son humedales altoandinos que se caracterizan por presentar suelos que acumulan grandes cantidades de materia orgánica y una vegetación particular, y cumplen funciones importantes como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono, la provisión de forraje para el ganado, entre otros beneficios. En el 2020, iniciamos el estudio de bofedales en el departamento de Áncash y, estamos ampliando nuestra labor a nivel nacional.



Estudios en Áncash

El monitoreo hidrológico y la evaluación del suelo y la vegetación se realiza en el bofedal Ichicollcococho, ubicado en el distrito de Cátac, en Áncash. Se obtuvieron los primeros resultados y en el 2024 ampliamos los estudios relacionados a técnicas de restauración y su eficiencia.







Ampliación de estudios a nivel nacional

En el 2023 iniciamos el estudio del bofedal Qorikalís, ubicado cerca al glaciar Quelccaya en Cusco.

En el 2024 iniciamos los estudios de bofedales en la subcuenca Shullcas (Junín) y en la subcuenca Yuracmayo en Lima.

Los resultados están permitiendo cerrar brechas de conocimiento respecto a los procesos vinculados al almacenamiento de agua y carbono.

Después de un trabajo retador de varios años, que involucró la colaboración de expertos, incorporación de técnicas innovadoras y acciones en campo para validar una metodología y un proceso de automatización, en el 2023 se presentó el primer Inventario Nacional de Bofedales del Perú. Este documento constituye un hito para la conservación y gestión de este ecosistema de montaña.

- 
La unidad mínima cartografiada fue 0,9 ha frente a las 20 ha que se presenta en el Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM
- 
Se trabajó con imágenes satelitales del 2021
- 
Presenta una revisión de literatura con el conocimiento actual de los bofedales peruanos
- 
El estudio identificó que 19 departamentos del país presentan bofedales en sus territorios
- 
Se presenta la información de la extensión de bofedales en hectáreas y el porcentaje que ello representa en la extensión departamental
- 
Se menciona la proporción de bofedales en áreas de conservación, comunidades campesinas y áreas de concesión minera



En el 2024 se ha puesto a disposición la segunda edición



Conoce más



El Proyecto IMELS y el Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica, contribuyeron significativamente en la elaboración y validación de la metodología del inventario.

ESTUDIOS DE LOS BOSQUES DE QUENUAL

Los bosques de quenual (dominados por árboles del género *Polylepis sp.*) son importantes refugios de biodiversidad y presentan muchas especies de aves, plantas e insectos únicos en el mundo. Han sido importantes para proveer de madera y leña a los pobladores andinos.

En el 2017 empezamos los estudios de investigación para conocer sus características, condiciones, amenazas y servicios ecosistémicos que proveen.



Investigación sobre comunidad de líquenes

En el 2019 apoyamos una primera tesis que evaluó la comunidad líquénica en dos bosques y una plantación de quenual en el Parque Nacional Huascarán. Entre sus resultados, se muestra que la plantación (iniciada en 1983) presentó una mayor riqueza de especies de líquenes epífitos (que viven sobre otra planta) en comparación con los bosques naturales. Además, se concluye que esta riqueza está relacionada con las características del árbol sobre el que vive, como el pH de la corteza y el diámetro de su tronco.

Implementación del proyecto de investigación *Polylepis*

En el 2020 iniciamos el *Proyecto de Caracterización Estructural y Funcional del Bosque de Polylepis en un Gradiente de Intervención Humano*, financiado por ProCiencia. El objetivo fue caracterizar y comparar la estructura y funcionalidad de dos bosques naturales y una plantación de quenual en el Parque Nacional Huascarán, Así como evaluar el comportamiento reproductivo de dos especies de *Polylepis*.

Como resultados principales se determinó:

Los bosques naturales y la plantación presentan similitudes en la estructura del bosque, las características de suelo y el efecto microclimático.

La plantación presenta una mayor diversidad de especies vegetales debido a la presencia de especies del pastizal sobre el que se realizó la plantación hace casi 40 años.

Los bosques naturales presentan una mayor cobertura de musgos y una mayor producción de hojarasca, que influirá en el almacenamiento de agua y en el ciclo de nutrientes del bosque.

Se ha generado valiosa información sobre la fenología, las flores, los frutos y las tasas de germinación de las especies *Polylepis albicans* y *Polylepis weberbaueri*.



ESTUDIOS ECOLÓGICOS Y SOCIOCULTURALES DE LA PUYA

La Puya de Raimondi, una planta que habita, únicamente, en los Andes peruanos y bolivianos, contribuye significativamente al equilibrio ambiental, especialmente durante la etapa de floración.

Además, posee un significativo valor cultural y gran potencial turístico, lo que la convierte en una especie de importancia para la conservación y el desarrollo. Desde el 2017, desarrollamos estudios técnico-científicos en los rodales de puya de los distritos de Cátac y Cajamarquilla en Áncash, integrando los enfoques ecológicos, sociales y culturales.



Estudios ecológicos

El objetivo fue conocer el estado de conservación de la Puya. Se realizaron estudios relacionados a la caracterización de la exudación de la parte vegetativa, evaluaciones de la estructura poblacional, evaluación del estado de conservación y conteo de individuos mediante técnicas geomáticas.

Estudios socioculturales

El objetivo fue identificar los beneficios que obtienen los pobladores cercanos a los rodales de Puya y profundizar en las percepciones que tienen sobre esta planta.

Se desarrollaron estudios cualitativos sobre la valoración cultural de los servicios ecosistémicos, conocimientos y usos locales.



Floración de la Puya de Raimondi

En el 2024 se presentó este suceso natural único, que nos permitió promover el conocimiento y la valoración de este ecosistema andino mediante una campaña informativa en el departamento de Áncash, denominada «Floración de la Puya de Raimondi, un espectáculo en los Andes». Esta iniciativa involucró la participación de actores estratégicos como el Parque Nacional Huascarán, el Serfor, el gobierno regional de Áncash, las municipalidades distritales de Cátac y La Libertad, y la Cámara de Comercio, Industria y Turismo de Áncash.



Conoce más

CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN: ACERCANDO LA CIENCIA A LA SOCIEDAD



El conocimiento científico es fundamental para construir una mejor gestión de las zonas de montaña en beneficio de toda la sociedad. Con ese fin, implementamos soluciones tecnológicas, plataformas digitales, productos de divulgación, y espacios de fortalecimiento de capacidades que facilitan el acceso y la comprensión de la información científica.



SE ESTABLECE UN ESPACIO DE DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

En el 2016, poco después de nuestra creación institucional, dimos un paso trascendental al organizar el 1er Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña en la ciudad de Huaraz, en Áncash.

Este evento reunió a la comunidad científica y académica para intercambiar conocimientos y experiencias, y establecer las bases para futuras colaboraciones.



Cuatro días dedicados al intercambio de conocimientos y experiencias sobre glaciares y ecosistemas de montaña



Participación destacada de representantes de 20 países



Más de mil asistentes, entre estudiantes del nivel superior, investigadores, representantes de instituciones, autoridades y público interesado

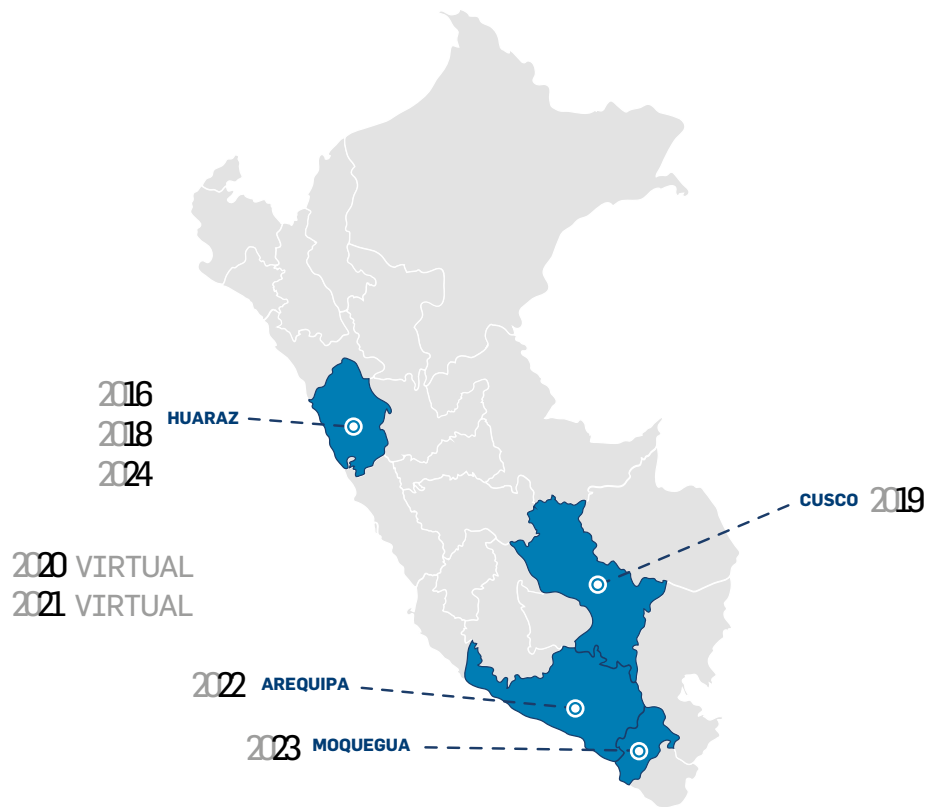


Exhibición y exposición de más de 30 pósters científicos que enriquecieron el debate y la difusión del conocimiento

Aliado institucional



Años después, oficializamos un espacio fundamental para la difusión del conocimiento científico en glaciares y ecosistemas de montaña: el Simposio Las Montañas, Nuestro Futuro (MONFU). Este evento se ha convertido en un punto de encuentro esencial para la comunidad científica, la academia y los tomadores de decisiones.



Cada edición del simposio establece alianzas con universidades, organismos de cooperación internacional, ONG e instituciones especializadas. Estas colaboraciones contribuyen a la organización del evento y potencian los resultados.

Aliado institucional



S I M P O S I O

LAS MONTAÑAS NUESTRO FUTURO

«Desde sus inicios el INAIGEM buscó crear un espacio de convergencia científica en torno a los glaciares y ecosistemas de montaña; es ahí cuando surge el MONFU, un evento que sigue mejorando su versión cada año. Ahora estamos apostando por la incorporación de diálogos técnico-políticos con tomadores de decisiones.

Organizar este evento requiere un trabajo minucioso y sostenido de varios meses e involucra el compromiso de las diferentes áreas de la institución. Al final, queda la satisfacción de haber puesto en vitrina mucha información poco difundida, haber contribuido al avance del conocimiento y haber establecido nuevos vínculos entre diversos actores de la montaña».

Ulrrich Depaz Sandon

Especialista en Sistemas de Información
Dirección de Información y Gestión del
Conocimiento

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN MARCHA

Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña

La Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña tuvo como objetivo difundir los resultados de investigaciones desarrolladas en los Andes, especialmente en el Perú.

Periodo de publicación:
diciembre 2016 a diciembre 2024



Además de establecer relaciones científicas y académicas, también nos enfocamos en acercarnos a la sociedad para compartir el conocimiento científico e inspirar a las personas a explorar y valorar las montañas. Desde el 2016 pusimos a disposición documentos de divulgación y abrimos las puertas de nuestra biblioteca especializada.



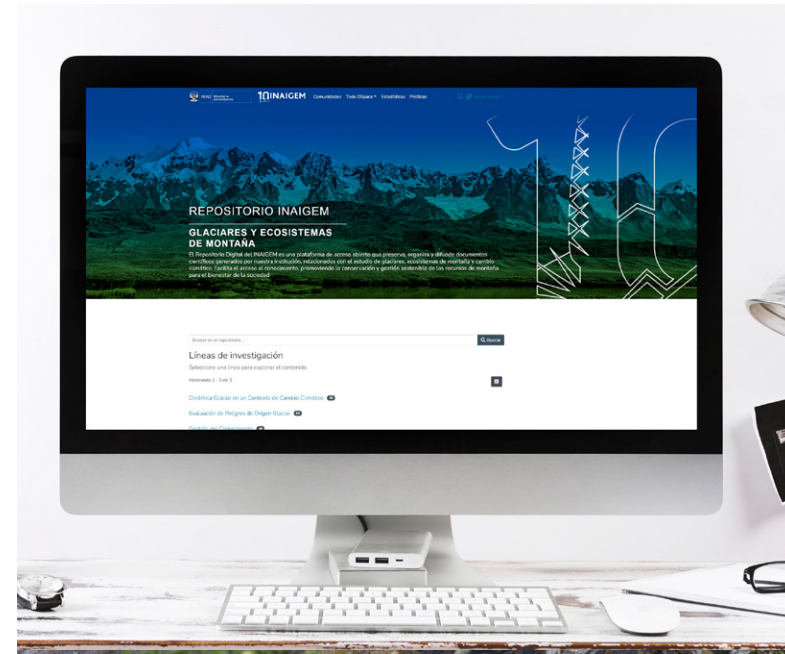
Boletín INAIGEM

El Boletín INAIGEM fue la revista institucional que se convirtió en el principal canal difusor de las acciones y líneas de trabajo de la institución.

Periodo de publicación:
abril 2016 a julio 2018

Biblioteca Especializada en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

Inauguración de la Biblioteca Especializada en Glaciares y Ecosistemas de Montaña que cuenta con publicaciones, documentos históricos, inventarios, libros especializados, boletines y más.



Repositorio

Implementado desde el 2018, el repositorio permite compartir, preservar y analizar una gran variedad de materiales, como investigaciones, estudios, mapas, guías, notas técnicas, tesis y policy briefs, que contribuyen a la investigación, la toma de decisiones y la educación sobre glaciares y ecosistemas de montaña.



Conoce más

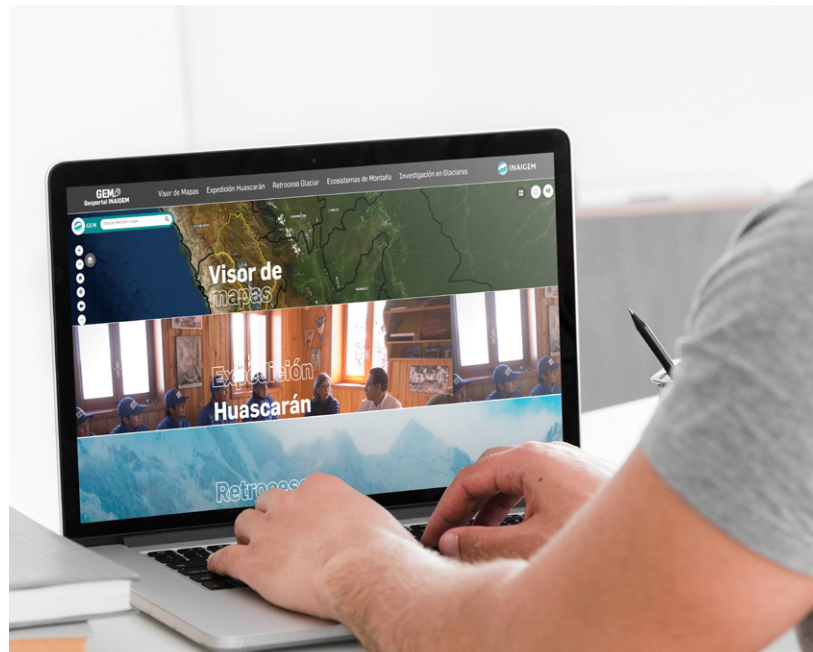
Años después, impulsados por los avances tecnológicos y con la visión de ampliar los horizontes del conocimiento, desarrollamos dos plataformas digitales y una experiencia de realidad virtual para la divulgación científica, que facilitan el acceso a información especializada, tanto para la sociedad en general como para expertos en la materia.

Geoportal

Desde el 2019, este sistema digital ofrece información geoespacial de alta resolución sobre las 20 cordilleras glaciares del país, así como sobre los ecosistemas de montaña.



Conoce más



Realidad virtual

Desde su implementación en el 2018, esta herramienta tecnológica ha demostrado ser un recurso invaluable para la divulgación científica. Su presencia en ferias, colegios y otros espacios públicos permite llevar la experiencia de las montañas a un público diverso, generando mayor interés y conciencia sobre su conservación.

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DURANTE LA PANDEMIA

Pronósticos INAIGEM

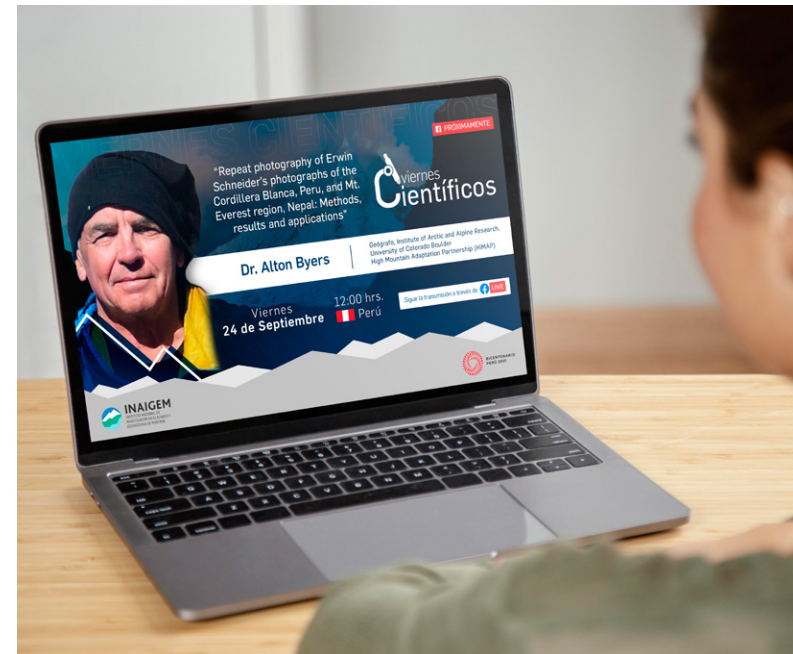
A través de grabaciones en video, niños y niñas que viven en zonas de montaña expresaban sus inquietudes sobre el clima, recibiendo respuestas claras y precisas de los especialistas del INAIGEM.

La transmisión de estos videos educativos se realizaba por las redes sociales de la institución.



En los momentos más difíciles de la pandemia, nos propusimos mantener y enriquecer nuestro vínculo con la sociedad.

Apoyándonos en medios digitales, creamos espacios educativos y de entretenimiento con el fin de ofrecer momentos de distracción, conectarlos con las montañas y mantenerlos actualizados sobre los estudios en glaciares y ecosistemas de montaña. Fue una manera de acompañarnos durante esos tiempos inciertos.



Viernes científicos

Seminario virtual con una periodicidad semanal que congregaba la participación de investigadores del INAIGEM y pares invitados del país y el extranjero.

Fue un espacio de aprendizaje e intercambio de conocimientos sobre ciencia en los glaciares y en los ecosistemas de montaña.

Se transmitieron cerca de 100 sesiones.

FORTALECIENDO CAPACIDADES EN GESTIÓN DEL RIESGO DE ORIGEN GLACIAR

Las iniciativas comenzaron en el 2016 con capacitaciones sobre cambio climático y calidad del agua. En el 2018 iniciamos con mayor énfasis el fortalecimiento de capacidades en gestión del riesgo relacionado con los glaciares, con el objetivo de concienciar a las comunidades, líderes y tomadores de decisiones sobre los desafíos que representan los glaciares y lagunas potencialmente peligrosas.

Se fortalecen las capacidades de los actores en los territorios donde se implementan estudios de peligros y riesgos de origen glaciar:



Tomadores de decisiones




Población de zonas urbanas y rurales





Docentes y estudiantes de instituciones educativas




FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES

- 
Incorpora los enfoques de género, interculturalidad y de participación

- 
Fomenta el diálogo y la participación

- 
Integra el conocimiento científico con los saberes tradicionales

- 
Emplea metodologías y herramientas diferenciadas para cada público

Con la experiencia generada, en el 2024 se han concretado instrumentos como la Guía de Relacionamiento Multiactor con Perspectiva Socioambiental y el Plan de Fortalecimiento de Capacidades en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

Los principales espacios que se generan son los talleres de difusión de estudios, talleres de recopilación de información social, validación de mapas de vulnerabilidad, socialización de recomendaciones para tomadores de decisiones y asistencia técnica a autoridades y equipos técnicos.



SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA ALTA MONTAÑA

Plataforma de gestión de datos científicos DATACOCHA

Plataforma de software diseñada para almacenar, gestionar, compartir y preservar datos de investigación de glaciares y ecosistemas de montaña de manera segura. Tiene las siguientes características:



El 2024 ha sido un año de grandes avances en ingeniería, impulsados por la sinergia entre tecnología y talento profesional. Hemos implementado dos herramientas innovadoras que desempeñan un papel importante en la generación y difusión del conocimiento científico. Estas soluciones tecnológicas no solo optimizan nuestros procesos internos, sino que también nos acercan a una ciencia más accesible y colaborativa.



- Organiza y facilita el acceso a datos complejos
- Optimiza la catalogación y recuperación de datos
- Preserva los datos y evita la pérdida de información
- Asegura el acceso continuo a los datos
- Promueve la transparencia y colaboración científica
- Facilita el intercambio entre investigadores y sociedad
- Cada conjunto de datos tiene un identificador digital único para su correcta referencia
- Fomenta la correcta inclusión y acceso a datos en las publicaciones científicas
- Da crédito a los investigadores que generan los datos

Estación meteorológica automática de bajo costo en alta montaña

Una innovadora creación tecnológica, diseñada para recolectar datos meteorológicos en zonas de alta montaña, donde la inaccesibilidad y los altos costos dificultan la instalación de equipos comerciales similares.

Superando estos desafíos y demostrando independencia tecnológica en el país, el Laboratorio de Innovación Tecnológica Aplicada del INAIGEM desarrolló y puso en funcionamiento su primera estación en la laguna Palcacocha (Áncash).

Esta estación tiene la capacidad de medir temperatura, precipitación, humedad, presión atmosférica, irradiancia y velocidad del viento.



PROYECTÁNDONOS: EL MAÑANA QUE YA ESTAMOS CONSTRUYENDO



Los avances logrados hasta hoy nos permiten mirar hacia el futuro con optimismo y establecer metas claras en la investigación científica de glaciares y ecosistemas de montaña, respaldados por una gestión eficiente del conocimiento y el apoyo de la innovación tecnológica.



«El INAIGEM cumple un rol muy importante en nuestro país porque aborda temas que nadie más atiende y trabaja en zonas donde la mayoría de las entidades del Estado no está presente. Por ello, no solo somos un instituto de investigación enfocado en generar conocimiento que contribuya a promover la gestión sostenible de los glaciares y los ecosistemas de montaña, sino que también somos una entidad comprometida con trasladar ese conocimiento a los profesionales y a las autoridades de nuestro país para promover una toma de decisiones basada en evidencia.

Nuestra labor no solo busca entender mejor los problemas, sino que también identifica y valida técnicamente alternativas de solución a las problemáticas ambientales que enfrentamos en las montañas. Para asegurar que estas alternativas se implementen, se trabaja en la generación de guías, protocolos y lineamientos que orienten las decisiones dirigidas a mejorar las condiciones de las zonas de montaña de nuestro país, asegurando así que las siguientes generaciones puedan seguir disfrutando de los beneficios que la montaña nos ofrece».

«No solo buscamos entender mejor los problemas, sino también proponer alternativas de solución que orienten las decisiones en favor de las zonas de montaña»

Dra. Beatriz Fuentealba Durand
 Presidenta ejecutiva
 Instituto Nacional de Investigación en
 Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM





«Orientaremos nuestros esfuerzos hacia una comprensión más profunda de la evolución y dinámica de los glaciares y su entorno en el contexto del cambio climático, con el fin de fortalecer la generación de investigaciones científicas sobre glaciares y lagunas que aporten a la mitigación y adaptación al cambio climático en beneficio de la ciudadanía. Para ello, también se fortalecerán los vínculos con instituciones de investigación a nivel nacional e internacional.

Asimismo, apoyándonos en nuevas tecnologías, implementaremos sistemas de monitoreo de la dinámica glaciár y de lagunas peligrosas para ofrecer información oportuna que contribuya a la gestión de recursos naturales y del riesgo de desastres, aportando a los gobiernos locales y regionales, y asegurando así el bienestar de la población.

Actualizaremos el Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas de Origen Glaciár y continuaremos realizando estudios de evaluación del riesgo asociado a glaciares, con sus respectivos mapas de peligro y riesgo, una necesidad urgente para orientar la toma de acciones en la reducción del riesgo de desastres».

«Reforzaremos los sistemas de monitoreo de la dinámica glaciár y lagunas peligrosas para seguir ofreciendo información oportuna»

Dra. Paola Moschella Miloslavich
Directora
Dirección de Investigación en Glaciares



«Buscamos consolidar las investigaciones relacionadas con los servicios ecosistémicos hídricos que brindan los ecosistemas de montaña, con el fin de proponer medidas efectivas de recuperación, conservación y gestión basadas en evidencia. Esto permitirá hacer más sostenibles las inversiones en infraestructura natural y soluciones basadas en la naturaleza.»

Riesgos como el drenaje ácido roca (DAR), derivado del retroceso glaciar, afecta no solo a los ecosistemas naturales, sino también a la población local que depende de los recursos hídricos para su consumo y sus medios de vida. Por ello, profundizaremos la investigación sobre el impacto de los múltiples tipos de riesgos que ya se están expresando o que pueden surgir y agravarse debido a los efectos del cambio climático.

Articularemos estas investigaciones y sus resultados con los actores y sectores que intervienen en los distintos niveles de toma de decisión, y así mejorar nuestras capacidades de adaptación y mitigación frente al cambio climático».

«La investigación será el principal motor para poner en valor los ecosistemas de montaña y fomentar su conservación»

Biól. Francisco Medina Castro

Director

Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña



«Impulsaremos el funcionamiento del sistema de gestión del conocimiento especializado en glaciares y ecosistemas de montaña. Este sistema priorizará el potencial humano como pilar central, promoviendo una cultura organizacional basada en el aprendizaje y la innovación tecnológica aplicada. Con la integración tanto del conocimiento tácito como el explícito, el sistema operará como un recurso institucional clave, apoyado por una infraestructura tecnológica robusta que facilite la adquisición, procesamiento, almacenamiento y difusión de información científica.»

El conocimiento generado será más accesible y comprensible, beneficiando a investigadores, académicos, tomadores de decisiones, comunidades locales y la sociedad en general. Esta accesibilidad promoverá la colaboración científica y fortalecerá la resiliencia ante los desafíos ambientales presentes y futuros. Además, se priorizará el fortalecimiento de las capacidades de los pobladores y sus representantes, con especial reconocimiento al conocimiento ancestral, así como al liderazgo de la sociedad civil en la gestión de glaciares y ecosistemas de montaña.»

«Implementaremos un sistema de gestión del conocimiento que facilitará la generación y difusión de información»

M.Sc. Jessenia Cárdenas Campana

Directora

Dirección de Información y Gestión de Conocimiento

«En el sur, nos hemos planteado el reto de que los resultados de las investigaciones trasciendan en beneficio de las personas, y que la información generada contribuya a las políticas públicas y a la inversión. Consolidaremos observatorios científicos en el marco de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), siendo el modelo principal el Observatorio Quelccaya, cuyo propósito es evaluar la conexión glaciar-ecosistema. Este observatorio permitirá estimar la reserva de agua en el glaciar y realizar estudios de paleoclimatología, sucesión primaria de la vegetación, estado de salud de los bofedales y comportamiento del ave Pinzón Glaciar.

Se ha determinado que, ante el inevitable y acelerado retroceso glaciar, la respuesta está en los ecosistemas de montaña y en los servicios que estos brindan para el bienestar de la población. Por ello, nos proyectamos a ser un referente en la investigación integral en los glaciares y ecosistemas de montaña en el sur del Perú, desarrollando una intensa actividad científica en las cordilleras glaciares: Apolobamba y Carabaya en Puno; Vilcanota, Urubamba y Vilcabamba en Cusco; y Ampato en Arequipa».

«Concretaremos el Observatorio Científico Quelccaya y nos convertiremos en un referente en investigación integral»

Ing. Víctor Bustinza Urviola
 Jefe
 Oficina Desconcentrada Macrorregión Sur





«Consolidaremos y ampliaremos nuestra presencia como un actor clave en la generación, gestión y difusión del conocimiento sobre la situación de las zonas de montaña en el centro del Perú. Nos hemos propuesto promover la subcuenca Shullcas, en la cordillera Huaytapallana, como un observatorio especializado para el estudio de glaciares y ecosistemas de montaña, que permita medir cómo cambian estos entornos y cómo interactúan entre sí. También, continuaremos fortaleciendo el Centro de Monitoreo de Glaciares y Ecosistemas de Montaña (CEMGEM) con la incorporación de equipos de vanguardia, con el fin de ampliar el alcance de la información generada.

Como hasta ahora, seguiremos fomentando la investigación en coordinación y colaboración con las autoridades gubernamentales, las comunidades campesinas y la sociedad civil. Esto permitirá formular estrategias de gestión y adaptación en seguridad hídrica y mitigación del riesgo de desastres, en beneficio de las poblaciones, los ecosistemas y las actividades productivas».

«La subcuenca Shullcas será un modelo científico para los estudios en glaciares y ecosistemas de montaña»

Dra. Tatiana Boza Espinoza

Jefa

Oficina Desconcentrada Macrorregión Centro

10 AÑOS DE PASIÓN POR LA CIENCIA EN LAS MONTAÑAS: ACCIONES QUE REALIZAMOS

1 Divulgación para acercar el conocimiento científico a la población e inspirarla a conocer y valorar las montañas.

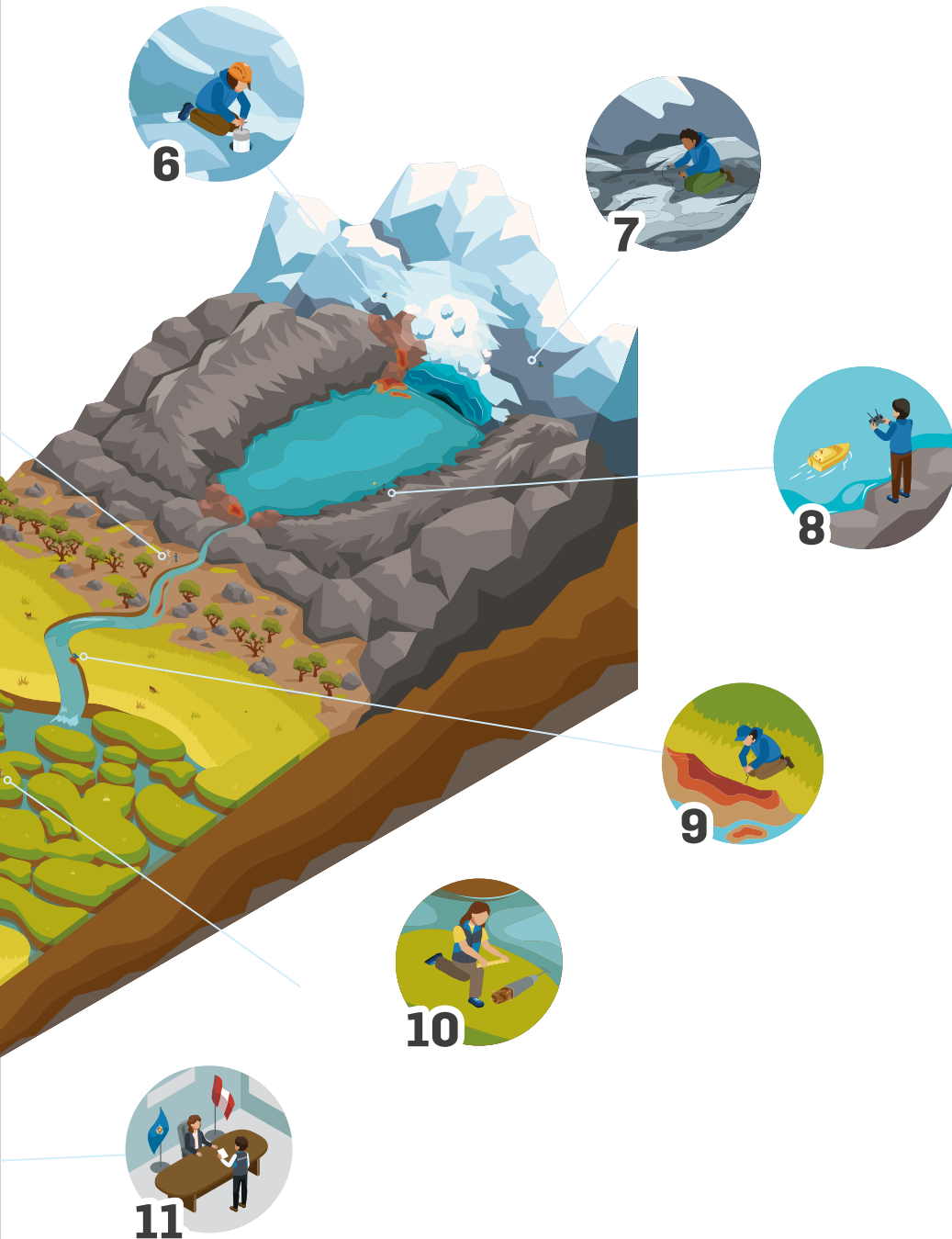
2 Alianzas estratégicas con la comunidad científica nacional e internacional, así como con instituciones y organizaciones especializadas.

3 Capacitación y socialización de los resultados de investigaciones en comunidades rurales, incorporando los enfoques de interculturalidad, género y edad.

4 Estudios en ecosistemas andinos priorizados: pastizales, bosques de quenual y rodales de puya, para conocer sus características y condiciones, a partir de ello, proponer medidas de conservación.

5 Implementación de soluciones tecnológicas para alta montaña que contribuyen a la recopilación de datos y la vigilancia de lagunas peligrosas.





6 Monitoreo del retroceso de los glaciares para determinar la pérdida de reservas de agua, lo que nos permite estimar su disponibilidad en el futuro.

7 Estudios de carbono negro en los glaciares y su influencia en el derretimiento. Se analiza el impacto de las actividades humanas en la generación de carbono.

8 Evaluación y monitoreo de lagunas de origen glaciar con riesgo de desborde para proponer medidas de mitigación.

9 Estudios sobre la contaminación del agua por drenaje ácido de roca en un contexto de retroceso glaciar. Se plantean iniciativas de biorremediación.

10 Monitoreo hídrico en bofedales, con énfasis en su capacidad de almacenamiento, y estudios sobre técnicas de restauración en bofedales afectados por drenaje ácido de roca.

11 Información técnico-científica destinada a las autoridades para contribuir a la formulación de políticas públicas e inversiones relacionadas con medidas de adaptación y mitigación en el contexto del cambio climático.



10 AÑOS **INAIGEM**
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

